

KYMENLAAKSON AMMATTIKORKEAKOULU

Rakennustekniikan koulutusohjelma / Korjausrakentaminen ja rakennusrestaurointi

Tiia-Riina Harjula

VESI- JA VIEMÄRIPUTKIEN VERTAILU KORJAUS- JA UUDISKOHTEISSA

Opinnäytetyö 2010

TIIVISTELMÄ

KYMENLAAKSON AMMATTIKORKEAKOULU

Rakennustekniikan koulutusohjelma

HARJULA, TIIA-RIINA

Opinnäytetyö

Työn ohjaaja

Toimeksiantaja

Toukokuu 2010

Avainsanat

Vesi- ja viemäriputkien vertailu korjaus- ja uudiskohteissa

31 sivua

Yliopettaja Tarmo Kontro, lehtori Ilkka Paajanen

Putkimies T:mi Seppo Hahl

talotekniikka, vesiputket, viemäriputket, pinnoitus, sujutus

Taloteknisiin järjestelmiin kuuluu vesi- ja viemäriputket, lämmitysjärjestelmä ja ilmanvaihto. Työssä käsitellään nimenomaan vesi- ja viemäriputkia.

Työn tavoite oli valaista mitä korjausvaihtoehtoja on olemassa. Lisäksi selvitettiin ratkaisut uudiskohteessa ja käytiin läpi putkimateriaalit.

Tutkimuksen metodi lähti liikkeelle siitä, kun tein tutkimukseen liittyviä töitä kesällä 2009. Sen jälkeen lähdin etsimään tietoa kirjallisuudesta, internetistä ja haastattelemalla asiantuntijaa, joka oli tutkimukseni toimeksiantaja.

Tulin siihen tulokseen, että materiaaleja on rajattu määrä, mutta muovi on suosituin materiaali. Korjausvaihtoehtojen suosio johtuu niiden laajuudesta ja asentamisnopeudesta. Uusien putkien asentamista vanhaan taloon ei enää suosita.

Uudiskohteessa vesiputkimateriaalit ovat kupari, muovi ja teräs. Viemäriputkimateriaaleja ovat valurauta, muovi, kupari, lyijy, betoni ja savi. Korjausvaihtoehtoja ovat komposiitin lisäksi pinnoitus ja sujutus.

Korjatut putket kestävät yhtä lailla kuin täysin uudet putket eli jopa 40 vuotta. Korjaaminen on nopea ja halpa tapa uusien putkien asentamiseen.

ABSTRACT

KYMENLAAKSON AMMATTIKORKEAKOULU

University of Applied Sciences

Construction Engineering

HARJULA, TIIA-RIINA

Comparing Water and Drain Pipes in Conservation and at the New Target

Bachelor's Thesis

31 pages

Supervisor

Tarmo Kontro, Principal Lecturer, Ilkka Paaanen Lecturer

Commissioned by

Putkimies T:mi Seppo Hahl

May 2010

Keywords

house services, water pipe, drain pipe, coating, deposition

House system includes water and drain pipes, heating and air conditioning. In this thesis deals with water and drain pipes only.

The objective on thesis was to define what kind of fixing alternatives exist. Also various recovery in a new building and materials of pipes were discussed.

This thesis is based on the personal work experience, literature, internet sources and specialist interviews.

The results were that there are infinite material alternatives, but plastic is the most popular material. Polularity of fixing alternatives depends on their scope and installation-time. To install new pipes to old building is no more very popular.

In the new targets, water pipe materials are copper, plastic and steel. The drain pipe material are cast iron, copper, lead, concrete and clay. Fixing alternatives are composite, coating and deposition.

Fixed pipes are comparable to new pipes because they can last even 40 years. Fixing is fast and cheap way to renew pipes.

SISÄLLYS

TIIVISTELMÄ

ABSTRACT

1 JOHDANTO	6
2 VESIPUTKET	6
2.1. Eristetyt putket	8
2.2. Kupariputket	9
2.3. Muoviputket PEX	9
2.4. Teräsputket	10
2.4.1. Eristetyt teräsputket	10
2.4.2. Kuumasinkityt teräsputket	11
2.4.3. Puserrusliittimin varustetut teräsputket	11
3 VIEMÄRIPUTKET	12
3.1. Valurautaputket	12
3.1.1. Muhvilliset valurautaputket	13
3.1.2. Muhvittomat valurautaputket	13
3.2. Muoviputket	13
3.2.1. PP-viemäriputket	14
3.2.2. PVC-viemäriputket	14
3.2.3. PEH-viemäriputket	14
3.3. Kupariputket	15
3.4. Lyijyputket	15
3.5. Betoniputket	15
3.6. Lasitetut saviputket	16
3.7. Muut viemäriputket	16

4 VANHOJEN PUTKIEN KORJAAMINEN	17
4.1. Komposiittiputket	17
4.1.1. Uponor-komposiittijärjestelmä	17
4.1.2. Suunnittelu	18
4.1.3. Tekniset tiedot	19
4.2. Sujutus	19
4.3. Pinnoitus ja -menetelmät	20
4.4. Sukitus	24
4.5. Muotoputkisujutus	25
5 PUTKET UUDISKOHTEESSA	26
5.1. Vesijohtojen asentamisen sijoitusnäkökohtia	26
5.2. Vesijohtojen tukeminen	27
5.3. Viemäriputkien asentaminen	28
6 ESIMERKKITAPPAUS	28
7 POHDINTA	29
8 LÄHTEET	31

1 JOHDANTO

Talotekniset järjestelmät käsittävät lämmitysjärjestelmän, vesijärjestelmän ja ilmanvaihdon. Käsittelen työssäni ainoastaan käyttövesi- ja viemäriputkia.

Käyttövesijärjestelmään kuuluu käyttöveden alueosat, joita ovat vesijohdot. Käyttövesijärjestelmään luetaan myös käyttöveden tuotantolaitteet, käyttövesiverkosto (vesiputkistot, venttiilit yms. varusteet). (9.)

Jätevesijärjestelmään kuuluu jäteveden alueosat, joita ovat ulkopuoliset johdot ja kaivot sekä pumput ja pumppaamot. Jätevesiverkosto tarkoittaa viemäriputkistoa, venttiilejä yms. varusteita sekä jäteveden purkamista. Jätevettä käsitellään erikoiskaivoilla ja lokasäiliöillä. Vesi- ja viemärikalusteita ovat hanat ja sekoittajat, pesu- ja wc-kalusteet, LV-järjestelmien laitteet sekä erityinen vesi- ja viemärikalustus. (9.)

Työni tarkoitus on keskittyä valaisemaan, mitä mahdollisuuksia on korjata vesi- ja viemäriputkistoja ja kartoittaa, mitä vaihtoehtoja on uudiskohteissa. Käsittelen myös mitä, putkimateriaaleja on olemassa.

2 VESIPUTKET

Vesiputki tai vesijohto on putki tai letku, joka on usein tehty polyvinyylidikloridista, raudasta, polytyneelistä tai kuparista. Putket johdattavat paineistettua ja puhdasta vettä rakennuksiin osana kunnollista vesiverkostoa. (1.)

Polyvinyylidikloridi (PVC) on laajalti käytetty muovi. Se on yksi kemianteollisuuden arvokkaimmista tuotteista. Yli puolet PVC:stä käytetään rakennusteollisuudessa rakennusmateriaalina. PVC on halpaa ja helppoa koota. (1.)

Rauta on siirtymämetallien ryhmään kuuluva alkuaine, jonka kemiallinen merkki on Fe. Rauta on painavin tähdissä nukleosynteesin kautta syntyvä alkuaine. Näin ollen se on yleisin raskasmetalli maailmankaikkeudessa. (1.)

Polyeteeni eli polyetyleni on yksi yksinkertaisimmista ja halvimista polymeereistä. Polyeteeni on myös käytetyin muovi ympäri maailmaa. Ominaisuuksiltaan se on vahamaista ja kemiallisesti reagoimatonta muovia. (1.)

Kupari on alkuaine, jonka kemiallinen merkki on Cu ja joka kuuluu metallien ryhmään. Kemiallisen määritelmän mukaan se on jalometalli. Kupari on punaruskeaa, venyvää, pehmeätä ja sitkeätä metallia. (1.)

Kuvissa 1 ja 2 vesiputket asennettuna polystyreeniin ja laite, jolla voi tehdä urat vesiputkille.



Kuva 1. Mustat putket: kylmä- ja kuumavesiputki. Punainen putki on kiertovesiputki. Kaikki putket on upotettu polystyreeniin.



Kuva 2. Työkalu, jolla koverretaan polystyreeniin ura putkea varten.

2.1. Eristetyt putket

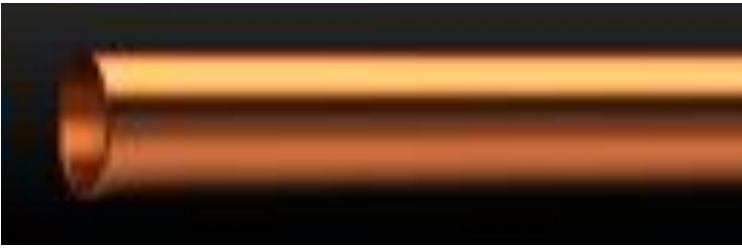
Kerroksittaisen rakenteen ja korrugoidun suojakuoren johdosta putkielementit ovat taipuisia. Taipuisat putkielementit on helppo asentaa maastoa mukaillen. Esteet tai säilytettävät kohteet on helppo kiertää. (2.)

Korrugoitu suojakuori kestää hyvin maan painetta ja suojaa putkielementtiä ulkoisilta rasituksilta. Esimerkiksi rivitaloalueiden, pienkerrostalojen tai kytkettyjen omakotitalojen lämmin käyttövesi voidaan hoitaa yhdellä alueellisella lämpökeskuksella. (2.)

2.2. Kupariputket

Kupariputki on yleensä hyvin kestävä ilman, veden ja maaperän syövyttäviä vaikutuksia vastaan. Putken syöpmiskestävyys johtuu siitä, että kupari kuuluu sähkökemiallisessa jännityssarjassa ns. jaloihin metalleihin; kuparin liukoisuus veteen on pieni ja kupari hapettuu myös niukasti, sillä hapettuma muodostaa kuparin pintaan vain ohuen kalvon. Sellaiset maaperät, jotka syövyttävät kupariputkea, ovat harvinaisia. Näin ollen suotuisissa olosuhteissa putket kestävät hyvinkin kauan; kyl-

mävesijohtojen kestoikä voidaan arvioida 50 vuodeksi. Lämminvesijohtoina saattavat kupariputket tietyissä olosuhteissa kuitenkin syöpyä hyvinkin nopeasti. (3, s. 57 – 58.)



Kuva 3. Kupariputki

2.3. Muoviputket PEX

Uponor-PEX-käyttövesijärjestelmä soveltuu hyvin asennettavaksi kaikenlaisiin taloihin, sillä sen tuotevalikoima on monipuolinen ja ratkaisut käytössä testattuja. Uponorin käyttövesijärjestelmässä kaikki osat on suunniteltu toimimaan keskenään yhtenäisenä kokonaisuutena. (4.)



Kuva 4. Muoviputki suojausputken sisällä.

PEX-putki on sitkeää, hyvin kemikaaleja ja lämmönvaihteluita kestävä materiaalia. Putkesta ei irtoa hajuja, makuja, raskasmetalleja eikä muita terveydelle haitallisia aineita. Joustava ja kestävä suojausputki tuo lisävarmistusta vesivahinkoja vastaan ja suojaa vesiputkea mekaanisilta rasituksilta. (4.)

2.4. Teräsputket

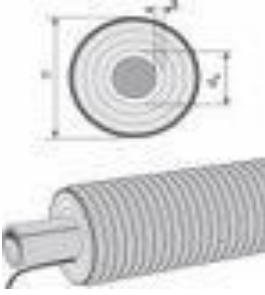
Teräsputkia on kahdenlaisia: eristettyjä ja kuumasinkittyjä. Eristettyjä teräsputkia ei enää käytetä Suomessa, mutta kuumasinkittyjä käytetään vielä sisäjohtoasennuksissa. Kuvassa 5 näkyy ladottuna teräsputkia.



Kuva 5. Teräsputkia.

2.4.1. Eristetyt teräsputket

Eristettyjä teräsputkia käytettiin maahan asennettavina putkina. Koska teräs on erittäin arka syöpmään, putket oli eristetty sekä sisä- että ulkopuolelta. Ulkopuolisena eristeenä käytettiin yleensä bitumoitua juuttikangaseristettä. Sen sijaan sisäpuolelta putket käsiteltiin vain bitumilla. Tällaiset putket kestivät normaaliolosuhteissa 30...40 vuotta, mutta happamassa maaperässä vain 10...15 vuotta. Vielä nykyäänkin voi vanhoissa rakennuksissa tavata toimivan vesijohtoputkiston, jossa putket ovat eristettyjä teräsputkia. Ennen oli nimittäin tapana asentaa rakennuksen kylmävesipohjajohto maahan. Nytemmin ei eristettyjä teräsputkia enää käytetä vesijohtoasennuksissa meidän maassamme. (3, s. 54)



Kuva 6. Eristetty teräsputki.

2.4.2. Kuumasinkityt teräsputket

Sisäjohtoasennuksissa käytetään kylmävesijohtoina paljon kierteillä varustettuja teräsputkia. Putket kuumasinkitään sisä- ja ulkopuolelta syöpymistä vastaan.

Sinkkikerros tarjoaa teräsputkelle normaalisti verrattain hyvän suojan. Aggressiivista hiilihappoa ei sinkkikerros kuitenkaan kykene kestämään. Kuumasinkittyjen teräsputkien kestoikä kylmävesijohtoina on noin 30 vuotta.

Reunavahvisteiset putkenosat ovat kestävämpiä kuin sileät putkenosat. (3, s. 55.)



Kuva 7. Kuumasinkittyjä teräsputkia.

2.4.3. Puserrusliittimin varustetut teräsputket

Puserrusliittimin varustettuja teräsputkia voidaan erikoistapauksissa käyttää kylmävesijohtoina teollisuusasennuksissa ja väliaikaisissa asennuksissa. Putkia on saatavana sisäasennuksia varten molemmin puolin kuumasinkittyinä ja ulkoasennuksia sekä maan- ja vedenalaisia asennuksia varten molemmin puolin bitumoituina ja juuttikangaseristettyinä. Liittimet on tehty kahdesta kaariosasta, jotka on valmistettu adusoidusta valuraudasta. (3, s. 56-57)

3 VIEMÄRIPUTKET

Viemäreinä käytettävien putkien tulee olla sisäpuolista painetta sekä ulkopuolista kuormitusta kestäviä, vedenpitäviä, syöpymänkestäviä, sisäpinnaltaan sileitä, helposti käsiteltäviä ja mitoiltaan ja laadultaan yhdenmukaisia. (3, s. 265.)

Rakennuksen sisäviemäreinä käytettävien putkien materiaalit ovat valurauta, muovi, kupari, lyijy ja haponkestävä teräs. Näistä käytetään yleensä valurauta- ja muoviputkia.

Rakennuksen ulkoviemäreinä käytetään valurauta, betoni- ja muoviputkia sekä lasitettuja saviputkia. (3, s. 265.)

Kuvassa 8 nähdään erilaisia muoviviemäriputken osia: suorja, mutkia, T-haaroja ja Y-haaroja.



Kuva 8. Muoviviemäriputken osia

3.1. Valurautaputket

Valurautaviemäri rakennetaan joko muhvilisista tai muhvittomista putkista. (Kuva 9.)



Kuva 9. Valurautaputkia.

3.1.1. Muhvilliset valurautaputket

Muhvilliset valurautaputket ovat valmistuksen yhteydessä molemmin puolin kuumabitumoitu, että ne olisivat mahdollisimman kestäviä syöpymistä vastaan. Lyijyllä saumaamalla saadaan valurautaviemäriputkien liitokset täysin tiiviiksi ja myös riittävässä määrin painetta kestäviksi. Valurautaviemärien kestävyys riippuu etupäässä viemärien käyttötarkoituksesta ja viemäriveden laadusta. Asuinrakennuksissa on keittiöiden viemärihaarat ja tuuletusviemärit eniten alttiita syöpymiselle. Normaalisti valurautaviemäriputki kestää noin 30 vuotta, mutta toimintakelpoisia, 50 vuotta vanhojakin putkia on vielä käytössä. (3, s. 265 – 267.)

3.1.2. Muhvittomat valurautaputket

Muhvittomia valurautaviemäriputkia käytetään yleisesti kiinteistöjen ja teollisuuslaitosten sisä- ja ulkopuoliseen jäte- ja sadevesiviemäröintiin. Valurautaviemäriä käytetään, jos mekaaninen rasitus on kova, lämmönkestovaatimukset korkeat, viemäriin tulee paljon kuumaa vettä, äänen eristysvaatimukset ovat suuret ja paloaluerajat tiukat.

(5, s. 89 – 90.)

3.2. Muoviputket

Viemäriputket ja niiden asennustavat ovat uudistuneet merkittäväällä tavalla viime vuosina. Muovi on viemärien rakennusaineena syrjäyttänyt suuressa määrin muut putkimateriaalit. Muoviputket perustuvat moniin eri standardeihin, joissa määritellään niiden koko, raaka-aine, lujuus, väri ym. Niiden valmistusta valvotaan standardien ja tyyppi hyväksynnän avulla.

Puhutaan kiinteistö- ja kunnallisteknisestä viemäröinnistä, usein myös sisä- ja maaviemäröinnistä.

Nämä poikkeavat jonkin verran toisistaan putkien koon, värin ja rakenteen suhteen.

Muoviputkien suuri lämpölaajeneminen asettaa suuret vaatimukset putkien kiinnityksille, kiintopisteille ja paisuntamuhveille. Viemäreissä käytetyt muoviputkimateriaalit ovat polypropeeni (PP), polyvinyylidloridi (PVC) ja kova polyeteeni (PEH). (5, s. 92.)



Kuva 10. Muoviputkia

3.2.1. PP-viemäriputket

Polypropeenilla on erittäin hyvä kemiallinen kestävyys PP-viemäriputket ja putkiyhteet tunnetaan tuotenimellä Uponor HTP. Uponor HTP –järjestelmää käytetään jäte- ja sadevesiviemäreinä rakennuksissa, pohjalaatassa ja sen alla, sekä perusmuurin ulkopuolella maahan asennettuna tonttivilmäerinä. (5, s. 92 – 93.)

Putkia valmistetaan muhmittomina ja muhவில்isina. Kumpaakin varten ovat omat putkiyhteensä, mutta ne sopivat myös keskenään käytettäviksi. (5, s. 92 – 93.)

3.2.2. PVC-viemäriputket

Polyvinyylidikloridin vetolujuus on suurempi kuin muiden muovilaatujen. PVC on pääasiassa painevesiputkien materiaali, mutta sitä käytetään myös suuremmissa jätevesi- ja paineviemäreissä. (5, s. 93.)

3.2.3. PEH-viemäriputket

PEH on lujaa ja sopii hyvin hitsattavaksi. Kemiallinen kestävyys on erinomainen. Putkia ei saa kuormittaa yli 80°C:n lämpöisellä vedellä eikä asentaa alle -20°C:n lämpötilassa. PEH-viemäreitä käytetään lähinnä kunnallistekniikassa vietto- ja paineviemäreinä, teollisuuden prosessiputkina ja viemärikaivojen aihioputkina. (5, s. 96.)

3.3. Kupariputket

Kupariputkia käytetään jonkin verran viemäriputkistoina yhdistettäessä esim. pesuallaita ja kylpyammeita lattiakaivoihin sekä sadevesiviemäriin. Kupariset viemäriputket tehdään saumattomista, vedetyistä kupariputkista. Kupariputket kestävät erittäin hyvin syöpymistä ja myös mekaanista rasi- tusta. Kuparista tehtyjen viemärien kestoiksi voidaan laskea n. 50 vuotta edellyttäen, että saumat on tehty hyvin. Kupariputket soveltuvat hyvin esim. rakenteisiin valettaviksi putkiksi. Myös käyri- en, laajennusten, vesilukkojen yms. tekeminen kuparista on helppoa. (3, s. 274 ja 5, s. 98.)

3.4. Lyijyputket

Lyijyputkia käytetään tavallisesti vain lyhyinä haara- ja kytkentäviemäreinä sekä vesilukkoina. Viemäreinä käytettävät lyijyputket sisältävät antimonia, joka tekee putket hiukan tavallista kovem- miksi. Lyijyputkia asennettaessa on otettava huomioon, että sementti- ja kalkkilaasti syövyttävät lyijyä. (3, s. 275)

3.5. Betoniputket

Betoni on ihanteellinen putkimateriaali korkean rakenteellisen lujuutensa, jäykkyytensä ja hyvän kuormituskestävyyden ansiosta. Se on ympäristöystävällinen putkimateriaali, sisältäähän se vain kiviainesta, sementtiä ja vettä. (10.)



Kuva 11. Betoniputkia

Betoniputkia valmistettaessa noudatetaan Suomen Kunnallisteknillisen Yhdistyksen laatimia beto- niputkinormeja. Poikkileikkaukseltaan putket ovat täysin pyöreitä; suuremmat putket ovat tavalli- sesti jalallisia. Betoniputki on monien vuosikymmenien ajan ollut perinteinen ulkoviemärien, aikai-

semmin pohjaviemärienkin rakennusmateriaali. Muoviputket ovat monissa tapauksissa syrjäyttäneet betoniputket, mutta vieläkin niillä on käyttöä vaikeissa maanpinnan kuormitusolosuhteissa ja suurissa syvyyksissä. Betoniputken syöpmiskestävyyttä voidaan parantaa esim. sisäpuolisin muovipinnoittein. Betoniputki on viemärinä yleensä pitkäikäinen, 30 - 50 vuotta, mutta vaatii erittäin hyvän tuuletuksen. Huonosti tuuletetuissa kerrostalojen viemäreissä betoniputki on syöplynyt muutamassa vuodessa. Jätevesi synnyttää putkessa rikkihappoa, joka syövyttää sementin kipsiksi. (5, s. 98 – 99.)

3.6. Lasitetut saviputket

Putket valmistetaan vaakasuorissa tai pystysuorissa putkipuristimissa saviseoksissa, minkä jälkeen ne kuivataan, suojalasetetaan ja poltetaan, jolloin ne saavat ruskean värinsä. Putket ovat erittäin hyvin syöplymistä kestäviä ja pitkäikäisiä. (5, s. 99.)

3.7. Muut viemäriputket

Haponkestäviä teräsputkia käytetään kemiallisessa teollisuudessa esim. värjäämöiden, lääketehaiden ja laboratorioden viemäreinä. Lasiputkia käytetään laboratorioden viemäreinä. Muovipinnoitettuja, kuumasinkittyjä teräsputkia käytetään Saksassa viemäriputkina. Pikikuituputkia, joita valmistetaan Isossa-Britanniassa selluloosa- ja asbestikuidusta, on meilläkin käytetty jonkin verran viemäriputkina. Asbestisementtivilmäriputkia tehdään myös Suomessa. Näitä putkia voidaan käyttää maaviemärinä. Putket ja putkiyhteet liitetään toisiinsa kumitiivisteisin puristusliituskappalein. (3, s 280 ja 5, s.99.)



Kuva 12. Lasiputki

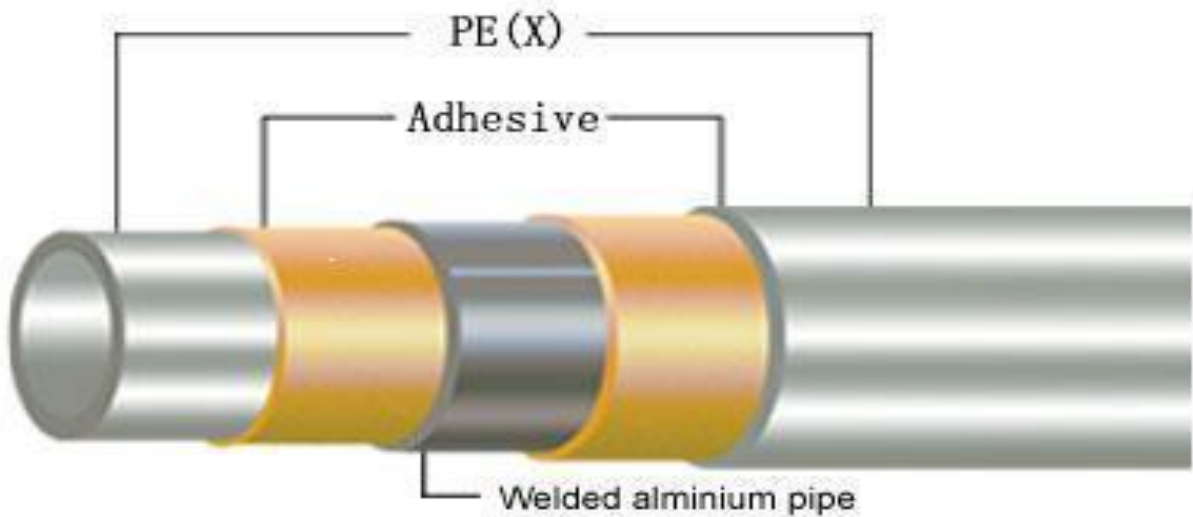
4 VANHOJEN PUTKIEN KORJAAMINEN

Korjausrakentamiskohteissa putket voidaan joko uusia täysin tai putket voidaan korjata erilaisilla korjausmenetelmillä. Vanhojen putkien korjaaminen tai korvaaminen jollakin edullisella vaihtoehdolla on kannattavampaa kuin uusia putket kokonaisuudessaan. Putkien uusiminen tarkoittaa rakennuksen betonirakenteiden avaamista piikkaamalla, mikä on kovin työlästä ja kallista.

Vaihtoehtoisia korjausmenetelmiä ovat komposiitti, sujutus sekä pinnoitusmenetelmät, joita ovat dakki, tubus, LSE, aarsleff, no-dig ja picote. Lisäksi käytetään sukistusta ja muotoputkisujutusta.

4.1. Komposiittiputket

Komposiittiputket ovat uusinta putkitekniikassa ja sitä käytetään jo monissa maissa.



Kuva 13. Komposiittiputki kerroksinen: kaksi muovikerrosta, kaksi liimakerrosta ja yksi alumiinikerros

4.1.1. Uponor-komposiittijärjestelmä

Uponor on tuonut Suomen markkinoille uuden Uponor-komposiittijärjestelmän 2000-luvun alussa. Uponor-komposiittijärjestelmä on kokonaisjärjestelmä, joka koostuu monikerroksisista komposiittiputkista, osista ja liittimistä varusteineen. (6.)

Uponor-komposiittiputki on alumiinivaipalla vahvistettu monikerroksinen muoviputki, jossa yhdistyvät sekä muovi- että metalliputken hyvät ominaisuudet. Uponor-komposiittijärjestelmän asennettavuutta ja käyttöönottoa on edelleen kehitetty lisäämällä putkistovarusteiden, kuten liittimien ja suojaustuotteiden lukumäärää. (6.)

Monikerroksisten komposiittiputkien käyttöalueella eniten asennettu maailmassa. Vuonna 2003 putkea asennettiin yli 50 miljoonaa metriä 60 maassa. Ensimmäiset putket asennettiin jo kaksikymmentä vuotta sitten. Sama putki soveltuu useille eri käyttöalueille kuten käyttövesi-, lämmitys-, lattialämmitys- ja jäähdytyskäyttöön. Muovinen sisäpinta on korroosion kestävä ja hygieeninen. Puristusliitokset, putken katkaisu ja taivuttaminen tehdään nopeasti erikoistyökaluilla ilman tulitöitä. Komposiittiputki soveltuu sellaisenaan pinta-asennukseen ilman pintakäsittelyä. (6.)

Monikerrosrakenteen ja elastisuuden ansiosta vaimentaa hyvin veden virtauksesta aiheutuvat äänet sekä patterista toiseen johtuvan äänen. Alumiinikerros antaa putkelle tarvittavan happitiiviuden ja muodossa pysyvyyden. Monikerrosrakenteen toimii lämmöneristeenä estäen kondensoitumista ja lämmönhukkaa. Tyyppihyväksytyt käytettäväksi kylmä- ja lämminvesilaitteistossa. Rakennekerrokset on liitetty lujasti yhteen erikoisliimalla. Putkien ainutlaatuinen liitostekniikka yhdessä puristustekniikan kanssa takaa turvallisen, helpon ja nopean ratkaisun kaikkiin asennuksiin. Uponor-komposiittijärjestelmän putket ja osat liitetään toisiinsa ko. järjestelmään liittyvillä puristus- ja kierreltiimillä. (6.)

4.1.2. Suunnittelu

Uponor-komposiittijärjestelmä soveltuu sekä uudis- että saneerauskohteisiin. Erityisesti saneerauskohteissa sen edut korostuvat, koska se voidaan asentaa ilman hitsaus- tai juotostöitä eikä se vaadi asennuksen jälkeen erillistä pintakäsittelyä.

Uponor-komposiittijärjestelmän etuja ovat mukautumiskyky, äänettömyys, asennettavuus ja erinomainen tiiveys sekä korroosiovapaa materiaali. (6.)

Putkistojen runkolinjat ja pystynousut pyritään ensisijaisesti sijoittamaan koteloon hormitilaan, ns. tekniikkakomeroon tms. tilaan, joka rajoittuu ääniteknisesti toisarvoiseen tilaan (esim. porrashuone, WC, pesuhuone, vaatehuone).

Käyttövesiputkiston ääniteknisen suunnittelun lähtökohdaksi oletetaan koko rakennuksen vesijoh-
toverkoston mahdollisimman alhainen ja vakaa painetaso. Alhainen painetaso edellyttää ns. väljää
mitoitusta eli mahdollisimman alhaista veden virtausnopeutta.(6.)

4.1.3. Tekniset tiedot

Komposiittijärjestelmän monikerroksisen komposiittiputken ydin on alumiiniputki, jonka sisä- ja
ulkopuolella on polyeteeni-muovikerros. Rakennekerrokset on liitetty lujasti yhteen erikoisliimalla.
Täyden kaasutiiveyden aikaansaamiseksi reunat alumiiniputken hitsaussaumassa on sen koko pi-
tuudelta limittäin. Alumiiniputken hitsaus on tehty ultraäänihitsauksella, joka varmistaa äärimmäi-
sen kestävyuden. Komposiittiputkille valittu alumiiniputken paksuus täyttää kaikki paineluokka- ja
taivutettavuusvaatimukset. (6.)

Komposiittijärjestelmän liitinvalikoima koostuu messinkiliittimistä ja PPSU-liittimistä. Messinki-
liittimissä on puristus- tai kierreltiitos. Ulkopuolelle kiinnitetty liittimessä kiinteästi kiinni oleva pu-
ristusholkki suojaa tiivistysrenkaita mekaanisilta vaikutuksilta.

Muodonkestävän puristusholkin ansiosta valmis liitos ottaa vastaan taivutusvoimat, eikä epätiiviyttä
pääse syntymään. Molemmat liitostekniikat puristus- ja kierreltiitos ovat pysyvästi tiiviitä.

Vesijohtoasennuksissa käytetään ainoastaan sinkkikadonkestäviä DR-liittimiä, PPSU-
komposiittiliittimiä ja punametallisia pantaliittimiä. Myös jäähdytysvesiputkistoissa tulee käyttää
sinkkikadon kestäviä DR-liittimiä ja punametallisia pantaliittimiä. Komposiittiputkien koot ovat
halkaisijaltaan 16 - 110 mm ja niitä toimitetaan 3 ja 5 metrin salkoina sekä 50 - 500 metrin kieppi-
nä. Valmiiksi eristetyt Uponor-komposiittiputket ovat kieppitavaraa. (6.)

4.2. Sujutus

Huonokuntoinen viemäri on mahdollista kunnostaa ilman kaivu- tai piikkaustöitä.

Menetelmässä vanhan putken sisään asennetaan hartsilla kyllästetty huopaputki joka kovetetaan
paikoilleen ilmanpaineen tai veden avulla. Kun työ on valmis, vanhan viemärin sisällä on uusi run-
kojäykkä putki. Sujuttamalla voidaan korjata myös rikkoutuneita putkia jos putken poikkipinta-alan
profiili on säilynyt. Kuvassa 14 näkyy kuinka työ tehdään. (7.)



Kuva 14. Putken sujutusta

Ulkopuolisten jäte- ja sadevesiviemärien saneerauksessa sujutus on edullinen ja vaivaton tapa uusien putket. Aukikaivamiseen verrattuna sujutuksen edut on ylivoimaiset. Sujuttaminen on hyvin toimiva vaihtoehto myös sisäpuolisten viemäreiden saneerauksessa. Menetelmää voidaan käyttää yhtä hyvin asuin-, liike- ja teollisuuskiinteistöissä kuin kunnallisissa viemäreissä. (7.)

Menetelmällä on monia etuja. Rakenteita ei tarvitse rikkoa. Se on nopea asentaa ja aiheuttaa vain vähän haittaa asumiselle. Se on edullinen, tasalaatuinen ja kestävä ratkaisu. Soveltuu käytettäväksi valurauta-, betoni- ym. putkissa. Kunnostaminen on mahdollista, vaikka vanha putki olisi rikki, jos muoto on tallella. Menetelmä on ollut käytössä vuosikymmeniä Keski-Euroopassa, ja se on havaittu kestäväksi tavaksi korjata viallinen putki. Tuloksena on runkojäykkä putki, joka kestää vaikka alkuperäinen haurastuisi ympäriltä pois. (7.)

4.3. Pinnoitus ja -menetelmät

Ne osuudet, joita ei ole mahdollista sujuttaa saneerataan pinnoittamalla. Pinnoituksessa käytettävä materiaali on polyuretaanipohjainen ja sitä käytetään mm. ydinvoimaloissa pinnoitteena. Suunniteltu käyttöikä pinnoitetulle viemärille on noin 40 vuotta. (12.)

Putkien sisäpuolinen pinnoittaminen on vallannut alaa perinteiseltä putkisaneeraukselta. Viime vuosina on markkinoille tullut erilaisia vesi- ja viemärijohtojen pinnoitusmenetelmiä. Ruotsissa viemärien pinnoitusmenetelmiä on käytetty jo yli 15 vuotta ja pinnoitettu kymmeniä tuhansia asuntoja. Vesijohtoja taas on pinnoitettu Keski-Euroopassa ja muualla maailmassa yli 20 vuotta sadoissa tuhansissa asunnoissa. (12.)

Dakki-pinnoitusmenetelmässä elastinen epoksimuovi harjataan puhdistetun putken sisäpintaan.



Kuva 15. Dakki-pinnoitusmenetelmä

Se on sisähalkaisijaltaan 50 - 160 mm valurautaviemärien ja lattiakaivojen sisäpuolinen pinnoitus, elastinen ja diffuusiotiivis. Kalvon paksuus 0,5...1,0 mm. Se ei sovellu maanvaraisiin viemäriin. Suomessa tehty usea sata huoneistoa kahden ja puolen vuoden aikana, Ruotsissa yli 15 vuoden aikana kymmeniätuhansia asuntoja. Kesällä 2007 on käynnistynyt myös pohjaviemäreiden sujuttaminen epoksikyllästetyllä polyesterihuopasukalla. (12.)



Kuva 16. Dakki-menetelmässä pinnoitustyökalu on harja, jolla pehmeä epoksimassa levitetään keskipakovoiman avulla putken sisäpinnalle

Tubus-putkistosaneerausmenetelmä on vaihtoehto hankalalle ja vaivalloiselle viemäriputkien remontille. Tubus-ruiskutusmenetelmällä viemäreitä uusittaessa ei tarvitse rikkoa kiinteistöjen ja asuntojen rakenteita. (11.)



Kuva 17. Tubus-pinnoitusmenetelmä

Tubus-menetelmässä lasikuituvahvisteinen kova polyesteri-muovimassa ruiskutetaan putken sisään. Kooltaan 50...160 mm viemärien ja lattiakaivojen sisään tehdään pinnoitus tällä menetelmällä. Ruiskutus tapahtuu kolmessa n. 1 mm:n kerroksessa. Pinta kovettuu lasimaisen kovaksi. Tätä menetelmää käytetään myös maanvaraisiin viemäriin (itsekantava rakenne). Materiaaleilla on kymmenen vuoden takuu. (11.)

LSE

Kuvassa 18 nähdään oikealla ylhäällä käytössä ruostunut putki, vasemmalla sama putki puhallus-tekniikalla puhdistettuna ja oikealla alhaalla LSE-menetelmällä pinnoitettuna. (Kuvaaja: Jukka Hämäinen) (13.)



Kuva 18. LSE-pinnoitusmenetelmä

Paineilman avulla putkiin ruiskutetaan elintarvikekelpoinen epoksihartsiseos. Sisähalkaisijaltaan 5 - 150 mm käyttövesi- ja lämmitysverkostojen putkien sisäpuolinen pinnoitus. (13.)

Aarsleff-sujutus

Suomen johtavana putkistojen saneerajaana Aarsleff uudistaa maamme viemäri- ja juomavesilinjoja kymmeniä kilometrejä vuodessa. Aarsleff Oy on saneerannut putkistoja vuodesta 1993 lähtien, yhteensä yli 250 km. (14.)



Kuva 19. Aarsleff-pinnoitusmenetelmä

Muovipintainen epoksikyllästetty polyesterihuopasukka kovetetaan aika- ja lämpöreaktiolla. Se on pääasiassa pohjaviemärien sekä rakennusten ulkopuolisten viemärien 100-350 mm sisäpuolinen sujutus. Putki on sujutuksen jälkeen uutta vastaava. (14.)

No-Dig-saneerausjärjestelmät



Kuva 20. No-Dig-pinnoitusmenetelmä

No-Dig palautuu sujutuksen jälkeen lämmön ja paineen avulla alkuperäiseen pyöreään muotoonsa. Lattia avataan haarakohdissa ja jyrkissä mutkissa. Lopputulos uuden putken veroinen. Se on käytökelpoinen lähinnä ulkopuolisiin viemärisujutuksiin. (15.)

PICOTE-putkite



Kuva 21. PICOTE- pinnoitusmenetelmä

Kaksimponenttinen polyuuretaani valetaan putken sisään tietokoneohjatusti. Putkimateriaalia on käytetty 30 vuoden ajan vaikeissa olosuhteissa, muun muassa ydinvoimalaitosten putkistoissa sekä happo- ja emässäilijöiden pinnoittamisessa. Runkojäykkänä, silti elastisena, soveltuu myös maanalaisiin putkistoihin. 30...1 250 mm valurauta-, betoni-, PVC- ja PP-muoviputkille. Se puhdistetaan mekaanisesti kuten, muilla vastaavilla menetelmillä, lisäksi märkähiekkapuhallus ja samalla pinnan peittäus ruostumista vastaan ennen putkitusta. Hiekkapuhalluksen painetta voidaan säätää, joten puhdistuksen voimakkuus säädetään tarpeen mukaan. Simuloidun käyttö- ja kulutustestin mukainen käyttöikä on 40 vuotta. (8.)

4.4. Sukitus

Sukitusta käytetään pääasiassa korjattaessa ulkoisia viemäreitä ja niihin kuuluvia haaraputkia. Polyesterihartsilla kyllästetty huopaputki (sukka) puhalletaan auki ja sen annetaan kovettua vanhassa putkessa. Lopputuloksena on kuituputki vanhan putken sisällä. (8.)

Picote on tuonut markkinoille pinnoituksen vaihtoehdoksi sukituksen pohja-, pysty- ja vaakaviemäreihin rakenteita rikkomatta. Yli 70% Picoten saneeraamista viemäreistä sukitetaan, siksi menetelmän nimi on nyt Picote-sukitusmenetelmä. Putkittaminen pysyy osana sukitusmenetelmää.

Sukituksessa uuden putken seinämävahvuus on tasalaatuinen. Se peittää sataprosenttisesti putkien liitoskohdat ja mutkienkin sisäkulmat onnistuvat ongelmitta. (8.)

4.5. Muotoputkisujutus

Omega-Liner –muotoputkisujutus on nopea ja luotettava Close-fit-menetelmä viettoviemärien saneeraukseen. Sujutettu putki pyöristetään paineen ja lämmön avulla, jolloin se painautuu tiiviisti vanhan putken sisäpintaa vasten. Tuloksena on aina koko kaivonvälin mittainen yhtenäinen putkilinja. Hyvien virtausominaisuuksien ansiosta viemäriin kapasiteetti on yleensä vanhaa putkea parempi. Tämä on helppo asentaa ja 100-prosenttisesti kestävä. Ilman kaivamista tapahtuva saneeraus on nopea ja ympäristöystävällinen. Yhdellä putkivedolla voidaan sujuttaa useita kaivonvälejä kerrallaan. Liittymäkohtien paikallistaminen ja avaaminen tapahtuu putken sisältä helposti kameran ja porarobotin avulla.



Kuva 22. Muotoputkisujutus

Menetelmän etuja ovat ympäristöystävällinen asennus, joka on myös myrkytön ja hajuton. Muita etuja ovat kierrätettävä materiaali ja tehtaassa varmistettu laatu koko tuotteelle. Menetelmässä ei ole myöskään kapasiteettihäviötä. Lopputulos on kulutusta kestävä ja materiaali on pitkäikäinen. (13.)

5 PUTKET UUDISKOHTEESSA

Putket uudiskohteissa voidaan sijoittaa vaihtoehtoisesti laatan sisään, laatan pinnalle polystyreeniin, alemman kerroksen alakattorakenteisiin tai ryömintätilaisen alapohjan ulkopintaan kannakkeilla.

5.1. Vesijohtojen asentamisen sijoitusnäkökohtia

Vesijohtojen valinta on talon keskeisiä ratkaisuja. Veden tuominen taloon ei ole pelkän putken valitsemista. Veden laatuun ja kosteusturvallisuuteen vaikuttaa myös se, millaisia liittimiä ja läpivientiosia käytetään sekä mitä materiaalia ne ovat.

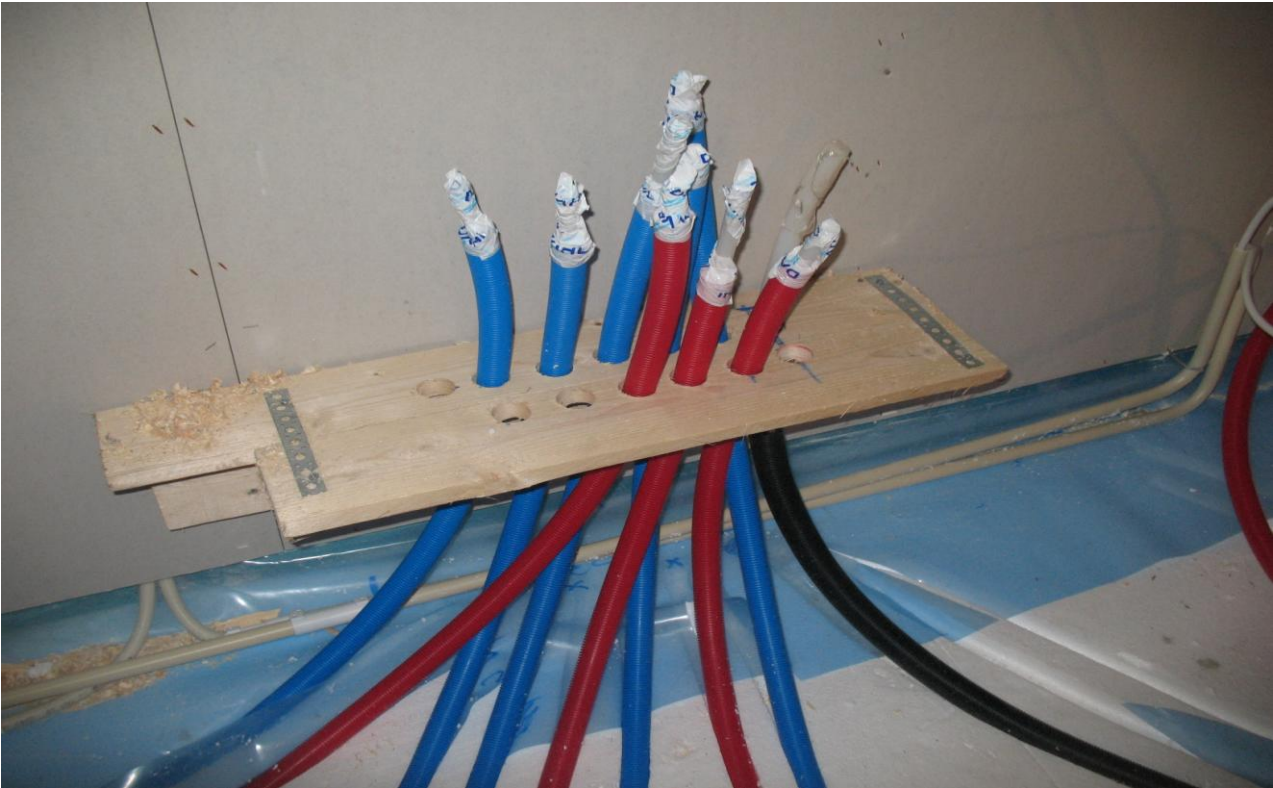
Yleisperiaatteena putkien sijoittelussa voidaan sanoa, että nykyinen rakentaminen suosii putkien asentamista piiloon. Muoviputket asennetaan rakenteissa suoja-putkeen joko eristämättömänä tai eristettynä. Tällöin ne saadaan myös vaihdettavaksi.

Putkihaaroitukset voidaan tehdä lattiassa tai katossa. Puhutaan ala- ja yläjakoisuudesta. Pientaloissa käytetään yleensä alajakoista ja kerros- ja korjausrakentamisessa yläjakoista putkitusta. Jos putkitus kulkee sisäkaton yläpuolella kylmässä ullakkotilassa on tärkeää, että putket saadaan sopimaan höyröyksen ja lämmöneristeen alapuolelle jäätyksen estämiseksi.

Jakotukkien oikean paikan selvittely erittäin tärkeää. Keittiö- ja kodinhoitohuoneiden komerot, väliseinät, katot, lämminvesivaraajien alustat ym. ovat mahdollisia sijoituspaikkoja. Niiden luokse pitäisi päästä helposti, ja tässä tilassa pitäisi olla lattia- tai kuivakaivo vuotojen varalta. Kylmällä ja lämpimällä vedellä on omat jakotukkinsa, ja ne varustetaan sulkuventtiileillä. Huoneistokohtainen kulutusmittaus voidaan liittää jakotukkien yhteyteen. Jakotukilta lähtee jokaiselle vesikalusteelle oma kytkentäjohto. Suoja-putki on tuotava reilusti yli lattiapinnan.

Putket voidaan sijoittaa myös asennusseinän, verholautojen, kalusteiden, alasasketun katon, väliseinien ym. taakse seinään tehtyihin uriin ja kerrostaloissa porraskäytävissä oleviin pystykanaviin.

Pinta-asennuskin tulee joskus kysymykseen. Putkien sijoittelussa on huomioitava eristyksen vaatima tilantarve. Pystykanavat on varustettava joka kerroksessa tarkastusluukuilla.



Kuva 23. LVI-tekniikon ja kirvesmiehen tekemä väliaikainen tukki lattiavalun ajaksi

5.2. Vesijohtojen tukeminen

Kiinnitys-, ohjaus- ja kiintopisteiden on pidettävä putket yhdensuuntaisina. Kannakkeet eivät saa aiheuttaa ääntä. Putkien kiinnityksessä on otettava huomioon oma paino, veden ja eristyksen paino sekä painekokeessa esiintyvät voimat. Pystylinjojen paino ei saa kohdistua vaakajohtoon.

Muoviputkien kannatuksessa olisi pyrittävä jatkuvaan kannatukseen, esim. kulmarauta- tai kaapelihyllykannatuksin. Vesijohtoja ripustetaan kattoon ja seiniin erilaisten putkenkannattimien avulla.

(5, s. 52 – 53.)

5.3. Viemäriputkien asentaminen

Viemäri on sijoitettava rakennukseen niin, että se voidaan ilman suurehkoja toimenpiteitä ja rakenteita särkemättä korjata tai vaihtaa. Viemäri on kiinnitettävä rakenteisiin siten, ettei lämpölaajeneminen aiheuta haittaa. Milloin jäteveden virtauksesta syntyvien voimien vuoksi on tarpeellista, on viemäri ankkuroitava. Suunnittele ja rakenna viemäri huollettavaksi, riittävällä kaadolla virtaus-suuntaan nähden, mahdollisimman suoraviivaiseksi ja riittävästi tuuletuksi. (5, s. 119 – 122.)

Jos kiinteistö halutaan liittää yleiseen vesi- ja viemäriverkostoon, niin putkistoasennuksen perustana ovat vesi- ja viemärilaitoksen hyväksymät piirustukset ja asennusten tarkastukset. Piirustuksissa ja työselityksissä olevia ohjeita on tarkoin noudatettava. Pitkät viemäriinjat on vaaitettava. Putket pyritään asentamaan mahdollisimman vähin katkaisuin. Valurautaputket katkaistaan sähköisellä sahal-la tai putkileikkurilla. Kannatukset muodostavat oleellisen ja tärkeän osan putkistoasennuksesta. Tarkoituksenmukaisesti ja ”kauniisti” suoritettu putkistokannatus antaa koko asennukselle viimeistellyn ja ammattitaitoisen leiman. Putkikannakkeisiin on viime vuosina alettu kiinnittää enenevässä määrin huomiota. Ne on tuettava seinään tai putkikanavaan. Sijoitettaessa seinätuet vuorotellen putken molemmin puolin, saa lisää tukevuutta. Muoviputket saa kiinnittää ainoastaan muoviputkille tarkoitetuilla pitimillä, jotka ympäröivät putken kokonaan. (5, s. 119 – 122.)

6 ESIMERKKITAPPAUS

Esimerkkikohde on pientalo Kouvolan Sarkolassa. Kohteessa tehtiin käyttövesiputkien uusinta komposiittiputkiin. Omakotitalo on 1970-luvun lopulla rakennettu. Tuolloin siihen rakennettiin kuparista sekä kylmä että lämmin käyttövesiputki. 1980-luvulla tuli sääntö, ettei käyttövesiputkia saanut enää rakentaa lattialaatan sisään.

Asukas, rakennuksen omistaja, halusi uusia putket, koska epäili putkien hajoamista, mikä olisi joutanut vesivahinkoon. Putket olivat jo noin 40 vuotta vanhat. Nämä vanhat putket jätettiin paikalleen. Uudet putket asennettiin sisätiloihin katon rajaan ja ne koteloitiin muovikoteloiden sisään ulkonäkösyistä. Putket tulivat kulkemaan vierekkäin katon rajassa ja siksi ne piti lämpöeristää polyeteeniputkella. Eristyksen tarkoitus oli tässä tapauksessa pitää kylmä vesi kylmänä ja kuuma vesi kuumana.

Aluksi analysoitiin minne putket vedetään. Putket piti vetää järkevästi, lyhyintä reittiä pitkin ja ulkonäköllisesti naamioituna. Tässä kohteessa oli neljä tapaa vetää käyttövesiputket. Ensimmäinen tapa olisi ollut vetää kupariputket liittämällä ne toisiinsa fosfori-kupari kovajuotteella. Toinen tapa olisi ollut vetää kupariputket liittämällä puhtaalla tina ja juoksute pehmytjuotteella. Kolmas tapa olisi ollut vetää kupariputket puristusliitososilla. Kohteessa päädyttiin kuitenkin komposiittiputkiin puristusosilla, jotka olivat kromattua messinkiä.

Tähän taloon siis vedettiin komposiittiputket, mitä on alun perin kehitelty Saksassa, mutta nyt näillä putkilla on monia valmistajia. Lisäksi tässä kohteessa käytettiin myös kromattua kuparia pesuhuoneessa, mitkä liitettiin komposiittirunkoputkistoon. Komposiittiputket asennettiin piiloon ja liitettiin vanhoihin vesikalusteisiin, ainoastaan suihkun kraana ja pesukoneen hana uusittiin.

Komposiitti koettiin tässä tapauksessa parhaaksi mahdolliseksi tavaksi vetää putket. Juuri koteloinnin idea johti komposiittiin. Liitososat ovat kalliita sekä kupariputkissa että komposiittiputkissa. Putket ovat samaa hintaluokkaa molemmissa putkissa. Komposiittiputket on nopea asentaa, eivätkä ne vaadi tulitöitä. Komposiitin asennusnopeus kompensoi osien kalleutta. Komposiitti on 2000-luvun tuotteita, eikä se ole vielä tavoittanut kaikkia LVI-tekniikkoja.

7 POHDINTA

Vesiputkina käytetään komposiittiputkea, kupariputkea ja PEX-putkea. PEXiä laitetaan uusissa kohteissa aina polystyreeniin. On makukysymys, valitaanko kupari- vai komposiittiputki. Molempien hinta, asennusaika ja materiaali ovat samanarvoisia. Joku saattaa olla sitä mieltä, että kuparin ulkonäkö on parempi kovuuden takia verrattuna komposiittiputkeen.

Viemäriputkia on nykyisin enää vain valuraudasta ja muovista, jos mukaan ei lueta lyijy- ja betoni-putkia. Valurautaa käytettiin vielä 1960-luvulla. Valurautaa käytetään vieläkin isoissa kohteissa, kuten kerrostalo- ja liikerakennuskohteissa. Valuraudan hyviä puolia ovat palo- ja äänieristys. Nykyisin viemäriputket ovat ainoastaan muovia, joka syrjäytti valuraudan 1960-luvulla. 1950-luvulle saakka tehtiin vielä jopa betoniputkia siten, että rakennuksen yläosissa käytettiin valurautaa ja alakerrassa kokoojaviemäri betonista. Myöhemmin betonikin muuttui valuraudaksi.

Valurautaa, betonia ja lyijyä ei enää käytetä mukavuuden, asennettavuuden ja ennen kaikkea vaihtoehtojen kehityksen takia. Valurautaputkien liittäminen toisiinsa on muuttunut mullistavasti vuosi-

kymmenien aikana. Ennen valuraudan liitos tehtiin lyjyhamppuliitoksella 1950-luvulle saakka, minkä jälkeen tuli nykyisin käytetty nopea ja kätevä pantaliitos. Nykyisin viemäri on muovia niin kauan kuin öljyä riittää maailmassa, mutta myös valuraudalle on vieläkin tosiaan omat kohteensa. Putkivaihtoehtoja on nykyisin rajallisesti ja nykyisetkin putkivaihtoehdot ovat urautuneet, jähmetyneet. Komposiitti tekee tietänsä monien koteihin.

Uusia putkivalloituksia ei ole viemäri- eikä vesiputki puolella. Ainoastaan variaatioita on olemassa, mutta hyvä että edes edellä mainitut ovat olemassa. Nykyisetkin putkivaihtoehdot vaativat totuttele-
mistä. Pinnoitus, sukitus ja sujutus ovat nopeita toimenpiteitä verrattuna siihen, jos putket vaihdettaisiin täydellisesti. Etuna näissä toimenpiteissä on, että aikaa säästyy, lisäksi kustannukset ovat kohtalaiset eikä tarvita purkutoimenpiteitä ja isoa remonttia. Asukkaiden ei tarvitse lähteä remontin ajaksi kotoa pois. Nämä korjaustoimenpiteet ovat nykyaikaisia, ja niiden kestävyys on verrattavissa uusiin putkiin.

LÄHTEET

1. www.wikipedia.fi. 25.4.2010.
2. Uponor, eristetyt putkistojärjestelmät. 03/2009.
3. RVV-käsikirja, Rakennusten vesijohdot ja viemärit. 1976.
4. Uponor, PEX-käyttövesijärjestelmä. 05/2008.
5. Kauko Lindström, Vesi- ja viemäritekniikka. 1999.
6. Uponor, komposiittijärjestelmä käsikirja. 6/2006.
7. www.sewerex.fi. 25.4.2010.
8. www.picote.fi. 25.4.2010 .
9. Kustannustieto 2009 (rakennustekniikan kustannuslaskentaohjelma).
10. www.betoni.com. 25.4.2010.
11. www.ew-liner.fi. 25.4.2010.
12. www.dakki.fi. 3.5.2010.
13. www.rakennusmaailma.fi. 3.5.2010.
14. www.aarsleff.com. 3.5.2010.
15. www.uponor.fi. 3.5.2010.