

---

# LINJASANEERAUS

AS. OY TURUNTIE 19-21



Ammattikorkeakoulun opinnäytetyö

Rakennustekniikka

Visamäki, kevät 2016

*Miikka Mutkala*

Miikka Mutkala



Visamäki  
Rakennustekniikan koulutusohjelma  
Rakennetekniikka

---

<b>Tekijä</b>	Miikka Mutkala	<b>Vuosi</b> 2016
<b>Työn nimi</b>	Linjasaneeraus	

---

## TIIVISTELMÄ

Kerrostalojen linjasaneeraus on verrattain uutta Suomessa nuoren rakennuskantamme takia. Linjasaneerauskohteita tulee vuosi vuodelta enemmän. Putkistoremonttien huipun arvioidaan olevan 2030-luvulla.

Opinnäytetyöni tavoite oli selvittää kerrostalojen linjasaneerausmenetelmät, joihin kuuluu niin kutsuttu perinteinen putkistoremontti, sekä uudet vaihtoehtoiset menetelmät ja niiden yhdistelmät. Pohdin ja sovelsin oppimaani kerrostalokohteeseen, johon on tulossa putkistoremontti. Työssäni mallinsin myös kyseisen kerrostalon arkkitehtikuvat DWG-muotoon vanhoja paperisia pohjakuvia hyödyntäen.

Käytin opinnäytetyössäni aineistona aikaisempia julkaistuja lähteitä, sekä tutkimustuloksia liittyen linjasaneerausmenetelmiin. Lisäksi haastattelin työssäni alan asiantuntijoita.

Vanhojen rakennusten korjaaminen vaatii paljon suunnittelutyötä. Linjasaneerauskohteissa uuden tekniikan asennus suoraan vanhan tilalle ei aina ole järkevää uusien ja tiukempien rakennusmääräysten johdosta. Putkien asennus uusille reiteille voi olla taloudellisesti sekä rakennusteknisesti kannattavampaa. Linjasaneerauksen mittavan korjaustarpeen vuoksi suunniteluun tulee kiinnittää erityistä huomiota. Tarkoilla suunnitelmilla vältetään kaltilta ja aikaa vieviltä lisäkorjauksilta.

**Avainsanat** Linjasaneeraus, nykyaikaiset linjasaneerausmenetelmät, perinteinen putkistoremontti, asennusseinä, asennuskotelo, pinnoitus, sujutus.

**Sivut** 25 s.

Visamäki  
Degree Programme in Construction Engineer  
Structural Engineering

---

<b>Author</b>	Miikka Mutkala	<b>Year</b> 2016
<b>Subject of Bachelor's thesis</b>	Pipe renovation	

---

ABSTRACT

The piping renovation in blocks of flats is quite new in Finland because of the young national building stock. Objects of piping renovation will increase year by year. The peak of the renovation is estimated to be in the 2030s.

The purpose of this Bachelor's thesis was to find out the methods of the piping renovation for blocks of flats. These methods include so called traditional and new alternative methods and their combinations. The knowledge learned was applied in a particular apartment building in which a piping renovation is being planned. The architectural drawings of the building were modelled into DWG form using the old blueprint drawings. Previous publications and research results were used in the thesis. In addition, experts of the field were interviewed.

In conclusion it can be stated that the renovation of old buildings needs a lot of planning. The installation of new technical building services in the same routes as the old ones is not always reasonable because of the new and stricter building regulations. The installation of the pipes in the new routes can be a better solution both economically and structurally. Because of enormous need of rebuilding special attention must be paid to planning of pipe renovation. Accurate drawings avoid expensive and time consuming extra renovations.

**Keywords** Pipe renovation, new alternative methods, traditional pipe renovation

**Pages** 25 p.



# SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	1
2	PUTKIMATERIAALIT KERROSTALOISSA ERI AIKAKAUSINA .....	2
2.1	Kylmävesiputkistot.....	2
2.2	Lämminvesiputkistot.....	2
2.3	Viemäriputkistot.....	3
2.4	Lämmönjakoverkosto.....	3
3	LINJASANEERAUSVAIHTOEHTOJA .....	3
3.1	Putkien asentaminen vanhojen tilalle.....	4
3.2	Putket uusiin paikkoihin.....	4
3.2.1	Asennusseinä .....	5
3.2.2	Asennuskotelo .....	5
4	VAIHTOEHTOISET LINJASANEERAUSVAIHTOEHDOT .....	7
4.1	Pinnoitus.....	7
4.2	Sujutus.....	8
4.2.1	Sukkasujutus.....	9
4.2.2	Kuristussujutus .....	9
4.2.3	Muotoputkisujutus.....	10
4.2.4	Pakkosujutus.....	10
4.2.5	Pätkäsujutus.....	10
4.2.6	Pitkäsujutus.....	10
4.3	Ruiskuttaminen.....	11
5	AS. OY TURUNTIE 19-21 .....	11
5.1	Kerrostalon esittely .....	11
5.1.1	Lämpöjohtolaitteet.....	11
5.1.2	Vesijohdot.....	12
5.1.3	Viemärijohdot.....	12
6	LINJASANEERAUKSEN TOTEUTUSVAIHTOEHTOJA .....	12
6.1	Märkätilat sekä vedeneristys .....	12
6.2	Märkätilojen sähköasennukset .....	14
6.3	Viemärit.....	15
6.4	Vesijohdot .....	17
7	VESIPUTKIEN MATERIAALI .....	18
7.1	Muoviputket .....	19
7.2	Kupariputket.....	19
8	VIEMÄRIPUTKISTON MATERIAALI.....	20
8.1	Valurautaviemäri.....	20
8.2	Muoviviemäri.....	21

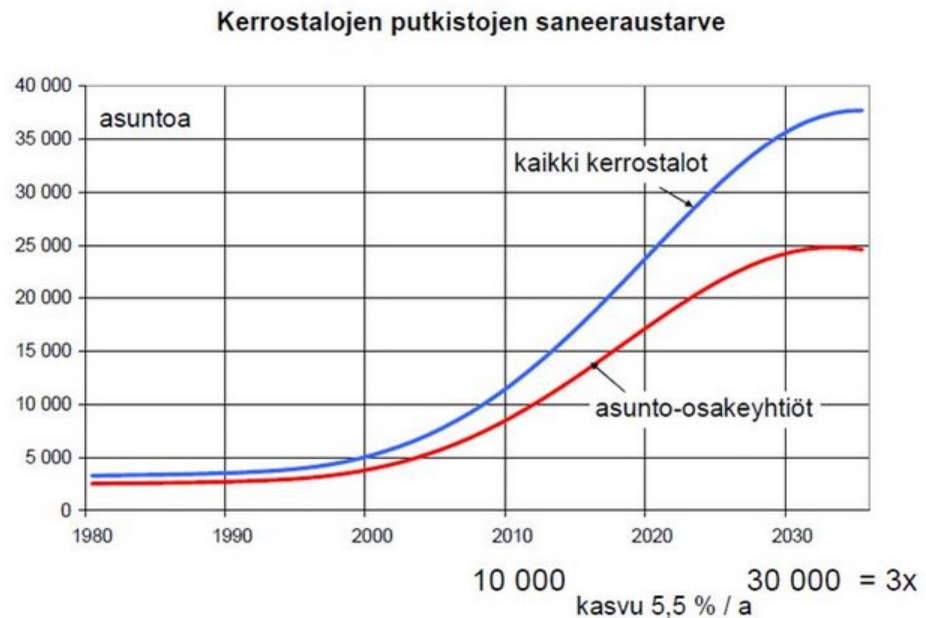
---

9	LÄMMITYSVERKOSTO .....	21
10	YHTEENVETO .....	21
10.1	Perinteinen putkiremontti Turuntielle .....	22
10.2	Sukkasujutus ja vesiputkien uusiminen Turuntielle.....	22
10.3	Kustannukset sekä jälleenmyyntiarvo .....	22
	LÄHTEET .....	25

# 1 JOHDANTO

Kerrostalojen merkittävä rakentaminen alkoi 1960-luvulla aluerakenteen muutoksen myötä. Muuttoliike maalta kaupunkiin lisäsi kerrostalotuotantoa. Yhä suuremman muuttoliikkeen takia kerrostalorakentaminen nousi huippulukemiin 1970-luvun alussa. Vuonna 2015 kerrostaloasuntoja on 1233200 kappaletta, joista 44 prosenttia on rakennettu niin kutsuttuna suomalaisen kerrostalorakentamisen uudelleenrakentamisen aikana eli vuosina 1961–1980. Juurikin tällä ajanjaksona rakennetuissa kerrostaloasunnoissa linjasaneeraus on ajankohtainen putkistojen elinkaaren ollessa noin 40–50 vuotta. (Lehtinen, Nippala, Jaakkonen, Nuutila 2005,18.)

Kerrostalojen linjasaneeraukset yleistyivät 1990-luvulla kerrostalojen rakennuskannan saavuttaessa putkistojen elinkaarensa. VTT:n tekemistä tilastoista selviää, että kerrostalojen linjasaneeraukset tulevat entisestään yleistymään vuosina 2020-2030.



Kuva 1. Kerrostalojen putkistojen saneeraustarve (VTT 2009, 22).

Opinnäytetyö tehdään kerrostalokohteelle, jossa linjasaneeraus on ajankohtainen. Kerrostalo on rakennettu vuonna 1963, eli juurikin niin kutsuttuna kerrostalorakentamisen uudelleenrakentamisen ajanjaksona. Pyrin työssäni tutkimaan ja pohtimaan linjasaneerausmenetelmiä eri näkökannoista. Tavoitteena on saada kattava kuva eri tavoista toteuttaa putkistoremontti. Sovellan oppimaani kyseiseen kerrostalokohteeseen. Jokainen kerrostalo on yksilö, joka on muodostunut suunnittelusta, rakentamisesta, käytöstä sekä mahdollisista korjauksista. Myös linjasaneerauksen tulee taten olla räätälöity juuri kyseiselle kohteelle.

Linjasaneerauksen ollessa kiinteistön koko elinkaaren aikana yksi kalleimmista ja eniten asumishaittaa aiheuttavista korjausprojekteista, suunnitteluun ja toteutukseen tulee kiinnittää erityistä huomiota. Oikeilla menetelmillä, sekä järkevällä suunnittelulla ja ennakoinnilla saavutetaan hyvin toimiva järjestelmä kustannustehokkaasti.

Linjasaneeraustekniikat on kehittynyt Suomessa hurjaa vauhtia 1990-luvulta lähtien. Niin kutsutun perinteisten putkistoremontin rinnalle ovat tulleet kevyemmät saneerausmuodot, jotka vastaavat kysyntään käyttäjäystävällisyyden sekä rahallisen panostuksen suhteen.

## 2 PUTKIMATERIAALIT KERROSTALOISSA ERI AIKAKAUSINA

Tällä hetkellä linjasaneerauksia tehdään metallisiin putkistoihin, sillä vesijohtoja ja viemäreitä ei tehty ennen 1970-lukua juuri muista materiaaleista. Muoviputkien käyttö aloitettiin 1970 luvulla kylmävesijohdoissa ja viemäreissä. Lämminvesijohdoissa muovi sallittiin vasta 1990 luvulla. Laskelmissa muoviputket oletetaan kestävän metallisten putkistojen tavoin noin 50 vuotta, joten putkiremontteihin ei olisi tulossa materiaalista johtuvaa epäjatkuvuuskohtaa. Huomioitavaa kuitenkin on, että tekniset toteutusvaihtoehdot linjasaneeraukselle muuttuvat materiaalien muutoksen mukana. (Paiho, Heimonen, Kouhia, Nykänen E, Nykänen V, Riihimäki, Vainio 2009,21)

### 2.1 Kylmävesiputkistot

Vuosina 1940-1970 kylmävesiputkistot tehtiin lähes poikkeuksesta sinkitystä teräksestä. Kupariputket tulivat vähäisissä määrin kylmävesijärjestelmiin 1950-luvulla ja niitä käytettiin runkojohteista lähteviin pienempiin haarajohtoihin. Vuonna 1965 hyväksytyjä putkia käyttövesiputkiksi olivat myös valurautaputket, mutta niitä käytettiin vain yleisten kunnallisten suurikokoisten johtojen rakentamisessa. (Mäkiö 1990,161) Suomessa muoviputket hyväksyttiin käyttövesijohdoiksi vasta 1970-luvulla ja niiden käyttö on lisääntynyt uudisrakentamisessa sekä saneerauskohteissa tasaisesti. Tänä päivänä ne ovatkin yleisimmin käytetty vesiputkiston materiaali. Muovisia kylmävesijohtoja ovat polyeteeniputket PEM ja PEH, joita käytetään maan sisällä kulkevissa vesijohteissa, sekä kylmä- että lämminvesijohde PEX. Muovisia johteita ovat myös polypropeenista valmistetut putket PP ja alumiinista ja polyeteenistä valmistetut monikerrosmuoviputket, eli niin kutsutut komposiittiputket. (LVI-ohjekortti 20-10348, 4)

### 2.2 Lämminvesiputkistot

1940-1970 lämminvesijohdot ovat poikkeuksetta tehty kupariputkista, sillä sinkitty teräsputki ei kestä kuumaa vettä Suomen vesioluissa. 1970-luvulla muovin laillistuttua käyttövesiputkien materiaalina PEX-, PP- sekä komposiittiputket tulivat Suomen markkinoille. (Mäkiö 1990,162)



## 2.3 Viemäriputkistot

Viemäriputkistot olivat vuoteen 1960 asti lähes pelkästään valurautaa. (Mäkiö 1990,162) Kupariputkien käyttö oli hyvin vähäistä, johtuen kustannussyistä. Muovi alkoi syrjäyttää valuraudan käyttöä viemäreissä 1970-luvulla. Muoviviemäriin siirtyminen oli hyvin paikallista. Joillakin alueille muoviviemärit saattoivat olla hyvinkin yleisiä, kun taas toisaalla muoviputkien käyttöön siirtyminen oli hidasta. Muoviviemäreissä materiaalina oli polyvinyylidikloridi eli PVC ja kovia tai pehmeitä polyeteeniputkia PEH, PEL. Nykyään hyväksytyjä viemärimateriaaleja ovat PE, PEH, PP, PVC, valurauta sekä ruostumaton teräs. (LVI-ohjekortti 20-10348, 8)

## 2.4 Lämmönjakoverkosto

1940-luvulla ja 50-luvun alussa käytettiin lämpöjohtoina yleensä takorautaputkia. 50-luvun loppupuolella siirryttiin käyttämään hiiliteräsputkia joita vielä tänäpäivänäkin käytetään. Nykyään lämmitysjärjestelmissä käytetään myös diffuusiosuojattua muovi ja komposiittiputkea, sekä sinkittyä teräsputkea. (Mäkiö 1990,162)

# 3 LINJASANEERAUSVAIHTOEHTOJA

Perinteisessä putkistoremontissa olemassa olevat vesijohdot, sekä viemärit uusitaan kokonaan. Uudet putket voidaan asentaa joko vanhojen putkien tilalle tai uusille reiteille. Putkien asennus vanhojen tilalle onnistuu yleensä aina, sillä onnistuihan se edellisiltäkin asentajilta. Jos uusille vesijohdoille ja viemäreille löydetään uudet nousureitit, asennetaan ne asennusseinään tai koteloon, joka sijoitetaan esimerkiksi märkätiloihin. Yleisesti ottaen viemärinousut pyritään sijoittamaan mahdollisimman lähelle viemäripisteitä, jotta putkien vaakavedot pystytään minimoimaan. (Laksola 2007, 48.)

Perinteisen linjasaneerauksen lisäksi Suomen markkinoille tuli 1990-luvulla niin kutsutut nykyaikaiset saneerausmenetelmät. Näitä uusia, vaihtoehtoisia menetelmiä on rantautunut Suomeen Keski-Euroopasta pääasiassa Saksan ja Ruotsin kautta. Tällä hetkellä uusia menetelmiä on sovellettu Suomessa pääsijaisesti vain asuinkiinteistöjen viemäriin. Käyttövesiputkisto korvataan uusilla putkilla lähes poikkeuksetta. (Paiho, Heimonen, Kouhia, Nykänen E, Nykänen V, Riihimäki, Vainio 2009,22)

Puhuttaessa asuinkiinteistöjen käyttövesiputkien nykyaikaisista saneerausmenetelmistä, tarkoitetaan sillä yleensä polymeeripohjaisia, ei kantavia, vesiputken sisään ruiskutettavia tuotteita. Yleisin tuote on epoksi, jota on käytetty maailmalla käyttövesiputkistojen pinnoitteena jo 30 vuoden ajan. Suomeen ensimmäiset juomavesiputkistoja pinnoittaen saneeraavat menetelmät tulivat vuonna 2005. Markkinat ovat kuitenkin edenneet hitaasti. Syinä tähän voitaneen todeta, että toimijat eivät ole onnistuneet vakuuttamaan menetelmän teknistä toimivuutta. Myös saneeratun putkiston elinkaarta on vaikea ennustaa, joka lisää epävarmuutta myös vakuutusyhtiöiden puolelta. (Falck 2011, 11.)

---

Kiinteistöjen viemäriputkien nykyaikaisella saneeraamisella tarkoitetaan yleensä muotoputkisujutusta, ruiskutusmenetelmiä tai sukkasujutusta. Näissä menetelmissä vanhojen viemäriputkien sisään tehdään uusi putki, jolloin raskaalta rakenteiden purkamiselta vältytään. Suomeen ensimmäiset nykyaikaiset kiinteistöjen viemäriputkia saneeraavat yritykset tulivat vuonna 2005. Markkinat ovat kasvaneet käyttövesiputkien pinnoitusta huomattavasti enemmän, sillä alalla toimijoita on jo kymmenittäin. (Falck 2011, 26.)

### 3.1 Putkien asentaminen vanhojen tilalle

Uusien putkien asentaminen entisille sijoille voi olla hyvä vaihtoehto, kohteesta riippuen. Eniten sitä on sovellettu kiinteistöihin, jotka ovat rakennettu ennen 1960-lukua. Tuon ajan taloissa märkä- ja keittiötilojen sijainti pystysuunnassa vaihtelee paljon, jolloin putkistojen sivuttaissiirrot ovat jo huomioitu rakenteissa sekä tilasijoittelussa. Huomioitavaa on kuitenkin se, että rakentamismääräyksessä D1 edellytetään, että vesilaitteisto on helposti käytettävissä sekä huollettavissa. Rakentamismääräys C2 ohjeistaa asentamaan vesijohdot näkyville tai koteloon, josta vuodon sattuessa vesi ei pääse rakenteisiin, vaan vuoto havaitaan helposti. Määräyksen tulkinta ja käytäntö tulee tarkastaa paikkakunnan rakennusviranomaiselta. Myös vakuutusyhtiöiltä tulisi kysyä heidän tapansa toimia kyseisessä korjausmenetelmässä. (Laksola 2007, 49.)

Uusien putkien asentaminen rakenteiden sisään vaatii aina purkutöitä. Täten remontiin sisältyy myös pesutilojen uudistaminen. Yleisesti ottaen purkutöiden yhteydessä pesutilat kannattaa uusita täysin vesieristeistä vesikalusteihin, sillä hinta ei eroa huomattavasti verrattuna vanhojen kalusteiden säilyttämiseen. Hintaeroa tasoittavat vanhojen kalusteiden säilytyskustannukset sekä irrotus- ja takaisin-asennusvaiheessa tapahtuvat ongelmat, jotka aiheutuvat ylimääräisiä kustannuksia. (Pekkola 2016.)

Etuihin uusien putkien asentamisesta vanhojen tilalle voidaan mainita, ettei uusia tilaa vieviä nousulinjoja tarvita. Tapa on myös turvallinen sekä varmasti toteutettavissa. Haittoina ovat ratkaisun kallis hinta, sekä pitkä työmaa-aika johtuen työn tavasta. Menetelmässä ei pystytä hyödyntämään esivalmistusta, vaan suurin osa työvaiheista tulee tehdä itse työmaalla. (Laksola 2007, 49.)

### 3.2 Putket uusiin paikkoihin

Vaikka LVI-suunnittelijalle putkien asentaminen entisille sijoille on yleensä toteutustapana helppo ja nopea suunnitella, se ei aina ole tilaajalle edullisin vaihtoehto. Uusien putkien asentaminen vanhoihin suljettuihin

LVI-roiloihin on usein hidasta sekä kallista johtuen suurista purku- ja rakennusteknisistä töistä. Uusien putkistojen asentaminen koteloihin tai niin kutsuttuun asennusseinään on usein järkevää. (Laksola 2007, 53.)

### 3.2.1 Asennusseinä

Asennusseinät ovat rantautuneet Suomeen 2000-luvun alussa Keski-Euroopasta, ja niitä on käytetty suomenmaalla linjasaneerauksissa vielä vähän. Esimerkiksi IDO Oy:n edustamassa seinäratkaisussa käytetään tehdasvalmisteista metallista elementtiä, johon pesualtaat ja wc-istuin asennetaan. Elementti verhoillaan rakennuslevyllä, vesieristetään sekä verhoillaan. Metallielementissä voi kulkea vesi- ja viemäriputkien lisäksi sähkövarauksia, sulkuventtiileitä, paineentasaajia, vesimittareita ja vuodonilmaisimia. (Laksola 2007, 53.)

Asennusseinäratkaisuissa märkätilojen vesieristykset, sekä pintamateriaalit tulee vaihtaa. Vanhat viemäri- ja vesijohteet jätetään sijoilleen. Hygieniasyistä vanhat putkistot pestään ja tulpataan päistään. Asennusseinään voidaan myös sijoittaa WC-kulhon vesisäiliö jolla saadaan märkätiloihin uutta ilmettä. Alla esimerkkikuvat Uponor-tekniikkaseinistä (Laksola 2007, 54.)



Kuva 2,3 Uponor tekniikkaseinä (Uponor 2013).

Tekniikkaseinän etuina verrattuna perinteiseen paikat auki repivään menetelmään on se, että vanhat putket jätetään rakenteiden sisään ja uusille putkille etsitään uusi reitti. Näin vältetään suurelta osin rakenteiden purkamiselta. Vaikka seinä vie jonkin verran tilaa, taitavalla suunnittelulla voidaan märkätiloista saada tilankäytöllisesti ainakin yhtä toimiva kokonaisuus kuin ennen remonttia.

### 3.2.2 Asennuskotelo

Koteloratkaisuihin asuntojen vesijohto, sekä viemärit sijoitetaan uusiin paikkoihin, esimerkiksi porrastilaan tai märkätiloihin, joista ne jaetaan vaakavedoin vesipisteille. Pysty- ja vaakavetoja varten rakennetaan kotelot

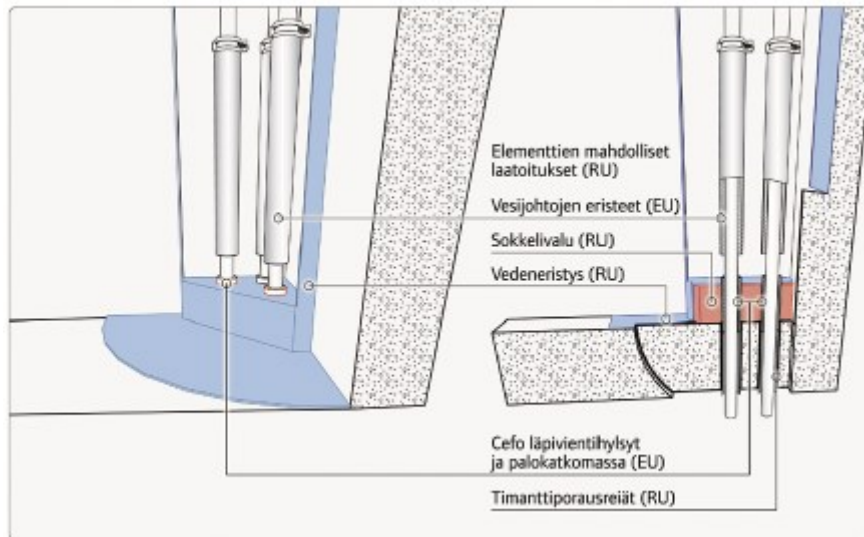
ja/tai alakatot. Viemärit voidaan myös mahdollisuuksien mukaan roilota lattiarakenteisiin. (Laksola 2007, 56.)

Uusittaville putkille on markkinoilla valmiselementtikoteloita, joihin voidaan sijoittaa vesi- ja viemäriputket. Koteloihin voidaan myös jättää tilavaruuksia sähköjohdoille. Jos viemäriputkille ei löydetä järkevästi toteutettavia uusia nousupaikkoja, viemärit voidaan korjata/korvata vaihtoehtoisilla pinnoitus-, sukitus- tai ruiskutusmenetelmillä, joista tulen kertomaan alempana. (Laksola 2007, 57.)



Kuva 4,5 Viemärin ja vesijohdon yhdistelmäelementti (PiPe-Modul Oy 2013, 9).

Esimerkiksi Uponorin valmistamat Cefo-elementit ovat teräslevyistä valmistettuja putkiasennuselementtikoteloita. Koteloihin voidaan sijoittaa uudet käyttövesi-, lämmitys-, ilmanvaihto- ja viemäriputkistot. Putkistot tuodaan huoneistoihin esivalmistettuina, kytkentävalmiina kokonaisuuksina, jolloin putkiremontin läpimenoaika saadaan entistä lyhemmäksi. Kerroskohtaiset putkien läpimenoaikat porataan timanttiporilla. Reikiin asennetaan putket, jotka ovat läpivientihylsyjen ja palokatkomassatiivisten ympäröiminä. Tämän jälkeen sokkeli ja elementti voidaan vesieristää. Elementti verhoillaan sisustukseen sopivaksi paketiksi, jonka voi tarvittaessa helposti avata esim. putkien huolto- tai tarkastustoimenpiteitä varten. (Uponor 2016, 16).



Kuva 6 Cefo-elementin havainnekuva (Uponor 2012, 16 ).

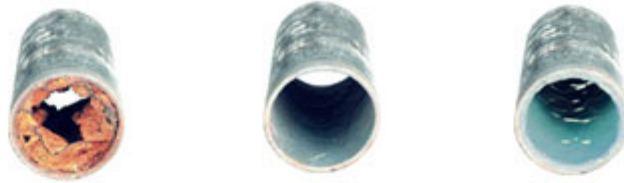
Kuten asennuseinilläkin, asennuskoteloiden etuina voidaan pitää vähäistä rakenteiden purkamista. Vanhat putket voidaan jättää sijoilleen, ne vain puhdistetaan hygieniasyistä. Usein elementtikotelot ovat helposti avattavissa olevia kotelaita, jolloin ne vastaavat suoraan Rakentamismääräys C2:seen, joka ohjeistaa asentamaan vesijohtot näkyville tai koteloon siten, että vuoto on helposti havaittavissa ja huollettavissa. Menetelmän haittoina on kosteusriski, jos vesieristeitä ei uusita. Kotelot voivat myös haitata esimerkiksi porrashuoneen tai märkätilojen visuaalista ilmettä. (Laksola 2007, 58.)

## 4 VAIHTOEHTOISET LINJASANEERAUSVAIHTOEHDOT

### 4.1 Pinnoitus

Pinnoitusta käytetään vesijohtojen sekä viemäreiden kunnostamisessa. Asuinrakennusten vesijohtojen pinnoittaminen on Suomessa verrattain uutta tekniikkaa. Asuinrakennuksien putkistojen pinnoittaminen aloitettiin Suomessa laajemmin vuonna 2005. Markkinat ovat kuitenkin edenneet hitaasti. Syinä tähän voitaneen todeta, että toimijat eivät ole onnistuneet vakuuttamaan menetelmän teknistä toimivuutta. Myös saneeratun putkiston elinkaarta on vaikea ennustaa, joka lisää epävarmuutta vakuutusyhtiöiden puolelta. (Falck 2011, 12.)

Menetelmällä voidaan kunnostaa vaurioituneet putket rikkomatta niitä ympäröiviä rakenteita. Päätyövaiheina ovat putkien kuivaus, puhdistus ja pinnoitus. Jotta menetelmää pystytään käyttämään, on putkistojen seinämissä oltava riittävästi paksuutta raskaasta pudistusprosessia varten. Myös liitosten kunto, sekä asennusvirheet tulee kartoittaa työmaalla tarkoin, sillä pinnoitukset eivät vahvista haurastuneita liitoksia. Huomioitavaa on myös se, että osa pinnoitteista ei sovi kaikille materiaaleille. Alla esimerkkikuvat Pipeliner-menetelmän kuivaus, puhdistus ja pinnoitusvaiheista käyttövesiputkistolle. (Falck 2011, 27.)



Kuva 7,8,9 Pipeliner-menetelmän kuivaus, puhdistus ja pinnoitusvaiheet (Pipeliner 2016).

Suomessa käytettyjä vesijohtojen ja viemäreiden pinnoitusjärjestelmiä ovat esim: Poxytec Oy:n LSE, DaKKI, Pipeliner system Oy:n DonPro sekä ADF Nordic Oy:n ePipe (Ruuskanen 2013, 2.)

Pinnoituksen etuina on kokonaisvaltaisesti kevyempi saneeraustarve. Menetelmässä ei tarvitse rikkoa niin paljon rakenteita, verrattuna perinteiseen linjasaneeraukseen, joka tuo selvää säästöä työtunneista. Haittoina ja riskeinä voidaan pitää sitä, että menetelmä on uusi, eikä kokemuksia todellisesta käyttöiästään Suomessa vielä ole. Käyttöikätaavoite on 40- 50 vuotta. Ongelmia saattaa esiintyä myös laadussa. Huonon puhdistuksen tuloksena voi olla pinnoitteen irtoamista sekä virtausnopeuden heikkenemistä. Myös mutkat ja haarat voivat olla vajaasti pinnoitettuja. Pinnoittamalla saneerattujen vesijohtojen muutostyöt ovat olleet myös ongelmallisia. Jos putkia muokataan muilla kuin pinnoitettujen vesijohtoihin soveltuvilla työkaluilla, pinnoitus voi vaurioitua. Esimerkiksi putkia käsitellessä voi syntyä vesivahinkoja muun muassa putkien messinkijuohtosten pettäessä. (Falck 2011, 28.)

## 4.2 Sujutus

Sujutusta käytetään kiinteistöjen jäte- ja sadevesiviemäreiden kunnostamisessa, sekä suurten kunnallisteknisten vesijohtojen uusimisessa. Sujutustekniikka kehitettiin Iso-Britanniassa 1970-luvulla. (Falck Tapio) Sieltä se levisi Keski-Eurooppaan sekä Ruotsiin. Suomeen sujutus tuli 1990-luvulla. Sujutusputki asennetaan olemassa olevan putken sisään. Tästä johtuen putken poikkileikkauspinta-ala pienenee, mutta uuden sileän putken paremmat virtausominaisuudet kompensoivat pinta-alan pienenemistä. Sujutusmenetelmää käytetään yleisesti 32-350 mm putkien uudistamiseen. (Falck 2011, 26.)

Suomessa käytettyjä viemäriputkien sujutusmenetelmiä ovat esim: Aarsleff CIPP-sukkasujutusmenetelmä, NRG Nordic Renovation Group Oy:n Omega-liner muotoputkisujutus, Flexoren- sujutus, MAXiLine –pätkäsujuutus sekä Pitkäsujuutus. (Markelin-Rantala ja Rautiainen 2007, 8.)

Sujutusmenetelmien etuina on se, että uudesta sujutetusta tehdasvalmisteisestaputkesta tulee tasalaatuinen. Sujutus sopii myös huonokuntoisiin putkiin, koska se muodostaa uuden putken vanhan putken sisään. Pakkosujutus pois lukien, sujutusvaihtoehdot sekä pinnoitusvaihtoehdot pienentävät putken sisähalkaisijaa, joka vaikuttaa putken virtauskapasiteettiin. Yleensä

vanhan putken puhdistus sekä uuden sileän pinnan takia virtaama ei kuitenkaan käytännössä vähene. Alla kerron kiinteistöissä yleisimmin käytettävästä sukkajutuksesta, sekä lyhyesti muista markkinoilla olevista sujutusmenetelmistä. (Falck 2011, 28.)

#### 4.2.1 Sukkasujutus

Sukkasujutuksessa on monia erilaisia vaihtoehtoisia tekniikoita sekä toteutustapoja. Uusi pehmeä kuitusukka tai polyesterihuopasukka voidaan kylmistä hartsilla tai epoksilla. Sujutettava sukka asennetaan paineilman, kuumen höyryn tai veden avulla vanhan viemäriputken sisäpintaa vasten. Linjassa pidetään yllä vakaa ilman tai vedenpaine kunnes putki on kovettunut. Putkistojen haarakohdat aukaistaan sujutuksen jälkeen robottiporalla putken sisäpuolelta. Tämän jälkeen haarakohdat käsitellään massalla tai erillisillä haarakappaleilla tiiveyden takaamiseksi. Alla Suomen PutkistoPalvelu Oy:n havainnekuvat haarakohdan aukaisevasta robottiporasta, sekä asennusrummun toimintaperiaatteesta. (Markelin-Rantala ja Rautiainen 2007, 8.)



Kuva 10,11 Kiinteistoviemäreiden sukkasujutus (Suomen PutkistoPalvelu Oy).

Valmis putkisto on ulkoista painetta kestävä, vanhasta putkesta riippumaton rakenne. Päätyövaiheina on viemäreiden kuivaus ja mekaaninen puhdistus esimerkiksi jyrsimällä. Viemäriin kuvaamisen ja arvioinnin jälkeen alkaa itse sujutus. Valmis työ kuvataan ja dokumentoidaan. Kiinteistöjen linjasaneerauksissa menetelmää käytetään pohja- ja pystyviemäriin, sadevesipystylinjoihin sekä piha- ja tonttviemäriin. (Falck 2011, 31.)

#### 4.2.2 Kuristussujutus

Kuristussujutus-menetelmässä asennettavan putken läpimittaa pienennetään n. 10% mekaanisen kuristimen avulla. Sujutuksen jälkeen muotomuisti palauttaa putken alkuperäiseen kokoonsa ja uusi putki asettuu tiiviisti vanhaa putkea vasten. Kuristussujutusta käytetään yleisesti paineviemäri-, vesijohto-, prosessi- ja kaasuputkissa.. (Markelin-Rantala ja Rautiainen 2007, 9.)

#### 4.2.3 Muotoputkisujutus

Muotoputkitekniikassa vanhaan putkeen asennettava uusi muoviputki taiteetaan kokoon, jotta se pystytään sujuttamaan vanhaan viemäriin. Sujutettu putki pyöristetään paineen avulla, jolloin se painautuu tiiviisti vanhan putken sisäpintaa vasten. Suomessa tunnetuin muotoputkisujutuksessa käytetty tuote on Uponorin Omega-Liner. Kiinteistöjen linjasaneerauksissa menetelmää käytetään pihaviemäreiden, pohjaviemäreiden sekä pystysadevesiviemäreiden taloliittymäsaneeraukseen. Alla havainnekuva muotoputkesta. (Markelin-Rantala ja Rautiainen 2007, 9.)



Kuva 12. Muotoputki (Talotohtori 2015)

#### 4.2.4 Pakkosujutus

Pakkosujutusmenetelmää käytetään linjoissa, joissa putkikokoa halutaan suurentaa tai pitää ennallaan. Pakkosujutuskone leikkaa vahaa putkea leikkaustyökalun avulla ja asentaa uuden muoviputken perässään putkeen. Menetelmää voidaan käyttää betoni- että valurautaputkien saneerauksessa. (Markelin-Rantala ja Rautiainen 2007, 12.)

#### 4.2.5 Pätkäsujuutus

Pätkäsujuutuksessa vanhaan viemäriin asennetaan kaivojen kautta uusi muoviviemäri. Pätkissä olevat putket asennetaan hydraulisten asennustyökalun avulla, jolloin voidaan sujuttaa jopa satoja metrejä kerrallaan. Menetelmää käytetään kiinteistöjen ja pääviemärien saneerauksessa. (Markelin-Rantala ja Rautiainen 2007, 12.)

#### 4.2.6 Pitkäsujuutus

Pitkäsujuutuksessa vanhan saneerattavan putket sisään vedetään halkaisijaltaan vanhaa putkea pienempi putki. Yleensä putken poikkipinta-ala pienenee yhden kokoluokan verran. Esimerkiksi Renos Flexoren® sujutusputki soveltuu viettoviemäreiden joiden halkaisija on 150-300mm uusimiseen. (Markelin-Rantala ja Rautiainen 2007, 13.)



### 4.3 Ruiskuttaminen

EW-liner Oy:n Tubus menetelmä on viemäriputkistolle tarkoitettu saneerausmenetelmä. Menetelmässä vanhaa putkistoa käytetään muuttina uudelle, ruiskutettavalle putkelle. Suomeen Tubus-ruiskutusmenetelmä rautautui vuonna 2005. Ruiskutettavaa massaa on käytetty myös esimerkiksi öljynporaustaluttojen pinnoitteena. Ruotsissa tällä menetelmällä on saneerattu jo yli 20 000 asunnon viemärit.

Valmistajan mukaan polyesteri muovimassaa ruiskutetaan vanhan putken seinämille 2-3 noin yhden millimetrin paksuista kerrosta. Kovettumisen jälkeen putki vastaa uutta viemäriä, joka kannattaa itse itsensä. Työvaiheet ovat kohteen suojaus pahvein, jonka jälkeen ruiskutuskohtat avataan. putken pudistetaan ja huuhdellaan pyörivillä työkalulla. Tämän jälkeen juokseva muovimassa ruiskutetaan vanhan putken sisäpinnalle. Valmis työ kuvataan. ( EW-liner 2016)

Kerrostalojen viemäreiden saneeraaminen ruiskuttamalla on selvästi vähiten käytössä oleva menetelmä. Sukkasujutuksesta poiketen, viemäriin ei tule sukkaa, vaan ainoastaan ruiskutettava massa. Työn lopputulos on täysin massaa ruiskutettavan työmiehen käsissä. Ruiskutettavan putken pinta jää helposti epätasaiseksi ja massan valumista putken alapintaan on vaikea estää.

## 5 AS. OY TURUNTIE 19-21

### 5.1 Kerrostalon esittely

Vuonna 1963 rakennettuun betonikerrostaloon on tullut ajankohtaiseksi linjasaneeraus. Kerrostalossa on lähivuosina tullut useita vesi- ja viemäriputkistoja, jotka viimeistään kertovat putkistojen elinkaaren olevan lopussa.

Talossa on kolme asuinkerrosta, sekä kellari, jossa sijaitsee mm. asukkaiden varastotilat, yhteinen pesutila, sekä lämmönjakokeskus. Kerrostalo on rakennettu pituussuunnassa kahdessa eri osassa, raput D ja C ensin, B ja A jälkeen. Asuinhuoneistoja on 43 kappaletta huoneistoalan ollessa 1816 neliometriä.

Pohjaratkaisultaan asuinkerrokset ovat identtisiä, lukuunottamatta 1. kerroksessa sijaitsevia huoneistoja F1 ja F2, jotka ovat muutettu asuinkäyttöön jälkikäteen. Kyseessä olevat huoneistot ovat remontoitu asianmukaisesti, eikä tarvetta putkien uusimiselle ole. Pohjaratkaisujen yhdenmukaisuus kerrosten välillä mahdollistaa uusien nousuhormien suunnittelemisen kohteeseen.

#### 5.1.1 Lämpöjohtolaitteet

Kerrostalossa on lämmönjakokeskus, joka on uusittu vuonna 2007 ja ne ovat merkkiä Cetetherm. Keskukselta jaetaan lämpö koko kerrostaloon

---

lämpölähteen ollessa kaukolämpö. Lämpöjohtoputkisto on alkuperäinen. Putkiston materiaali on terästä hitsaus- ja kierreliitoksin. Runkoputket on asennettu vesijohtojen ohella kellarin kattoon.

### 5.1.2 Vesijohdot

Kylmävesijohtojen pystynousut ovat sinkittyä teräsputkea. Runkojohteista lähteviin pienempiin haarajohtoihin on käytetty kupariputkea, liitokset messinkijuotoksin. Kellaritilojen käytävän katossa oleva kylmävesijohtorunko on uusittu komposiitiksi. Lämminkäyttövesijohdot ovat kupariputkia, liitokset messinkijuotoksin. Kellaritilojen käytävän katossa oleva lämminvesijohtorunko uusittu komposiitiksi.

### 5.1.3 Viemärijohdot

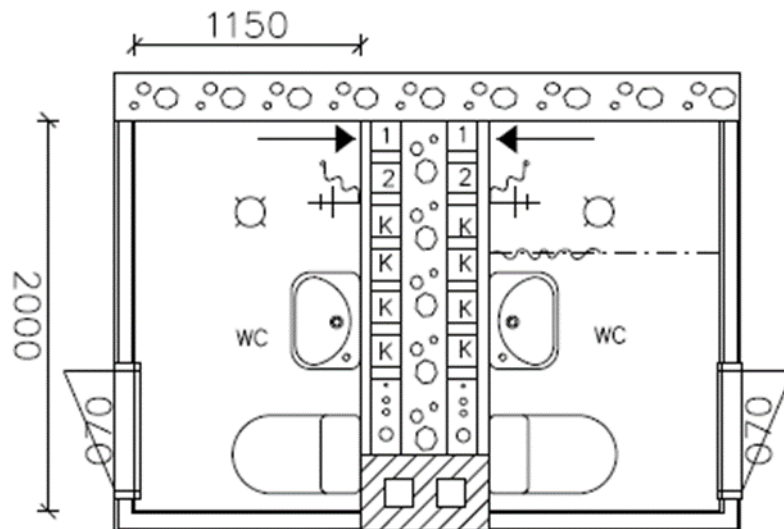
Näkyviltä osin viemäriputket ovat valurautaa. Taloyhtiössä on tapahtunut yksi merkittävä viemärivuoto. Viemärivuoto tapahtui ensimmäisen asukerroksen katossa kulkeneessa viemärin vaakavedossa. Vuoto tapahtui viemärin tukkeutuessa, jolloin jätevedet vuotivat vaakavedossa syöpyneistä rei'istä alakerran huoneistoon. Voidaankin olettaa, että kerrostalon jokainen viemäreiden vaakaveto on huonossa kunnossa. Tämä on merkittävä tieto suunniteltaessa viemäreiden saneeraamista pinnoittamalla, tai sujuttamalla.

## 6 LINJASANEERAUKSEN TOTEUTUSVAIHTOEHTOJA

Kuten jo yllä olen maininnut, jokainen kerrostalo on erilainen, jolloin myös remontit tulee suunnitella yksilökohtaisesti. Kerrostalojen yksilöllisyyden, sekä saneeraustapojen monimuotoisuuden takia, juuri sitä oikeaa saneeraustapaa on vaikea löytää, jos sellaista on edes olemassakaan. Kerron alla omat näkemykseni miten eri linjasaneerausvaihtoehdot sopisi kyseessä olevalle kerrostalolle. Perusteluni pohjautuvat oppimaani tietoon linjasaneerauksesta sekä ammattilaisten kommentteihin.

### 6.1 Märkätilat sekä vedeneristys

Alla oleva kuva (kuva 13) on tyypillinen märkätila As. Oy Turuntie 19 - 21 kerrostalossa. Kerrostalon rakennusvaiheessa märkätiloihin on asennettu kylpyamme, jonka osa asukkaista on ajan saatossa poistanut. Kylpyammeen tilalle useat ovat laittaneet suihkunurkkauksen sekä pyykinpesukoneen.



Kuva 13 Märkätilä1 (Mutkala 2016).

Arvioidessa märkätilojen mahdollista pintojen uusimista putkiremontin yhteydessä, tarkasteluun tulee ottaa tilojen tekninen kunto, käyttötarkoitus, sekä visuaalisuus. Märkätilojen ollessa suurelta osin alkuperäisessä kunnossaan, niiden yleinen ilme on jokseenkin vanhanaikainen. Yleisilmettä tärkeämmässä roolissa on kuitenkin märkätilojen tekninen kunto. Vesivahingot tuottavat kalliita korjaustoimenpiteitä, sekä pahimmassa tapauksessa aiheuttavat pitkäaikaisia terveyshaittoja asukkaille.

Märkätilan vesieristyksen tai -tiiveyden korjaustarpeen arvioimisessa suuressa roolissa on tilojen muuttuminen. Ammeen poistaminen ja suihkutilan rakentaminen edellyttävät rakenteilta huomattavasti alkuperäistä parempaa vedeneristystä. Mahdollinen ongelmapaikka saattaa olla pintalaatan liittyminen seinään. (ymparisto.fi 2016.) Kyseisessä kerrostalossa lattiarakenteen vesieristys on todennäköisesti asennettu pohjalaatan päälle bitumi-huopaeristeellä, tai bitumilla. Alkuperäiskunnossa olevissa seinissä ei ole vedeneristystä. Seinien pintamateriaali on betoni osittaisella laatoituksella. Märkätilat, joista amme poistetaan, tulisikin vedeneristää nykystandardien mukaisiksi.

Kerrostalon märkätiloissa on havaittu yksittäisiä tapauksia, jossa katossa oleva maali on alkanut hilseilemään. Tämä saattaa viitata ylemmän kerroksen lattiarakenteiden vedeneristyksen vuotamisesta. Lisäksi ainakin yhdessä huoneistossa on havaittu pesuhuoneen lattialaattojen irtoamista, sekä vesivahinkoja. Taloyhtiö on vastuussa märkätilojen teknisestä toimivuudesta, joten kyseisen huoneiston lattialaatat sekä vesieristys tullaan uusimaan remontin yhteydessä.

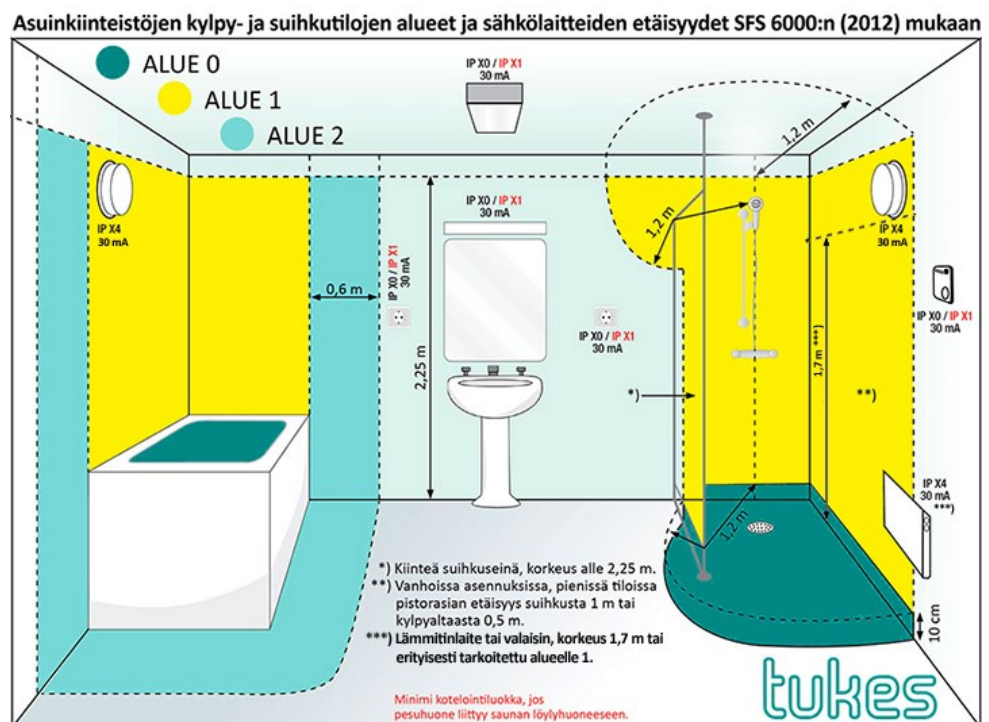
Kyseisessä kohteessa märkätilojen osalta vartenotettavia ratkaisuja on kaksi. Märkätilat joko uusitaan kokonaan ja päivitetään nykysäädösten mukaisiksi. Suurten purkutoimenpiteiden takia tässä vaihtoehdossa myös vesi- ja viemärijohdot kannattaa korvata uusilla putkilla joko vanhojen tilalle, tai vaihtoehtoisesti uusilla nousulinjoilla. Toisessa vaihtoehdossa märkätiloihin ei tehdä rakennemuutoksia. Jos pesuhuoneisiin ei tehdä muutoksia, on vesi- ja viemäriputkille löydettävä uudet reitit tai olemassa olevat putket on

kunnostettava. Jos märkätiloihin ei tehdä muutoksia, on riski, että tulevina vuosina vesieristysten korjaustarpeet voivat lisääntyä.

## 6.2 Märkätilojen sähköasennukset

Vaikkakin Turuntien sähköjärjestelmä saattaisi kestää toimivana vielä monia vuosia, on järjestelmän päivittäminen putkiremontin yhteydessä silti järkevää. Huoneistojen nousujohdot sekä asuntojen ryhmäkeskukset ovat kapasiteetiltaan riittämättömät tämän hetken mitoitusohjeiden suhteen. Myös sähkövarustus on osin riittämätön nykyisten varustelutasosuosituksiin verraten.

Kylpyhuoneen tiloissa sähkön käytön olosuhteet ovat tavallista asuinhuonetta vaarallisemmat, koska märän ihon sähkövastus on pienentynyt ja keho on samalla myös todennäköisesti yhteydessä maan potentiaaliin. SFS-EN 6000-7- 701 vaatimusten mukaan märkätilojen pistorasiat tulee varustaa vikavirtasuojauksella. Myös Turuntielle on kannattavaa päivittää sähköjärjestelmät uusien säädösten mukaiseksi. (RT-ohjekortti RT 84-11093 16)



Kuva 14 Sähkölaitteiden etäisyydet SFS 6000 2012 mukaan. (Tukes 2016)

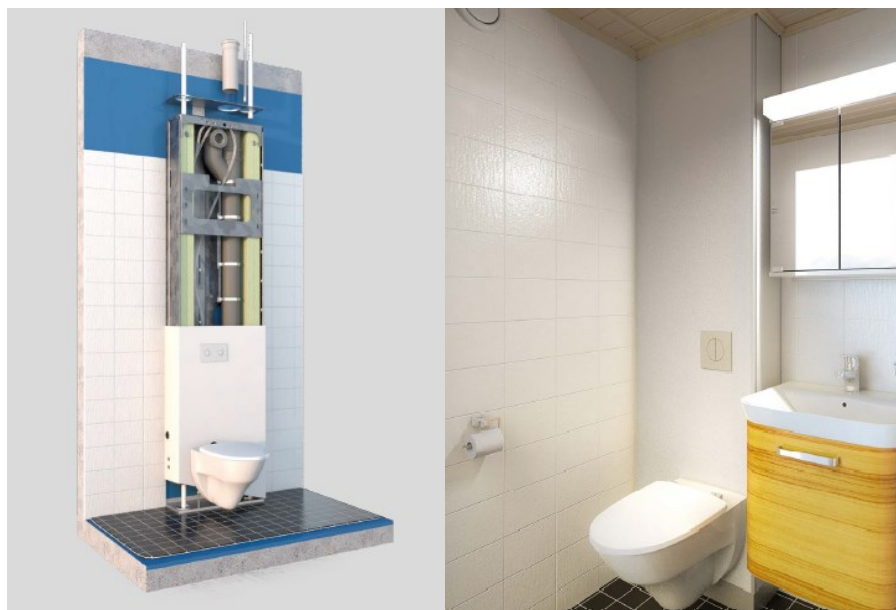
Kuvassa 14 havainnollistetaan sähkölaitteiden asennusetäisyyksiä. Alueille 0,1 ja 2 on asetettu erilliset vaatimukset sekä rajoitukset. Esimerkiksi 0-alueelle kytkinlaitteiden asentaminen ei ole sallittua. Laitteiden tulee olla kiinnitetty ja liitetty pysyvästi ja suojattu SELV-järjestelmällä. (Tukes.fi 2016) Turuntien märkätilojen sähköasennukset tuleekin asentaa vaatimusten mukaisesti. Vanhat epäturvalliset sähköasennukset poistetaan.

[www.sahkoala.fi](http://www.sahkoala.fi) kertoo, että kaikkia pienjännitesähköasennuksia koskeva SFS-standardi 6000 uudistuu vuonna 2017. ”Standardin uudistustyöstä vastaavan SESKO:n komitea 64:n puheenjohtajan, Sähköinfo Oy:n teknisen johtajan Esa Tiaisen mukaan standardin suurin yksittäinen muutos tulee olemaan vikavirtasuojausvaatimuksen lisääminen koskemaan myös valaistusrhymiä.” Tämä tarkoittaa, että myös Turuntien valaisimet on kannattavaa kytkeä vikavirtasuojan piiriin.

### 6.3 Viemärit

Kyseisessä kerrostalossa varteenotettavat vaihtoehdot viemäreiden saneeraamiseen ovat viemäreiden sukkasujutus tai viemäreiden uusiminen. Ruis-kuttamalla tai pinnoittamalla saneeraaminen on vähäisten kokemusten takia pienemmällä tarkastelulla. Merkittävimpiä eroja sukkasujutuksen ja viemäreiden täydellisessä uusimisessa on se, että sujutuksessa pintamateriaaleihin sekä rakenteisiin tehdään mahdollisimman vähän muutoksia, jolloin remon-tin rahallinen panostus vähenee.

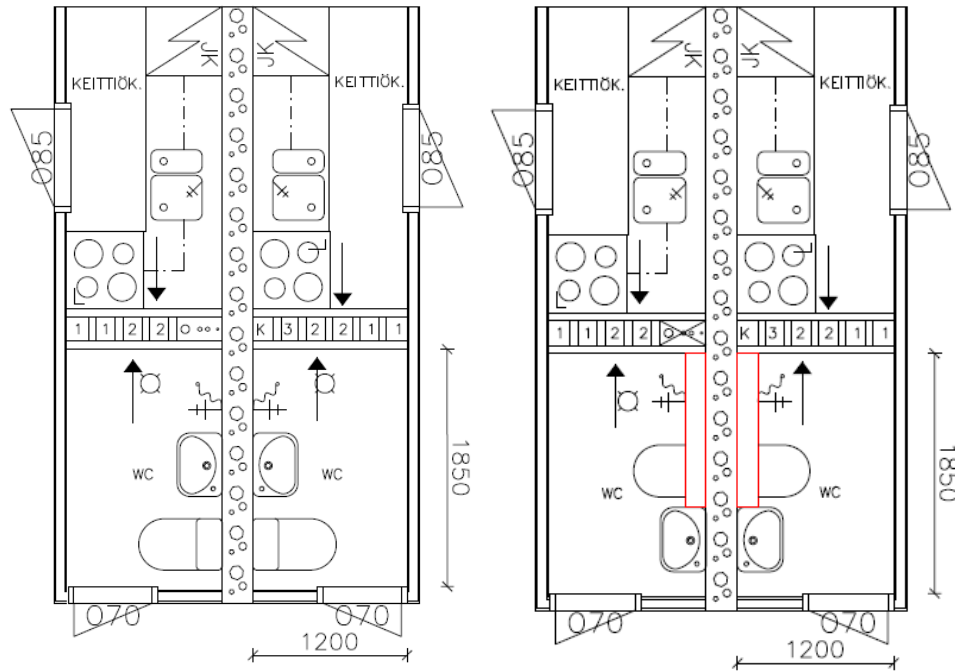
Viemäreiden korvaaminen uusilla putkilla voidaan tehdä kahdella eri tapaa. Viemärit asennetaan vanhojen putkien tilalle, tai viemäreille etisitään vaihtoehdotoinen reitti. Jos viemäreille ja mahdollisesti vesijohdoille löydetään uusi järkevä nousulinja, säästytään vanhojen nousulinjojen purkamiselta. Vanhat johdot pestään ja tulpataan. Uusien reittien huonoina puolina voidaan luetella huoneistojen mahdollinen tilanmenetyk, sekä suurien koteloiden tai asennusseini- ulkonäkö. Alla on esimerkkikuvat Uponor R21- kasetilla toteutetusta nousulinjasta. Esivalmistetussa kotelossa kulkee vesi- ja viemäriputket. Viemärit liitetään yhteen alemman kerroksen alaslaskuti- lassa.



Kuva 15,16 Uponor R21-kasetti (Uponor 2016).

Osassa kerrostalon märkätiloja on huoneistojen välillä yhteinen viemäri- nousu (kuva 16). Tämä hankaloittaa putkien korjaamista. Useat liitokset

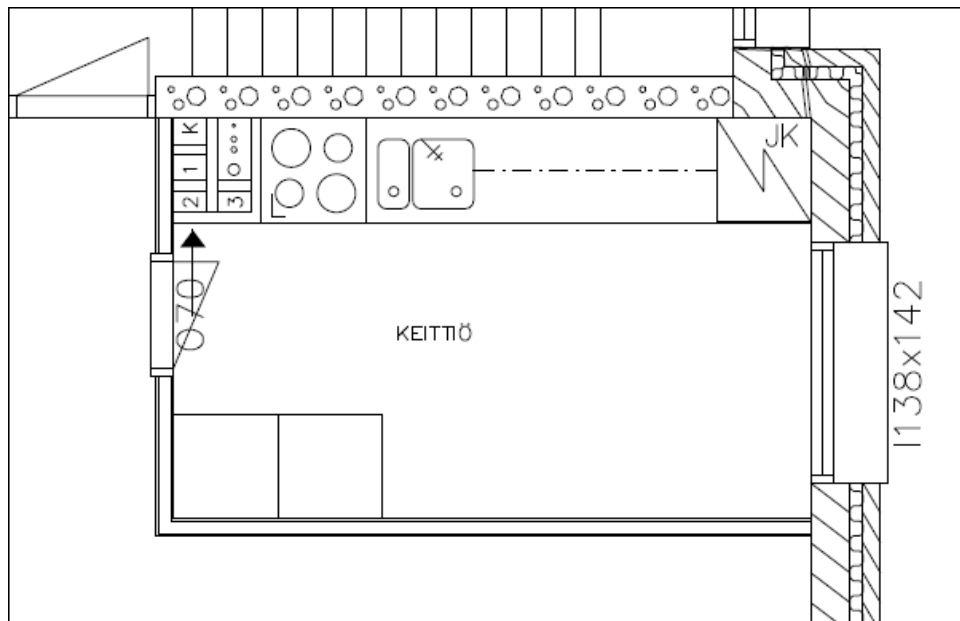
sekä vaakavedot ovat myös herkempiä asennusvirheille sekä vaurioille, kuin lyhyet ja selkeät linjat. Tässä tapauksessa uusien viemäriinjojen teko kyseessäoleviin märkätiloihin on vartenotettava vaihtoehto.



Kuva 17 Yhteinen viemärinousu, kuva 18 Ehdotus uusista vesi- ja viemärinousuista (Mutkala 2016).

Kuvan 17 tapauksessa, jossa on rakennettu uudet nousulinjat vesi- ja viemäriputkille, oikeanpuoleisen keittiön vesi- ja viemäriputket tulisi viedä vaakavedoin viereiseen huoneistoon. Tällä toimenpiteellä ilmanvaihtohormien läpi ei tarvitsisi tuoda putkia. Toinen vaihtoehto on piikata keittiön vesi- ja viemärijohtot hellan alta hormin numero kolme läpi. Kyseinen hormi on 3. kerroksen poistoilmahormi, joten putkien läpiviennit ensimmäisen, toisen ja kolmannen kerroksen lattiassa eivät häiritse hormin teknistä toimivuutta. Huomioitavaa on, että hormit tulee kartoittaa ennen purkutöitä, jotta voidaan olla varmoja kuvien paikkansapitävyydestä.

Osassa huoneistoja on erillinen nousulinja keittiön vesikalusteille (kuva 18). Näissä kohdissa uuden nousulinjan löytäminen ilman keittiöjärjestyksien muuttamista on hankalaa. Suunnittelua hankaloittaa myös se, että osa osakkaista on muuttanut keittiöjärjestystä. Ellei huoneiston omistaja erikseen halua, että keittiökalusteita uusitaan putkiremontin yhteydessä, on tärkeitä minimoida kalusteiden irroittaminen ja muokkaaminen. Täten putkien uusiminen vanhojen putkien tilalle saattaa osoittautua järkevimmäksi toteutustavaksi keittiöiden osalta, vaikkakin myös tällä vaihtoehdolla keittiökalusteita tulee irroittaa/vaihtaa, sekä pintoja täytyy uusida ainakin hormin osalta.



Kuva 19 Keittiö (Mutkala 2016).

#### 6.4 Vesijohdot

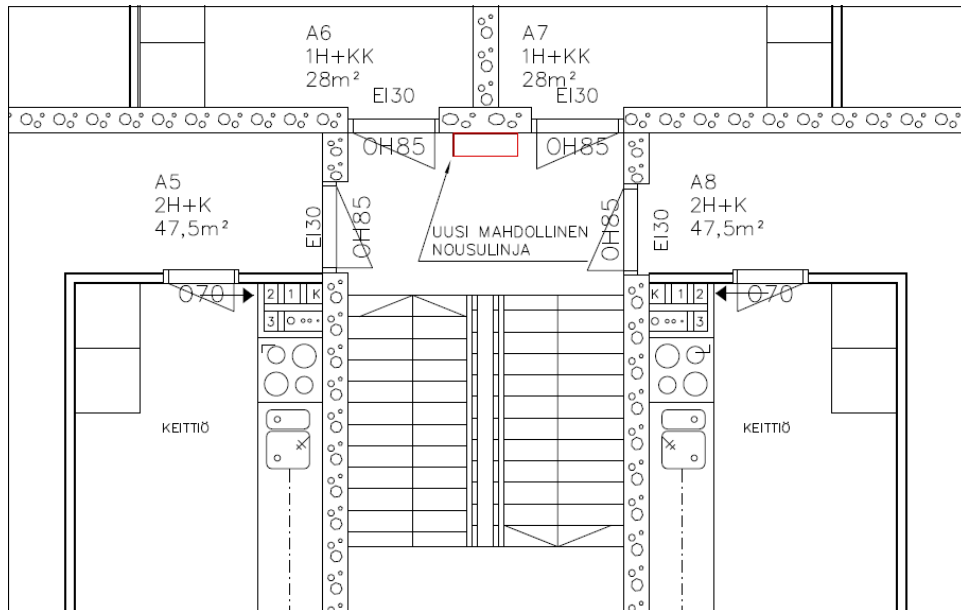
Vesiputkistojen saneerausvaihtoehdot voidaan jakaa kahteen eri kategori-  
aan. Vanhat olemassa olevat putket voidaan pinnoittaa, tai putket vaihde-  
taan kokonaan uusiin putkiin. Sujutus ei ole vaihtoehto halkaisijaltaan näin  
pienille putkille.

Kuten jo yllä olen maininnut, putkistojen pinnoittaminen kerrostalokoh-  
teissa ei ole saanut suurta suosiota teknisen toimivuuden sekä putkistojen  
elinkaaren ollessa vaikea ennustaa. Täten pinnoittamista ei voitane suosi-  
tella, vaikka pinnoittamisen hinta on yleisesti ottaen karkeasti puolet hal-  
vempi tapa toteuttaa talousvesiputkistosaneeraus kuin putkien uusiminen.

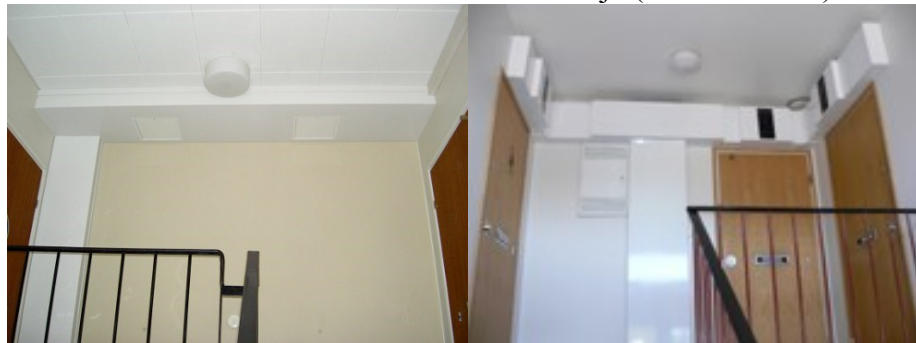
Ylläolevien syiden takia, järkevänä saneerausvaihtoehtona voidaan pitää  
vain vesijohtojen korvaamista uusilla putkilla. Koska yleisesti ottaen vesi-  
johdot voidaan sijoittaa aina viemärijohtojen kanssa samaan hormiin, tulee  
suunnittelussa huomioida viemäriputkien sijoittaminen/ saneeraustapa en-  
nen vesiputkien sijoittamista. Jos viemäriputket uusitaan vanhojen putkien  
paikoille, on selkeä ratkaisu asentaa myös vesiputket samaan tilaan viemä-  
reiden kanssa. Sama pätee myös uusien viemärinousuhormien kanssa. Huo-  
mioon tulee ottaa rakennusvalvonnan kanta vesi- ja viemärijohtojen sijoit-  
tamisessa rakenteiden sisään. Rakennusvalvonnan kanta Hämeenlinnassa  
on, että vesijohdot voidaan asentaa kiinteiden rakenteiden sisään, jos put-  
kiin asennetaan vuotoilmaisimet. (Riekkinen 2016)

Jos viemäriputket korjataan sujuttamalla uusi putki vanhan sisään, myös ve-  
siputket pyritään uusimaan siten, että rakenteiden purkaminen voidaan mi-  
nimoida. Tällöin vesiputkille on löydettävä uusi nousureitti. Pienille vesi-

putkille on huomattavasti helpompi löytää uusi nousulinja, kuin viemäriputkille. Vesiputkista ei tule meluhaittaa, joten kevyt muovilista riittää peittämään putkien vaakavedot katon ylärajassa. Uusi nousulinja sijoitetaan siten, että haarat huoneistoihin on helposti asennettavissa. Pintavedoissa pyritään mahdollisimman lyhyisiin vetoihin, ei niinkään kustannusteknisestä, vaan näöllisistä syistä. Uusi nousulinja asennetaan usein porrashuoneeseen. Myös kyseisessä kerrostalossa porrashuoneeseen voidaan rakentaa uusi nousulinja (kuva 19). Kuvat 20 ja 21 ovat esimerkkejä, miten vesiputket voidaan tuoda porrashuoneesta asuinhuoneistoihin.



Kuva 20 Porrashuoneen mahdollinen nousulinja (Mutkala 2016).



Kuva 21 Ekokotelo (Ekokotelo 2016), Kuva 22 Kotelot (Cupori 2016)

## 7 VESIPUTKIEN MATERIAALI

Putkistojen materiaalivalinnat voivat määrittää merkittävästi putkiston tulevaa elinikää. Esimerkiksi käyttöveden laatu sekä mekaaniset kuormitukset putkistolle voivat vaurioittaa ja lyhentää putkiston oletettua käyttöikää. Täten suunnitelmissa tuleekin ottaa tarkoin huomioon materiaalien soveltuvuus kyseiseen kohteeseen.



## 7.1 Muoviputket

Suomessa on havaittu muutamia tapauksia jossa uusista muovisista vesiputkistoista irtoaa talousveteen tavanomaisesta poikkeavaa hajua ja makua. Havainnot on tehty uusista tai vastikään putkiremontoiduista rakennuksista. Maku- ja hajuhaittojen syynä on veteen liuenneet yhdisteet, jotka ovat helposti aistinvaraisesti havaittavissa. (Ympäristöministeriö 2014.)

Ongelma syntyy, kun muovimateriaalista liukenee veteen yhdisteitä, jotka ovat helposti aistinvaraisesti havaittavissa. VTT Expert Service Oy:n tekemän tutkimuksen mukaan ainakin kahdelta eri valmistajalta on löytynyt muovisia PEX-putkieriä, jotka eivät ole täyttäneet vaadittavaa teknistä tasoa. Näyttöä terveydellisestä vaarasta ei ole havaittu, mutta kaikkien vedessä esiintyvien aineiden vaikutuksia ei tunneta. Toisin kuin kupariputkien kanssa, talousveden laadun vaikutuksista muoviputkiin on vähän tutkimustietoa. (Ympäristöministeriö 2014.)

## 7.2 Kupariputket

Kupariputkia on käytetty vuosikymmenten ajan ja ne ovat todettu hyväksi materiaaliksi käyttövesiputkistoissa mm. sen hyvän korroosiokestävyyden, kilpailukykyisen hintansa sekä mekaanisen lujuutensa ansiosta. Vaikka kuparilla on yleensä hyvä korroosiokestävyys johtuen siitä, että se kuuluu jaloihin metalleihin, epäsuotuisissa olosuhteissa kupariputket voivat syöpyä jo vuosien käytön jälkeen. (Kekki 2008, 143.)

Kupariputken vauriomekanismit liittyvät pääasiassa asennusvirheisiin, veden laatuun sekä käyttöolosuhteisiin. Nämä kaikki vaikuttavat ja tietyissä olosuhteissa edistävät kupariputkissa esiintyviä korroosimuotoja. Veden laadulla on suuri merkitys korroosioon. Veden laatu voi vaikuttaa kupariputken sisäpinnalle syntyvän suojaavan oksidikerroksen muodostumiseen. Esimerkiksi pistekorroosion riski lisääntyy kun putkissa virtaava vesi on pehmeä, hapan tai sulfaattipitoinen. Tavallista korkeampien rauta-, alumiini- ja mangaanipitoisuuksien tiedetään myös aiheuttavan korroosiota. (Kekki ym 2008). Vaikka Hämeenlinnassa veden laadussa ei ole mitattu suuria määriä kuparin korroosiota edistäviä aineita, monien putkisuunnittelijoiden kanta Hämeenlinnassa on, että muovi/ komposiitti on ensisijainen materiaali käyttöveden runkojohdoksi. Alla näkyy HS-veden antama mittaustulokset veden laadusta eri taajamissa. (Kekki 2008, 68.), (Pekkola 2016.)

Käyttöveden tyypillisiä ominaisuuksia

	Akaa	Hattula	Hauho	Hämeenlinna	Kalvola	Lammi-Tuulos	Renko
Kovuus	pehmeä	pehmeä/ keskikova	pehmeä	pehmeä	pehmeä	erittäin pehmeä/ pehmeä	erittäin pehmeä/ pehmeä
mmol/l	0.6-1.0	0.9-1.2	0.7 - 0.9	0.6-1.0	0.7-0.9	0.3-0.7	0.3 - 0.6
°dH	3.4-5.6	5.0-6.7	3.9-5.0	3.4-5.6	3.9-5.0	1.7 - 4.0	1.7-3.3
pH	7.5-7.9	7.1-7.9	7.1 - 7.7	7.5-7.9	7.4-7.9	7.2-8.0	6.4-8.1
Rauta µg/l	20-150	20-160	<10 - 20	<10-150	<10-35	<10-200	<10-45
Mangaani µg/l	20-45	<1-15	<1-10	<1-45	<1-30	<1-5	<1-10

Kuva 23 Käyttöveden tyypillisiä ominaisuuksia (HS-vesi 2015).

## 8 VIEMÄRIPUTKISTON MATERIAALI

Taloyhtiön päätyessä perinteiseen putkiremonttiin, viemäreiden materiaalina voidaan käyttää valurautaa tai muovia. Molemmilla materiaaleilla on hyvät, sekä huonot puolet. Putkien vauriomekanismit poikkeavat toistaan huomattavasti. Alla kerron valurautaviemäreiden sekä muoviviemäreiden yleisimpiä vaurion aiheuttajia.

### 8.1 Valurautaviemäri

Valurautaputkissa yleisimmät kemialliset vauriomekanismit ovat selektiivinen korrosio. Selektiivisessä korroosiossa valurautaputki grafitoituu. Tällöin ferriitti syöpyy, ja jäljelle jää vain hauras grafiittisuomurunko. Grafitoitunut kohta on hauras ja helposti murtuva. Ferriitin syöpymisriskiä lisää hapan ja pehmeä vesi.



Kuva 24 Pahasti syöpynyt valurautaputki (Satpa 2016).

---

Viemäreissä myös mikrobitoiminta aiheuttaa valuraudan syöpymistä. Jätevesien bakteeritoiminta voi muodostaa orgaanisesti ja epäorgaanisesti rikkivetyä. Epäorgaaniset rikkihydriidit nousevat putken yläpintaan, jolloin bakteerit hapettavat rikkivetyä rikkihapoksi. Syntynyt rikkihappo syövyttää valurautaputken yläpintaa. (Kekki 2008, 44.)

## 8.2 Muoviviemäri

Muoviviemäreiden vauriomekanismit ja käyttöikään vaikuttavat tekijät voidaan jakaa ympäristö-, kuormitus- sekä materiaalitekijöihin. Ympäristötekijöitä ovat kemiallisesti aggressiiviset kaasut, nesteet, kiinteät partikkelit, UV-säteily, radioaktiivinen säteily sekä mikrobiologinen toiminta. Kuormitusrasituksia ovat lämpötila, paine, sekä niiden vaihtelut. Materiaalina muoviviemärit ovat teräsputkia alttiimpia mekaanisille vaurioille. Merkittävänä eroavuuksina voidaan pitää myös heikompaa lämpötilan sekä UV-säteilyn sietokykyä. (LVV-kuntotutkimusopas 2013.)

Muovi- ja valurautaviemärien yleiset soveltuvuusominaisuudet kyseiseen kohteeseen eivät merkittävästi poikkea toisistaan. Kummallekin materiaalille ennustetaan noin 50 vuoden käyttöikä. Merkittävimmät erot ovat muoviviemärien helppo asennettavuus sekä työstettävyys. Muoviviemärien haittapuolina voidaan sanoa huono äänieristävyys sekä palonkestävyys. Äänieristävyyttä voidaan lisätä eristeillä ja rakenteilla. Palotilanteessa muoviviemärit sulavat, jolloin osastoivan läpiviennin paloeristävä tiivistys ei enää riitä. Palo-osastoinnit tuleekin toteuttaa esimerkiksi palomansetein.

## 9 LÄMMITYSVERKOSTO

Lämmitysverkostojen materiaalina voidaan käyttää hiiliteräsputkia, diffuusiosuojattua muovi ja komposiittiputkea sekä sinkittyä teräsputkea. (Mäkiö 1990, 162.) Kyseisessä taloyhtiössä lämmitysverkoston uusiminen ei ole ajankohtainen. Verkostolle ennustetaan vielä pitkää käyttöaikaa, joten sitä ei uusita.

## 10 YHTEENVETO

Työni tarkoitus oli saada kattava kuva linjasaneerausvaihtoehdoista, sekä niiden soveltuvuudesta kohteeseen As. Oy Turuntie-19.21. Jo työni alkuvaiheessa huomasin, että kerrostalot ovat yksilöitä, joten linjasaneerauksen suunnittelu täysin työpöydän kautta on mahdotonta. Sain kattavan kuvan kerrostalon talotekniikan kunnosta, sillä pääsin mukaan suunnittelupalaveriin, jotka pidettiin kohteessa. Myös tekemäni tarkemittaukset huoneis-

---

toihin antoivat kuvan kerrostalon kunnosta. Perehtyessään linjasaneerausvaihtoehtoihin, esille nousi kaksi potentiaalista vaihtoehtoa linjasaneeraukselle kyseiseen kohteeseen. Ensimmäinen on niin kutsuttu perinteinen putkiremontti, toisessa vaihtoehdossa viemärit sukitetaan ja vesijohdot uusitaan.

### 10.1 Perinteinen putkiremontti Turuntielle

Varma tapa toteuttaa linjasaneeraus kyseiseen kohteeseen on perinteinen putkiremontti, jossa vesieristys lisätään ja pinnat uusitaan märkätiloihin. Puhelinhaastattelun perusteella myös Hämeenlinnan rakennusvalvonta suosittelee putkiremonttimallia, jossa putket ja märkätilat uusitaan. (Riekkinen 2016)

Purkuvaiheessa hormi, jossa vesi- ja viemärijohdot sijaitsevat, puretaan ja tilalle asennetaan uudet putket vuotoilmasimin. Tämän jälkeen tila koteloidaan, vesieristetään ja verhoillaan. Putket voidaan myös asentaa siten, että putkille saadaan huoltoluukku. Tässä vaihtoehdossa vanha nousuhormin tila, jossa viemärit ja vesiputket sijaitsevat vesieristetään. Tila peitetään huoltoluukulla. Vesikalusteet sijoitetaan siten, ettei mahdollinen tarkastus- tai huoltoluukku ole suorassa kosketuksessa veden kanssa. Märkätiloihin, joissa on yhteinen nousuhormi viereisen huoneiston kanssa, rakennetaan uudet nousuhormit Uponorin 21-kasetein.

### 10.2 Sukkasujutus ja vesiputkien uusiminen Turuntielle

Toinen vaihtoehto on viemäreiden sukkasujutus sekä vesiputkien sijoittaminen porrashuoneisiin. Vesiputkien sijoittaminen porrashuoneistoon on osakkaille yhdenvertainen sijoituspaikka, eikä huoneistopinta-alaa menetä. Ennen vesiputkien asennusta tulee kartoittaa viemäriputkiston kunto. Jos viemärit ovat oletettua huonommassa kunnossa, eivätkä ne kestä mekaanista puhdistusta, ei viemäreitä voida sujuttaa.

Märkätiloihin tehdään mahdollisimman vähän muutoksia, eikä vedeneristystä asenneta. Tämä on tiedostettu riski, sillä märkätilojen vedeneristävyyden pitävyydestä ei voida olla täysin varmoja. Huomioitavaa on myös se, että kylpyhuoneiden kosteusrasitus tulee nousemaan, jos osakas poistaa kylpyhuoneesta ammeen. Vedeneristyksien mahdollinen pettäminen tulevaisuudessa on taloyhtiölle kallis korjauskohde. Rakenteiden kuivaaminen ja kylpyhuoneiden saneeraaminen yksitellen voi kustantaa jopa kaksi kertaa enemmän, kuin kylpyhuoneiden saneeraaminen putkiremontin yhteydessä.

### 10.3 Kustannukset sekä jälleenmyyntiarvo

---

Putkiremontin vaihtoehtoja vertaillen suuressa roolissa on linjasaneerauksen kustannus. Linjasaneerauksen kokonaishinnan lisäksi todelliseen hintaan tulee huomioida saneeraustavan oletettu elinikä, toteutustavasta johtuvat riskitekijät, sekä osakkeen mahdollinen hintamuutos.

Sekä perinteiselle putkiremontille, että sukkasujutus vaihtoehdolle oletetaan noin 50 vuoden elinkaarta. Huomioitavaa on kuitenkin se, että sujutusmenetelmät kiinteistöjen linjasaneerauksissa ovat rantautuneet Suomeen vasta 2005 vuonna, eikä todellista elinikää täten voida varmistaa.

Talokeskuksen teettämien kustannusarvioiden mukaan perinteinen linjasaneeraus kyseiseen kohteeseen tulisi kustantamaan 865e/m<sup>2</sup>. Sukkasujutusvaihtoehto 503e/m<sup>2</sup>. Välittömien kustannusten lisäksi huoneistojen arvomuutosta tulisi pohtia. Sijoittajat ja ostajat arvostavat perinteistä linjasaneerausta päivitettyjen pintojen, sekä uusittujen rakenteiden takia. Voidaankin olettaa, että perinteisellä tavalla linjasaneeratun huoneiston jälleenmyyntiarvo on korkeampi, mitä nykyaikaisilla saneerausmenetelmillä korjatun huoneiston. Vaikeampaa onkin arvioida, kuinka paljon enemmän ostaja on valmis maksamaan perinteisellä tavalla remontoidusta huoneistosta. Alla olevassa kaaviossa olen listannut Hämeenlinnassa myytävien kerrostalohuoneistojen myyntihinnat 2.10.2016. Listaukseen olen valinnut huoneistot, jotka sijaitsevat postialueella 13100, ja joihin on tehty putkistoremontti viimeisen kymmenen vuoden aikana. Myynti-ilmoituksesta tuli selvitä miten putkistoremontti on tehty. Taulukosta nähdään, että perinteisellä putkiremontilla toteutetuissa huoneistoissa myyntihinta on keskimäärin 169 - 277 e/m<sup>2</sup> korkeampi, kuin nykyaikaisilla menetelmillä saneeratuissa huoneistoissa. Huomioitavaa on, että alla olevasta tilastosta voidaan saada vain osviittaa putkiremonttien vaikutuksesta markkinahintaan. Kylpyhuoneiden kunto on vain yksi huoneiston myyntihintaan vaikuttavista tekijöistä. Lisäksi huoneistojen todellinen myyntihinta voi erota paljonkin pyyntihinnasta. Myös tilaston suppeus vaikeuttaa arviointia.

Kerrostalojen hinnat postialueella 13100, joissa 10 vuoden sisälle tehty linjasaneeraus  
2.10.2016

Perinteinen putkiremontti kaksio (2h)		Nykyaikainen putkiremontti kaksio (2h) joissa kylpyhuoneet alkuperäisessä kunnossa	
Hinta e/m <sup>2</sup>	Osoite	Hinta e/m <sup>2</sup>	Osoite
2000	Hallituskatu 4	1777	Birger Jaarlin katu 3
2838	Rauhankatu 4 C	2864	Sibeliuksenkatu 1
2368	Sibeliuksenkatu 4 F	2314	Sibeliuksenkatu 1
2193	Eteläkatu 10	1904	Hallituskatu 34 B
2525	Eteläkatu 10	2337	Turuntie 3
2242	Saaristenkatu 23 B	1780	Louhimokatu 3
2389	Lukiokatu 29 B		
2 102	Torikatu 32		
2332	ka e/m <sup>2</sup>	2163	ka e/m <sup>2</sup>

Perinteinen putkiremontti kolmio (3h)		Nykyaikainen putkiremontti kolmio (3h)	
Hinta e/m <sup>2</sup>	Osoite	Hinta e/m <sup>2</sup>	Osoite
1717	1717 Raatihuoneenkatu 13	2133	2133 Palokunnankatu 28
2342	2342 Rauhankatu 18	1671	1671 Ansiomäentie 3-5
2138	2138 Hallituskatu 4 A,		
2244	2244 Birger Jaarlinkatu 21		
2453	2453 Linnaniemenkatu 8		
2179	ka e/m <sup>2</sup>	1902	ka e/m <sup>2</sup>

Kuva 25 Kerrostalojen hinnat postialueella 13100, joissa 10 vuoden sisällä tehty linjasaneeraus (Mutkala 2016).

Sekä perinteisellä- että vaihtoehtosin menetelmin tehdyllä linjasaneerauksella on hyvät, että huonot puolet. Jos märkätilat eivät vaadi rakenteellista muutosta tulevaisuudessakaan, viemäreiden sukkasukitus on varteenotettava vaihtoehto linjasaneeraukseen. Lopullista valintaa tehdessä onkin tärkeätä, että tilaajalle on selvitetty kohteen mahdolliset korjausvaihtoehdot sekä niiden kustannukset ja riskit.

---

## LÄHTEET

- Paiho, S. Heimonen, I. Kouhia, I. Nykänen, E.  
Nykänen, V. Riihimäki, M. Vainio, T. (2009). Taloyhtiöiden putkiremontit. *Putkiremonttien uudet hankinta ja palvelumallit*. Haettu 25.8.2016 osoitteesta [http://www.vtt.fi/Documents/2009\\_T2483.pdf](http://www.vtt.fi/Documents/2009_T2483.pdf)
- Lehtinen, E. Nippala, E. Jaakkonen, L. Nuutila, H. (2005) Poistuma ja vauraus. *Asuinrakennukset vuoteen 2025*. Haettu 1.8.2016 osoitteesta [http://www.vtt.fi/inf/julkaisut/muut/2005/asuinrakennukset\\_vuoteen\\_2025.pdf](http://www.vtt.fi/inf/julkaisut/muut/2005/asuinrakennukset_vuoteen_2025.pdf)
- Falck, T. (2011) *Nykyaikaiset putkiremonttimenetelmät* Porvoo: Suomen Lehtiyhtymä Oy/Kirjapaino Uusimaa
- Mäkiö, E. (1990). *Kerrostalot 1940-1960*. Porvoo: WSOY:n graafiset laitokset
- Mäkiö, E. (1994). *Kerrostalot 1960-1975*. Helsinki: Rakennustieto Oy
- Pekkola (2016) LVI-suunnittelijan haastattelu 24.6.2016 Hämeenlinna
- Riekkinen, P (2016) Hämeenlinnan LVI-tarkastusinsinöörin puhelinhaastattelu 13.11.2016 Hämeenlinna
- Laksola, J. (2007). *Onnistunut putkistoremontti* Jyväskylä: Gummerus Kirjapaino Oy
- Ruuskanen, L. (2013). Palvelujen saatavuus Suomessa (2013). *Viemäreiden ja vesijohtojen pinnoitusmenetelmät*. Haettu 12.8.2016 osoitteesta <http://docplayer.fi/2985103-Viemareiden-ja-vesijohtojen-pinnoitusmenetelmat.html>
- Markelin-Rantala ja Rautiainen (2007). Viemäriputkistojen sujutusmenetelmät *Asuinrakennusten viemäri- ja käyttövesiputkistojen pinnoitusmenetelmät esiselvitys*. Haettu 28.8.2016 osoitteesta [linjasaneeraus.vtt.fi/hankkeen\\_aineistoa/PutketPinnoitus\\_14.04.08.pdf](http://www.vtt.fi/hankkeen_aineistoa/PutketPinnoitus_14.04.08.pdf)
- EW-liner (2016) Haettu 13.7.2016 osoitteesta <http://www.ew-liner.fi/>
- Ymparisto.fi (2016) 1960-luvun kerrostalon märkätilan saneeraus. Haettu 13.7.2016 osoitteesta [http://www.ymparisto.fi/FI/Rakentaminen/Korjaustieto/Taloyhtiot/Korjaushankkeet/Markatilojen\\_korjaukset/1960luvun\\_kerrostalo](http://www.ymparisto.fi/FI/Rakentaminen/Korjaustieto/Taloyhtiot/Korjaushankkeet/Markatilojen_korjaukset/1960luvun_kerrostalo)
- Ympäristöministeriö (2014). 1. Mitä ongelmia putkissa on havaittu? *Vesijohdoista aiheutuvat haju- ja makuhaitat: kysymyksiä ja vastauksia* Haettu

4.9.2016 osoitteesta [http://www.ym.fi/fi-FI/Ajankohtaista/Vesijohdoista\\_aiheutuvat\\_haju\\_ ja\\_makuhai\(30364\)](http://www.ym.fi/fi-FI/Ajankohtaista/Vesijohdoista_aiheutuvat_haju_ ja_makuhai(30364))

RVV-käsikirja, 7. painos. (1987). *Suomen Kunnallisteknillisen Yhdistyksen julkaisuja N:o 7*. Porvoo: Oy Uusimaa.

LVV-kuntotutkimusopas (2013). *Opas lämmitys-, vesi- ja viemäriverkostojen kuntotutkimuksiin*. Helsinki: Suomen LVI-liitto.

Uponor (2012). *Uponor Cefo Suunnittelu- ja asennusohje* Haettu 27.9.2016 osoitteesta [https://www.uponor.fi/.../cefo/.../14009\\_cefo\\_kasik\\_standard\\_230412.p...](https://www.uponor.fi/.../cefo/.../14009_cefo_kasik_standard_230412.p...)

LVI-ohjekortti 20-10348 (2004). *Putkistojen asennus 2004*. Helsinki: Rakennustieto Oy.

RT-ohjekortti RT 84-11093 (2012). *Asuntojen märkätilojen korjaus*. Helsinki: Rakennustieto Oy.

Tukes (2016) *Kylpyhuoneen sähköasennusten uusiminen* Haettu 14.12.2016 osoitteesta <http://www.tukes.fi/fi/Toimialat/Sahko-ja-his-sit/Sahkolaitteistot/kylpyhuoneen-sahkoasennukset-kaytanta/>

kuvat

VTT (2009). Kerrostalojen putkistojen saneeraustarve. Haettu 23.7.2016 osoitteesta [http://www.vtt.fi/Documents/2009\\_T2483.pdf](http://www.vtt.fi/Documents/2009_T2483.pdf)

Uponor (2013) Tekniikkaseinä. Haettu 23.6.2016 osoitteesta [https://www.uponor.fi/tuotejarjestelmat/talotekniikkaelementit/tekniikkaseina\\_talotekniikalle.aspx](https://www.uponor.fi/tuotejarjestelmat/talotekniikkaelementit/tekniikkaseina_talotekniikalle.aspx)

Pipeliner (2016) Pipeliner-menetelmän kuivaus, puhdistus ja pinnoitusvaiheet. haettu 13.7.2016 osoitteesta <http://pipeliner.fi/saneerausmenetelma/>  
Suomen PutkistoPalvelu Oy (2016). Kiinteistoviemäreiden sukkasujutus. Haettu 13.7.2016 osoitteesta <http://www.rttuotetieto.fi/yritykset/34027/suomen-putkisto-palvelu-oy>

Talotohtori (2015) . Muotoputki Haettu 28.8.2016 osoitteesta <http://taloyhtiotohtori.fi/muotoputkisujutus/>

HS-vesi (2015) Käyttöveden tyypillisiä ominaisuuksia. Haettu 4.9.2016 osoitteesta [www.hsvesi.fi/LiiteTiedostoNayta.asb?DokumenttiID=438899&TauluNimi...](http://www.hsvesi.fi/LiiteTiedostoNayta.asb?DokumenttiID=438899&TauluNimi...)



---

Satpa (2016) Putkiston kuntotutkimus / LVV-kuntotutkimus. Haettu 11.9.2016 osoitteesta <http://www.suomenasiantuntijat.com/putkistojen-kuntotutkimus/>

Uponor (2016). Uponor 21-kasetti. Haettu 4.8.2016 osoitteesta [https://www.uponor.fi/tuotejarjestelmat/talotekniikkaelementit/r2i\\_kasetti\\_linjasaaneraukseen.aspx](https://www.uponor.fi/tuotejarjestelmat/talotekniikkaelementit/r2i_kasetti_linjasaaneraukseen.aspx)

Ekokotelo (2016) Ekokotelo. Haettu 23.8.2016 osoitteesta <http://www.ekokotelo.fi/binary/file/-/id/1/fid/41/>

Cupori (2016) Kotelot. Haettu 23.8.2016 osoitteesta [http://www.faktaomkoppar.se/kerrostalon\\_putkiremontti/esimerkkeja-putkiremonteista/nopeutta\\_putkiremonttiin\\_putkistoelement/kuukauden-juttu-putkiremonteista\\_copy6](http://www.faktaomkoppar.se/kerrostalon_putkiremontti/esimerkkeja-putkiremonteista/nopeutta_putkiremonttiin_putkistoelement/kuukauden-juttu-putkiremonteista_copy6)

Uponor (2016). Cefo-elementin havainnekuva. Haettu 27.9.2016 osoitteesta [https://www.uponor.fi/.../cefo/.../14009\\_cefo\\_kasik\\_standard\\_230412.p...](https://www.uponor.fi/.../cefo/.../14009_cefo_kasik_standard_230412.p...)

Tukes (2016) Asuinkiinteistöjen kylpy- ja suihkutilojen alueet ja sähkölaitteiden etäisyydet SFS 6000:n (2012) mukaan. Haettu 14.12.2016 osoitteesta [http://www.tukes.fi/Tiedostot/sahko\\_hissit/kuvat/asuinkiinteistojen\\_kylpyjasuihkutilojen\\_alueet\\_SFS6000\\_210514\\_v3.jpg](http://www.tukes.fi/Tiedostot/sahko_hissit/kuvat/asuinkiinteistojen_kylpyjasuihkutilojen_alueet_SFS6000_210514_v3.jpg)