

Opinnäytetyö (AMK)

Rakennustekniikan koulutusohjelma

Infratekniikka

2011

Jarno Salonen

# KYRÖN JA RIIHIKOSKEN VIEMÄRIKAIVOJEN KUNTOTARKASTELU



TURUN AMMATTIKORKEAKOULU  
TURKU UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Turun ammattikorkeakoulu  
Tekniikka, ympäristö ja talous  
Rakennustekniikan koulutusohjelma  
Infratekniikka  
Jarno Salonen  
  
Opinnäytetyö

## KYRÖN JA RIIHIKOSKEN VIEMÄRIKAIVOJEN KUNTOTARKASTELU

Hyväksytty

Turussa \_\_\_\_/\_\_\_\_ 2011

Valvoja

---

DI Pirjo Oksanen

Koulutuspäällikkö

---

Tekn. lis. Raimo Vierimaa

Jarno Salonen

## KYRÖN JA RIIHIKOSKEN VIEMÄRIKAIVOJEN KUNTOTARKASTELU

Tämän opinnäytetyön tavoitteena on perehtyä viettoviemäriverkostoon ja tarkastuskaivojen kunnostamiseen. Vuoden 2010 kesällä kartoitettiin viemärikaivot Kyrön ja Riihikosken kylissä Pöytyällä. Pöytyän tekninen toimi halusi ajankohtaista tietoa kylien viemärikaivojen kunnosta ja sijainneista. Maastotutkimusten ja havaintojen pohjalta laadittiin päivitetyt tarkekartat ja kaivokortistot. Ongelmatapauksissa esitettiin saneerausehdotuksia.

Kyrön ja Riihikosken viemäriverkot ovat viettoviemäreitä, joissa vesi liikkuu painovoiman vaikutuksesta. Maanalaisina rakenteina erityyppisten putkien ja kaivojen tulee olla kestäviä ja pitkäikäisiä. Yleisimmät viemärimateriaalit betoni ja muovi kestävät hyvin mekaanista ja kemiallista rasitusta. Lisäksi oikein rakennetut ja käytetyt betoni- ja muovielementit kestävät pitkään, jopa sata vuotta, mutta jätevesiolosuhteiden muuttuessa poikkeaviksi niiden tekninen käyttöikä lyhenee.

Viemäriverkon saneerauksessa eli peruskorjauksessa parannetaan verkon kuntoa, toimivuutta, tiiviyyttä ja lisätään sen käyttöikää. Perinteisten putkisujutusten sijaan verkkoa voidaan kunnostaa myös saneeraamalla pelkästään tarkastuskaivot. Betonirengaskaivoja on käytetty muovikaivoja kauemmin, ja betonikaivojen korjausmenetelmiä on ehtinyt syntyä useita. Näistä yleisimmät ovat ruiskubetonointi sekä muovisen saneerauskaivon asennus vanhan kaivon sisään. Muovikaivo yleensä korjataan vaihtamalla koko kaivoelementti uuteen tuotteeseen.

Kyrön ja Riihikosken tarkekarttapäivityksessä tutkittiin yhteensä 975 tarkastuskaivoa, joista 169 on betonisia. Muovikaivot ovat molemmissa kylissä hyväkuntoisia, kun taas betonikaivoissa on alkanut ilmetä ikääntymisen ja kulumisen merkkejä. Betonikaivojen peruskorjaus parantaisi viemäriverkkojen toimintaa ja vähentäisi turhia vuotovesien käsittelykustannuksia. Pöytyän kunnalle satojen tuhansien eurojen saneeraushanke olisi kuitenkin resurssivaatimuksiltaan huomattava, vaikka hanke maksaisikin itsensä takaisin vuotovesien käsittelysäästöjen avulla. Tätä takaisinmaksuaikaa olisi hyvä nopeuttaa esimerkiksi samanaikaisilla vanhojen betoniputkilinjojen sujutuksilla. Joka tapauksessa sekä Kyrössä että Riihikoskella on ajankohtaista aloittaa viemäriverkkojen kunnostus vähintään betonisten tarkastuskaivojen saneerauksella.

### ASIASANAT:

viettoviemäri, viemärisaneeraus, tarkastuskaivo, kaivosaneeraus

Jarno Salonen

## EXAMINATION OF MAINTENANCE HOLES IN KYRÖ AND RIIHIKOSKI

The main objective of this thesis was to examine sewerage and the restoration of maintenance holes. The municipality of Pöytyä needed updated information about the locations and condition of sewer maintenance holes in the villages of Kyrö and Riihikoski. The maintenance holes were inspected during the summer of 2010, thereby producing new water utility maps and renovation suggestions.

The sewers in Kyrö and Riihikoski are gravity powered. As underground structures, pipelines and maintenance holes need to be durable and long-lasting. The most common sewer materials are concrete and plastic, of which both withstand mechanical and chemical strain. Used properly, their technical working life may exceed one hundred years but under inappropriate sewage conditions their lifespan is significantly reduced.

Renovating sewerage means enhancing its condition, function and structural integrity, thus increasing its lifespan. Instead of repairing the mere pipelines, renovating just the maintenance holes is also possible. As concrete maintenance holes have been used significantly longer than plastic ones, various restoration methods for concrete inspection wells have been introduced. The most common methods are coating with sprayed concrete and installing a plastic restoration well. Plastic maintenance holes are usually renovated by replacing the whole unit.

In all, 975 inspection wells were examined, 169 of which were made of concrete. In both villages, the plastic maintenance holes are in good condition, whereas concrete maintenance holes show signs of deterioration. Restoration of concrete maintenance holes would enhance the function of the sewerage, thus reducing the costs of treatment of leakage water. Although the restoration project would eventually reimburse itself with these savings, the total costs are substantial for a small municipality such as Pöytyä. This reimbursement time could be expedited with simultaneous pipeline restorations. In any case, there is a real demand for sewerage renovation in Kyrö and Riihikoski, at least for maintenance hole restoration.

### KEYWORDS:

sewerage, maintenance hole, manhole, manhole restoration

# SISÄLTÖ

<b>1 JOHDANTO</b>	<b>7</b>
<b>2 VIETTOVIEMÄRIN RAKENNE JA ELINKAARI</b>	<b>9</b>
2.1 Viettoviemärin mitoitus	9
2.2 Viettoviemärin elinkaari	10
2.2.1 Betoniviemärin elinkaareen vaikuttavat tekijät	11
2.2.2 Betoniviemärin käyttöikä	11
2.2.3 Muoviviemärin elinkaareen vaikuttavat tekijät	13
2.2.4 Muoviviemärin käyttöikä	14
2.3 Viettoviemärin osat	14
2.3.1 Viemäriputket	14
2.3.2 Viemärikaivot	16
<b>3 VIEMÄRIVERKON TARKASTUSKAIVOJEN SANEERAUS</b>	<b>22</b>
3.1 Yleistä tarkastuskaivojen saneerauksesta	22
3.2 Betonisten tarkastuskaivojen saneeraus	22
3.2.1 Syitä tarkastuskaivojen saneeraukselle	22
3.2.2 Saneerausmenetelmiä	23
3.3 Muovisten tarkastuskaivojen saneeraus	29
3.4 Menetelmien kustannukset	30
<b>4 KYRÖN JA RIIHIKOSKEN TARKASTUSKAIVOJEN NYKYTILANNE</b>	<b>31</b>
4.1 Tarkekarttojen päivitys vuonna 2010	31
4.1.1 Maastotutkimusten menetelmät	31
4.1.2 Kartoitustyön päätyminen	33
4.1.3 Vaikeudet ja virhetekijät tutkimuksissa	34
4.2 Kartoitustyön havainnot ja tulokset	36
4.2.1 Kyrön keskustaajaman tarkastuskaivot	36
4.2.2 Riihikosken keskustaajaman tarkastuskaivot	39
4.3 Havaintoja tarkastuskaivojen yleiskunnosta	42
4.3.1 Muovikaivot	42
4.3.2 Betonikaivot	42
4.4 Hulevesien johtaminen viemäriverkkoihin	42

<b>5 KYRÖN JA RIIHIKOSKEN TARKASTUSKAIVOJEN SANEERAUS</b>	<b>44</b>
5.1 Saneerattavat viemärikaivot	44
5.1.1 Betonikaivojen sijainnit ja pohjaolosuhteet	45
5.1.2 Elinkaari ja käytännön käyttöikä	46
5.2 Betonikaivojen saneeraus	47
5.2.1 Ajankohta	47
5.2.2 Kustannukset	47
5.2.3 Toteutus	48
5.2.4 Kyrön alueelliset saneeraukset	50
5.2.5 Riihikosken alueelliset saneeraukset	51
5.2.6 Taloudellisten resurssivarausten jakautuminen	52
5.3 Johtopäätökset	53
5.3.1 Kartoitustyön toteutuksesta	53
5.3.2 Betonikaivojen todellinen käyttöikä	53
5.3.3 Kustannusten ja vuotovesisäästöjen välinen suhde	54
5.3.4 Viemärisaneerauksen toteutus käytännössä	55
<b>LÄHTEET</b>	<b>56</b>

## KUVAT

Kuva 1. Veden happamuuden ja virtausolosuhteiden vaikutus betoniviemäriin (betoni K-40) käyttöikään.	13
Kuva 2. Betonisen tarkastuskaivon periaatekuva.	18
Kuva 3. Muovisen tarkastuskaivon periaatekuva.	20
Kuva 4. Erilaisia tarkastusputkia.	21
Kuva 5. Periaatekuva muovisen saneerauskaivon rakentamisesta betonisen tarkastuskaivon sisään.	24
Kuva 6. Muovinen saneerauskaivo betonisen tarkastuskaivon sisällä.	25
Kuva 7. Muoviosilla ja tarkastusputkella korjatun tarkastuskaivon periaatekuva.	26
Kuva 8. Periaatekuva korjatuista kaivoista, jotka on routasuojattu ja joiden rikkoutuneet kaivorenkaat on vaihdettu.	27
Kuva 9. Sisäpuolisella valulla korjatun tarkastuskaivon periaatekuva.	28
Kuva 10. Ruiskubetonoitu ja pinnoitettu tarkastuskaivo.	29
Kuva 11. Maastossa täytetty kaivokortti.	33
Kuva 12. Detaljikuva uudesta kaivokorttiluettelosta.	34

## TAULUKOT

Taulukko 1. Kyrön tarkastuskaivojen ikäselvitys.	39
Taulukko 2. Riihikosken tarkastuskaivojen ikäselvitys.	41

# 1 JOHDANTO

Pöytyä on Varsinais-Suomessa sijaitseva kunta, johon 2000-luvun alun jälkeen ovat liittyneet myös Yläneen ja Karinaisten kunnat. Vuonna 2010 Pöytyällä asui noin 8400 ihmistä. Kyrö ja Riihikoski ovat Pöytyän kunnan kyliä, ja yhdessä Yläneen kanssa ne muodostavat kunnan kolme keskustaajamaa. (Pöytyän kunta 2009.)

31.12.2010 Kyrössä asui 1778 ihmistä ja Riihikoscalla 958 (Väestörekisterikeskus 2010). Kyrön ja Riihikosken asukkaat voivat vesijohtoverkoston lisäksi liittyä kunnan ylläpitämään jätevesiverkostoon, ja molemmissa kylissä on omat jätevedenpuhdistamot. Sekä Kyrössä että Riihikoscalla jätevesien poisto toteutetaan erillisviemäroinnillä eli talouksien jätevedet johdetaan niille tarkoitettuun erilliseen viemäriverkostoon ja jätevedenpuhdistamoon. Tonttien sade- ja hulevedet johdetaan maastoon pääosin avoviemäreitä pitkin.

Viemärijärjestelmä koostuu suurimmaksi osaksi viettoputkistosta, joka verkostoituu molempien kylien ympäristöön noin 500 kaivon avulla. Linjojen haarat, taitekohdat ja talouksien liittymiset verkostoihin on toteutettu tarkastus- eli viemärikaivoilla. Lisäksi pitkien etäisyyksien ja maanpinnan korkeusvaihteluiden takia molemmissa kylissä on viettoviemäriverkoston tukena muutamia pumppaamoja, jotka välittävät jätevesiä paineputkia pitkin.

Pöytyän taajamien kunnallistekniikka on melko vanhaa. Kyrön ja Riihikosken viemäriverkoston runko-osa on peräisin 1960-luvulta. Molemmissa kylissä uudisrakentaminen on luonut edellytyksiä uuden viemäritekniikan rakentamiselle ja vanhemman verkoston uusimiselle, mutta valtaosa viemäriverkостosta on edelleen iäkästä. Sekä Kyrössä että Riihikoscalla on saneerattu osia viemäriverkoista, mutta molempien kylien tarkastuskaivot on valtaosin säilytetty ennallaan.

Vuoden 2010 kesällä aloitettiin Kyrön ja Riihikosken viemärikaivojen kartoitus, jonka päämääränä oli päivittää viemäriinjojen tarkekartat sekä kaivojen

kuntotiedot. Kesän ja syksyn ajan etsittiin ja tarkastettiin yhteensä lähes 1000 kaivoa ja niiden sijainti talletettiin GPS-laitteistolla myöhempää karttatyöskentelyä varten. Työn tilasi Pöytyän kunnan tekninen toimi, joka tarvitsi ajankohtaista tietoa jätevesiverkostonsa kunnosta; vastaavanlainen työ Yläneellä oli aikaisemmin saatu päätökseen vuonna 2007. Viemärikaivokartoituksen eräänä sivutavoitteena oli varmistaa, että kylien jätevesiverkostoihin johdetaan vain jätevesiä.

Tämän opinnäytetyön tavoitteena on perehtyä viettoviemäriverkostoon ja tarkastuskaivojen kunnostamiseen. Kyrön ja Riihikosken kylien osalta selvitetään viemärikaivojen nykytila sekä ongelmatapauksissa esitetään saneerausehdotuksia kustannusarvioineen.



## 2 VIETTOVIEMÄRIN RAKENNE JA ELINKAARI

### 2.1 Viettoviemärin mitoitus

Viettoviemäröinti perustuu viemäriinjohtolinjan päiden korkeuseroista aiheutuvaan veden virtaukseen, eli vesi liikkuu painovoiman vaikutuksesta. Viemärijärjestelmää suunniteltaessa tarkastellaan viemäritävän alueen mitoitusvirtaamia. Verkoston mitoituksen tavoitteena on valita oikean kokoinen putki, joka on samalla käyttötarkoitukseensa sopivin. Putkelle haetaan myös optimaalinen korkeusasema ja linjaus, jotta veden virtaus toimisi halutulla tavalla. Mitoituksen lähtökohdat, muun muassa viemäritävien alueiden koko, sijainti ja vesimäärät, määritellään maankäytön suunnittelussa. (Rakennusteollisuus RT Ry & Betoniteollisuuslaitos 2003, 42.)

Viemärin mitoituksessa jokainen linja mitoitetaan erikseen, joten viemäriverkoston mitoitus koostuu yksittäisten johtojen mitoituksista. Putkien koko määräytyy ohjevuoden huippuvirtaaman mukaan ja ohjevuosi putken teknisen käyttöiän mukaan. Tavallisesti mittausjaksona käytetään 30–50 vuotta. Ohjevuoden huippuvirtaama määritellään vesijohtoverkkoon liittyneiden asukkaiden määrän, kulutustilastojen, teollisuuden ja muiden kulutustekijöiden perusteella. (Rakennusteollisuus RT Ry & Betoniteollisuuslaitos 2003, 42.)

Yleisesti oletetaan, että viemäriin joutuva vesi on vesijohtovettä, josta 80–90 % arvioidaan joutuvan viemäriin. Mitoituksen oleellisena kriteerinä on viemärin itsehuuhtoutuminen. (Rakennusteollisuus RT Ry & Betoniteollisuuslaitos 2003, 42.)

Asumisjätevesivirtaama koostuu seuraavista osatekijöistä (Rakennusteollisuus RT Ry & Betoniteollisuuslaitos 2003, 42):

- veden ominaiskulutus  $Q_{\text{dkeskimäär}}$ , yleensä 200–400 l/asukasta x d
- vesijohtoverkkoon liittyvien kiinteistöjen asukasluku p (kpl)

- suurin vuorokausikulutuskerroin  $C_{dmax}$ , jonka arvo vaihtelee välillä 1,0–1,7
- suurin tuntikulutuskerroin  $C_{hmax}$ , jonka arvo vaihtelee välillä 1,0–1,7.

Asumisjätevirtaama  $Q_{jmit}$  voidaan esittää seuraavanlaisella kaavalla (Rakennusteollisuus RT Ry & Betoniteollisuus toimiala 2003, 42):

$$Q_{jmit} = (p \times Q_{dkeskimäär} \times C_{dmax} \times C_{hmax}) / (3600 \times 24).$$

Viettoviemärin mitoituksessa tulee huomioida kolme perustetta (Karttunen 1999, 163):

- Mitoitusvirtaama ei aiheuta putkeen padotusta: putken halkaisija on riittävän suuri, jotta mitoitusvirtaamaa vastaava vesimäärä sopii virtaamaan putkessa ilman padotusta.
- Viemärin on oltava itsehuhtoutuva: minimikaltevuus on sellainen, että virtausnopeus on vähintään 0,4–0,5 m/s ja että putki huuhtoutuu vähintään kerran vuorokaudessa.
- Sallittua maksimivirtausnopeutta 4–5 m/s ei saa ylittää: veden virtaus ehtii kuljettaa siinä olevan kiintoaineksen eikä virtaus kuluta putkea mekaanisesti.

## 2.2 Viettoviemärin elinkaari

Valtaosa viemäriverkon rakenteista sijaitsee maan alla, jolloin niiden tulee olla mahdollisimman kestäviä, pitkäikäisiä ja vähän huoltoa vaativia. Viemärimateriaaleista sekä betoni että muovi kestävät hyvin maaperästä ja ilmastosta aiheutuvia kuormitustekijöitä, kuten kosteutta ja pakkasta. Viemärin rakentamisaikaiset ja käytöstä johtuvat virheet saattavat kuitenkin aiheuttaa verkon liiallista ja ennenaikaista kulumista. Esimerkiksi viemäriin johdetut mutta sinne kuulumattomat jätteet saattavat aiheuttaa verkon toiminnallista heikkenemistä jo paljon ennen laskennallista huoltoajankohtaa.

### 2.2.1 Betoniviemärin elinkaareen vaikuttavat tekijät

Betoni on kestävä viemärimateriaali, jonka käyttökelpoisuutta ovat lisänneet varsinkin kehittyneet valmistustekniikat. Jätevesien mukana kulkeutuva kiintoaines pyrkii kuluttamaan betonia. Betonin alhaisen vesisementtipitoisuuden takia betoniset pintarakenteet ovat hyvin tiiviitä ja lujia, jolloin ne kestävät hyvin mekaanista rasitusta ja ovat vesitiiviitä. Betonilla on myös hyvä pakkasen- ja korroosionkestävyys. (Rakennusteollisuus RT Ry & Betoniteollisuustoimiala 2003, 10.)

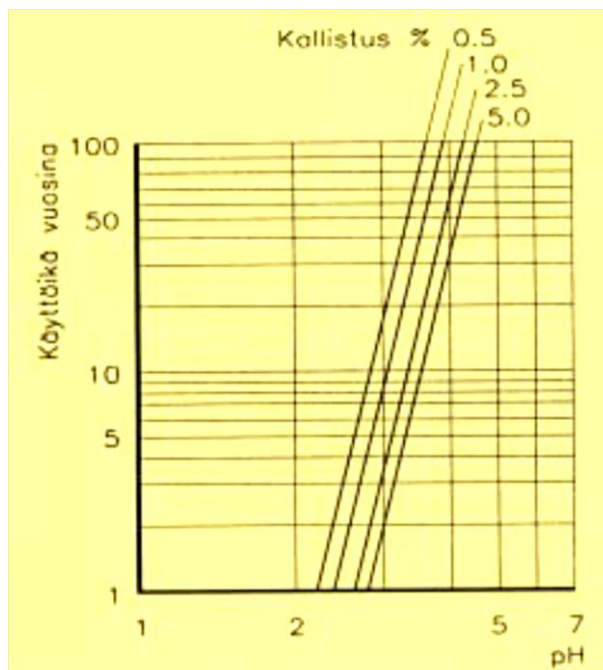
Yleisesti betoni kestää hyvin kemiallista rasitusta, jota aiheuttavat lähinnä ympäröivä maaperä ja viemäriverkossa kulkeutuva jätevesi. Betonin kemialliseen kestävyysvaikutteeseen vaikuttavat varsinkin rakenteen tiiviys sekä betonin sideaineen eli sementtikiven huokoisuus. Pääasiassa näistä tekijöistä riippuu se, kuinka helposti betonia vahingoittavat aineet voivat tunkeutua betoniin. Happamat ja sulfaattipitoiset jätevedet ovat betonille haitallisimpia aineita. Lisääntynyt ympäristötietous on tehostanut jätevesien käsittelyä siten, että viemäriin johdetaan nykyään sellaista jätevettä, joka vahingoittaa betonimateriaaleja mahdollisimman vähän. Esimerkiksi teollisuuden kemiallisesti aggressiiviset aineet eivät päädy sellaisenaan viemäriverkkoon. (Rakennusteollisuus RT Ry & Betoniteollisuustoimiala 2003, 11.) Ennakoivalla viemärisuunnittelulla ja oikeanlaisella jätevesikäsittelyllä vältetään myös betonin rikkivetykorroosioista aiheutuvia ongelmia (Rakennusteollisuus RT Ry & Betoniteollisuustoimiala 2003, 13).

### 2.2.2 Betoniviemärin käyttöikä

Betoniviemäri kestää hyvin nykypäivän normaaleissa jätevesiolosuhteissa eli kun jäteveden virtausnopeus on korkeintaan 5 m/s. Betonisen viemäriverkon tavoitteelliseksi käyttöikäksi on laskettu 100 vuotta, mikäli verkossa kulkeva jätevesi täyttää sille asetetut vaatimukset ja viemäriverkko on rakennettu asianmukaisesti. Verkon rakentamisaikaiset toimet vaikuttavat oleellisesti

käyttöikään. Näitä tekijöitä ovat muun muassa kaivu- ja asennustöiden laatu, työmenetelmien ja -välineiden soveltuvuus, maaperän olosuhteet ja ominaisuudet kuormituksen alaisena. Lisäksi viemäriverkon käyttöikään vaikuttavat saumausmateriaalien ja tiivisteiden käyttöikä sekä betonin ja raudotteiden kestävyys. (Rakennusteollisuus RT Ry & Betoniteollisuustoimiala 2003, 14.)

Betoniviemäriverkon käyttöikä vähenee, kun viemärille suunnitellut jätevesiolosuhteet muuttuvat käytön aikana poikkeaviksi. Sadan vuoden tavoiteikä ei toteudu, jos tavalliseen viemäriverkkoon johdetaan sinne soveltumattomia jäteaineita, jotka voivat heikentää betonin ominaisuuksia. Viemäriverkon asianmukainen käyttö koko elinkaaren ajan tulee varmistaa jo suunnittelun aikana valitsemalla käyttöolosuhteisiin soveltuvat rakenteet ja materiaalit. Mahdolliset betonille haitalliset aineet tulee käsitellä ennen jäteveden johdattamista normaaliin viemäriverkkoon. (Rakennusteollisuus RT Ry & Betoniteollisuustoimiala 2003, 13.) Kuvassa 1 ilmenee veden happamuuden ja virtausolosuhteiden vaikutus betoniviemäriin käyttöikään.



Kuva 1. Veden happamuuden ja virtausolosuhteiden vaikutus betoniviemäriin (betoni K-40) käyttöikään (Rakennusteollisuus RT Ry & Betonteollisuuslaitos 2003, 14).

### 2.2.3 Muoviviemäriin elinkaareen vaikuttavat tekijät

Vesihuollon ja viemärintekniikan kehittymisen myötä muovista on tullut yleisin viemärirakentamisen materiaali. Muovilajeista polyvinyylikloridi PVC ja polyeteeni PE ovat tavallisimpia materiaaleja muovisissa viettoviemäriverkoissa, vaikka myös muita muovityyppejä käytetään viemärijärjestelmissä. Muovilajit PE ja polypropeeni PP eroavat PVC:stä siten, että ne valmistetaan öljystä ja ne ovat kestumuoveja. Kestumuoveja voidaan muovata ja sulattaa korkeissa lämpötiloissa, ja näitä ominaisuuksia hyödynnetään muun muassa materiaalien tuotannossa ja asennuksissa. (Uponor Materiaalit ja käyttöiät, 16–17.)

Muoviviemäriin pintarakenteet ovat hyvin tiiviitä ja sileitä, jolloin jäteveden aiheuttama mekaaninen rasitus jää hyvin vähäiseksi. Normaaleissa jätevesiolosuhteissa muovi kestää hyvin jäteveden kemiallisesti aggressiivisia aineita, esimerkiksi öljyä. (Uponor Materiaalit ja käyttöiät, 17.)

## 2.2.4 Muoviviemärin käyttöikä

Betoniviemärin tavoin myös muoviviemäri soveltuu hyvin normaaleihin jätevesiolosuhteisiin. Muovisten viemärimateriaalien tekniseksi käyttöikäksi on laskettu 100 vuotta, ja jos materiaalit on asennettu oikein ja niitä käytetään asianmukaisesti, voi tekninen käyttöikä olla yli 100 vuotta. Kuten betoniviemärissä, myös muovisen viemäriverkon käyttöikään vaikuttavat oleellisesti rakentamisaikaiset toimet ja ratkaisut sekä viemärin käytön aikaiset olosuhteet. Erityistapauksissa, esimerkiksi jäteveden tai ympäröivän maan ollessa öljypitoinen, tulee tiivisteiden olla öljyn- tai bensiininkestäviä. Näin varmistetaan, että tiivisteiden käyttöikä vastaa muovimateriaalin käyttöikää. (Uponor Materiaalit ja käyttöiät, 18–19.)

Muovien käyttöikään vaikuttavat myös ympäristön lämpötila ja happipitoisuus, sillä ajan myötä polymeeriketjujen sidokset katkevat ja muovimateriaali haurastuu. Näitä ilmiöitä ehkäistään muun muassa Uponorin muovisissa viemärituotteissa, joihin lisätään lisäaineita, kuten happea sitovia antioksidantteja. Uponorin tutkimukset osoittavat, että muovien vanhemisnopeus kaksinkertaistuu aina, kun viemäriverkossa vallitseva lämpötila nousee 10 °C:lla. (Uponor Materiaalit ja käyttöiät, 18.)

Betonisen viemäriverkon tavoin myös muovisen viemäriverkon asianmukainen käyttö koko elinkaaren ajan tulee varmistaa jo suunnittelun aikana valitsemalla käyttöolosuhteisiin soveltuvat rakenteet ja materiaalit.

## 2.3 Viettoviemärin osat

### 2.3.1 Viemäriputket

Viettoviemäriverkoston rungon muodostavat kaivojen väliset putkilinjat. Kaikille viemäriputkille voidaan asettaa seuraavat vaatimukset, joiden tulee täytyä verkoston luotettavan toiminnan varmistamiseksi (Karttunen 1999, 146–147; Kaupunkiliitto 1979, 233–234):

- Putkella on riittävä lujuus ulkopuolista staattista sekä mahdollista dynaamista kuormitusta vastaan. Sen tulee kestää kovakouraista käsittelyä rakennustöitä suorittaessa.
- Kestävyys viemärivedestä aiheutuvaa mekaanista ja kemiallista kulutusta vastaan.
- Kappaleen laadun pitää olla tasaista sekä siinä ilmenevien mittapoikkeamien pieniä.
- Sisäpinnan pitää olla sileä.
- Asentamisen ja suuntaamisen tulee olla mahdollisimman helppoa. Liitoksien tulee olla mahdollisimman yksinkertaisia mutta silti tiiviitä.
- Ratkaisun pitää olla kokonaisuudessaan kestävä, jolloin huollon tarve jää mahdollisimman vähäiseksi.

Yleisimmät viettoviemäreiden materiaalit ovat betoni ja erilaiset muovit. Muita materiaaleja, kuten terästä, valurataa, lasitettua savea sekä paikalla valettuja betoniratkaisuja käytetään harvemmin ja silloinkin yleensä erityistapauksissa. (Kaupunkiliitto 1979, 236.) Esimerkiksi valurataa käytetään paikoissa, joissa veden suuri virtausnopeus aiheuttaa putkeen voimakasta mekaanista kulutusta (Karttunen 1999, 153).

## **Betoniputket**

Betoniputken tavallisin yksikköpituus on yhdestä kahteen metriä, jolloin yhtä viemärikilometriä kohden on 500–1000 saumaa. Saumojen suuri määrä lisää vuotovesien mahdollisuutta, joten putkilinjan valmistus- ja asennusvaiheissa saumojen tiivyyteen tulee kiinnittää erityistä huomiota. Nykyaikaisten betoniputkien tavallisin liitosrakenne on muhviliitos, jonka tiivisteenä on synteettinen kumi tai synteettisen ja luonnonkumin seos (Karttunen 1999, 151). Muhviliitokset sallivat pienet kulmamuutokset, jolloin betoniputkilinjalla on suhteellisen hyvät taipumaominaisuudet. (Kaupunkiliitto 1979, 238.)

Betoniputkia valmistettaessa noudatetaan Suomen Kunnallisteknisen Yhdistyksen SKTY:n laatimia betoniputkinormeja vuodelta 1990. Toisin kuin

muoviputkessa, betoniputken nimellismittana käytetään sisähalkaisijaa. (Karttunen 1999, 149.) Nykyaikainen betoniteknologia on mahdollistanut sen, että betoniputki kestää normaalitapauksissa hyvin mekaanista ja kemiallista kulutusta (Kaupunkiliitto 1979, 237).

### **Muoviputket**

Muhvillisten muoviputkien tavallisin yksikköpituus on kuusi metriä, jolloin viemärikilometriä kohti tulee vain 160–170 saumaa. Vuotovesien pääsy muoviputkistoon jää siten vähäiseksi. (Kaupunkiliitto 1979, 239.) Liitoskappale on kumirengastiivisteinen muhviliitos (Karttunen 1999, 148). Muoviputkella on betoniputkea joustavampi rakenne, joka sallii helpot taipumat ja suunnanpuutokset. Jyrkkiä käännöksiä toteutetaan kulmakappaleilla, joiden yleisimmät kulmat ovat 15, 30 ja 45 astetta.

Rakennettaessa muoviputkistoa maahan noudatetaan Suomen Rakennusinsinööriliiton RIL:n julkaisemaa asennusohjetta RIL 77-1990: Maahan ja veteen asennettavat muoviputket, Asennusohjeet. Maaviemäriputkien yleisimmät materiaalit ovat polyvinyylidikloridi PVC, polyeteeni PE, polypropeeni PP sekä lasikuituvahvisteinen polyesteri. (Karttunen 1999, 148.) Viettoviemäreissä PVC on tavallisin muoviputkimateriaali (Uponor Materiaalit ja käyttöä, 17).

Muoviputken sisäpinta on erittäin sileä ja siten hydraulisilta ominaisuuksiltaan hyvin taloudellinen (Karttunen 1999, 147–148). Putket ovat helposti liitettäviä, erittäin tiiviitä sekä kestävät hyvin kemiallista kulutusta (Kaupunkiliitto 1979, 239).

#### **2.3.2 Viemärikaivot**

Tarkastuskaivosta käytetään yleisesti nimitystä viemärikaivo. Viettoviemäriverkoston putkilinjoja tarkkaillaan ja huolletaan tarkastuskaivojen ja -putkien avulla, ja niitä sijoitetaan viemäriinajaan yleensä 50–100 m välein ja



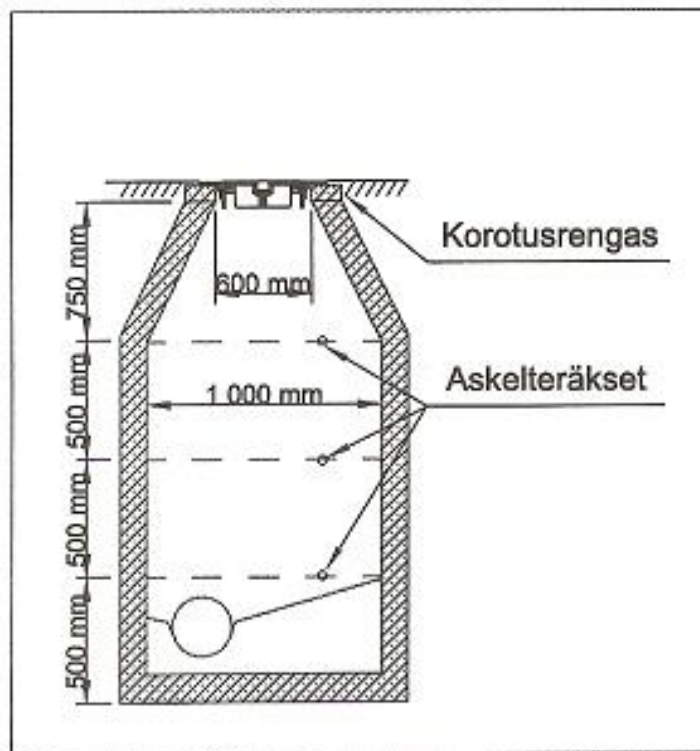
lisäksi jokaiseen linjan pysty- ja vaakasuoraan taitteeseen. Viemäriinjo kaivojen välillä on suora, mikä helpottaa putkien kunnon tarkkailua ja huoltamista. (Karttunen 1999, 153.)

Tavallisesti talouksien liittymiset viemäriverkostoon toteutetaan kaivojen avulla, mutta ne voivat liittyä myös suoraan tarkastuskaivojen välisiin viemäriinjoin erityisillä liitoskappaleilla. Tällöin tontin puolelle on kuitenkin asennettava tarkastusputki tai -kaivo. Putkiliitokset eivät saa muodostaa virtausta estäviä tai kiinteitä aineita pidättäviä kuristuskohtia. (Kaupunkiliitto 1979, 224.)

Tarkastuskaivoja valmistetaan betonista ja muovista. Kaivon tulee olla niin suuri, että sen kautta voidaan suorittaa viemäriin tarkastus- ja huoltotoimenpiteitä, muun muassa puhdistuksia. (Karttunen 1999, 153.)

### **Betoniset tarkastuskaivot**

Betonisia kaivorenkaita valmistetaan betoniputkinormien mukaan kokoina 600, 800, 1000, 1200, 1600 ja 2000 mm, mutta tavallisesti tarkastuskaivo tehdään 800 tai 1000 mm kaivorenkaista. Kaivon käsiteltävyyden sekä elinkaarikestävyyden varmistamiseksi kaikki kaivorenkaat raudoitetaan normien mukaisesti. (Rakennusteollisuus RT Ry & Betoniteollisuuslaitos 2003, 16.) Kaivot, joiden halkaisija on  $\leq 400$  mm, ovat yleensä muovisia (Karttunen 1999, 153). Betonikaivon rakenne on esitetty kuvassa 2.



Kuva 2. Betonisen tarkastuskaivon periaatekuva (Karttunen 1999, 154).

Kaivon tiiviys varmistetaan asentamalla kaivorenkaiden väliin bituminauha tai kumitiiviste. Nykyään valmistetaan myös kaivorenkaita, joissa on kumitiiviste jo esiasennettuna. (Rakennusteollisuus RT Ry & Betoniteollisuuslaitos 2003, 16.)

Betonista valmistetut tarkastuskaivot luokitellaan kestävyytensä perusteella luokkiin A, B ja C. Myös kaivojen kansistoilla on omat luokkansa, ja nekin luokitellaan kestävyytensä ja käyttökohteidensa perusteella luokkiin A, B ja C. Sekä kaivorenkaiden että kansistojen luokituksissa luokka C vastaa julkista liikennealuetta, muun muassa maanteitä ja katuja. (Karttunen 1999, 155.)

Tarkastuskaivon kansi on yksin- tai kaksinkertainen. Kannen tyyppiä valittaessa on huomioitava ympäröivän katuliikenteen vaikutus. Kansi on muodoltaan mieluiten pyöreä ja sen korkeutta säädetään kannen alle sijoitetulla betonisella korotusringalla. Kaivon yläosa supistetaan kannen kokoon kartiorengas. (Karttunen 1999, 153–155.)

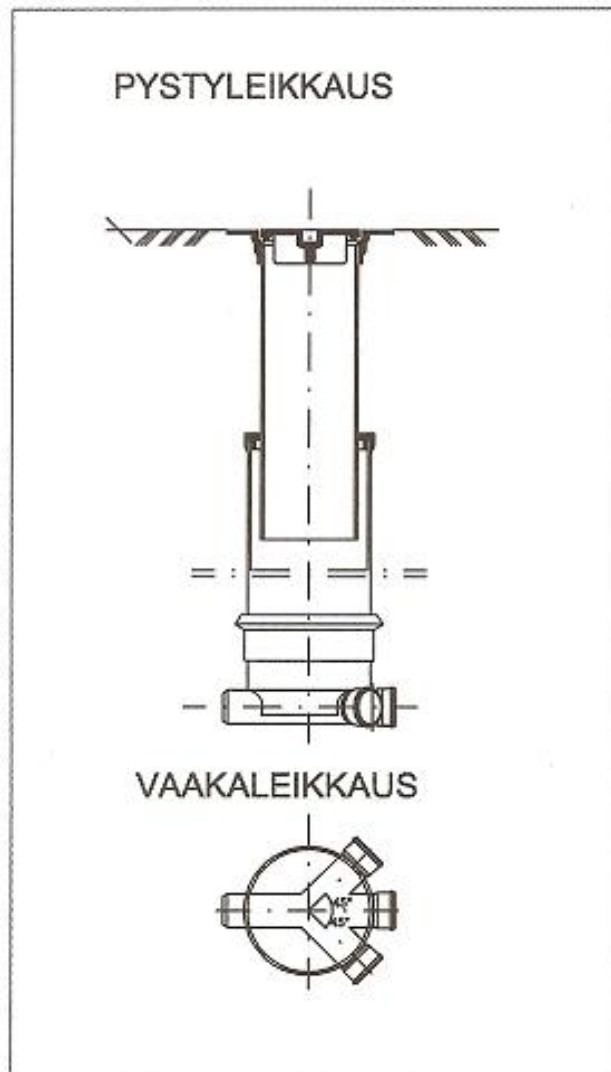
Kaivon pohja varustetaan kourulla, joka voidaan valmistaa paikalla valamalla tai asentamalla pohjalla varustettu kaivorengas, jonka kouru on muotoiltu betonilla. (Karttunen 1999, 155) Kaivon pohjan muotoiluun ja sileyteen kiinnitetty erityinen huomio ehkäisee kaivon myöhempiä tukkeutumia (Rakennusteollisuus RT Ry & Betoniteollisuuslaitos 2003, 86).

Kun kaivoon liittyy eri kokoisia putkia, asennetaan niiden sisälaet yleensä samalle korkeudelle. Muoviputkien liittyessä kaivoon valetaan niitä varten lyhyet betoniputken pätkät, joihin liittyvät muoviputket asennetaan erityistä sovituskappaletta ja kumirengasliitosta käyttäen. (Karttunen 1999, 155.)

### **Muoviset tarkastuskaivot**

Tavallisin muovilaji tarkastuskaivoissa on polyeteeni PE. Muovisten kaivojen nousuputkia valmistetaan kokoina 400, 560, 800 ja 1000 mm ja ne varustetaan valurautakansistoilla. (Uponor Kaivojärjestelmät, 133.) Muovista valmistetun tarkastuskaivon rakenne nähdään kuvassa 3.

Muovisia tarkastuskaivoja valmistetaan kaivopaketteina, moduulimitoitettuina vakiokaivoina sekä tilauskaivoina. Kaivopaketeissa kaivot ovat vakiomallisia, asennusvalmiita kokonaisuuksia, jotka sisältävät vakio-osat pohjaosan, nousuputken sekä teleskooppisen kansiston. Moduulimitoitettut kaivot koostuvat vakio-osista, jotka tilaaja on valinnut kaivon valmistajan tarjoamista vaihtoehtoista. Tilauskaivot valmistetaan tilaustyönä, jolloin jokaisen kaivon tyyppi, sijainti, koko, korkeus sekä liittymien koot määritetään erikseen. (Uponor Kaivojärjestelmät, 125–127.)



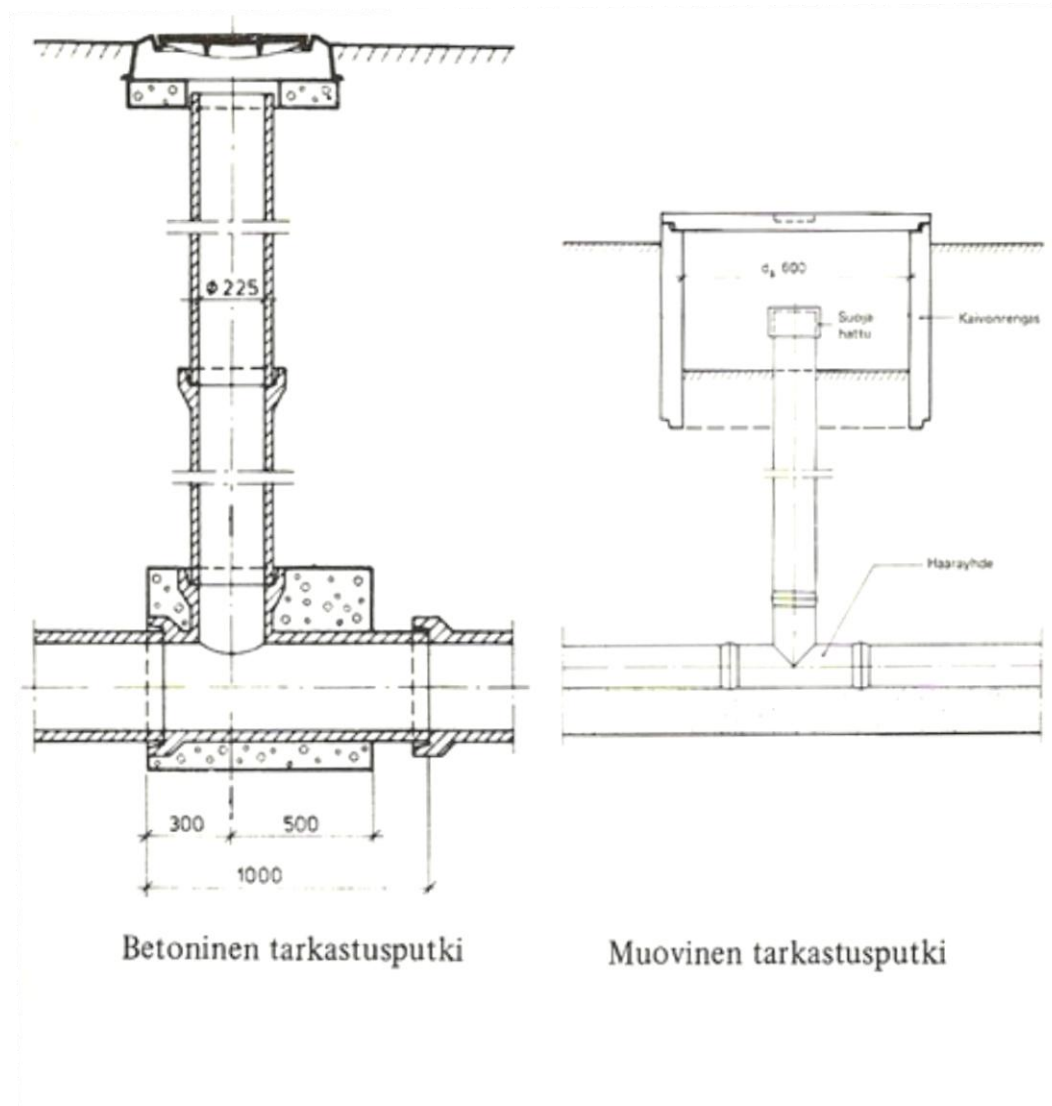
Kuva 3. Muovisen tarkastuskaivon periaatekuva (Karttunen 1999, 154).

### Tarkastusputket

Tarkastusputki on kustannuksia säästävä ratkaisu, kun tarkastuskaivoja ei haluta rakentaa liian lähelle toisiaan. Putki myös mahdollistaa viemäriin pienet taitekulmat silloin, kun etäisyys tarkastuskaivoon on pieni. Putken kautta voidaan tarkastella viemäriin kuntoa sekä tarvittaessa huoltaa sitä, esimerkiksi johtamalla vettä tukkeutumien poishuuhtomiseksi. Tarkastusputki soveltuu varsinkin sellaisille viemäriosuuksille, joissa putken kaltevuus tai

virtaamaolosuhteet aiheuttavat jatkuvan tukkeutumisvaaran. (Kaupunkiliitto 1979, 224.)

Tarkastusputki valmistetaan yleensä muovista ja sen halkaisija on 160–400 mm. Kuvassa 4 esitellään erilaisia tarkastusputkien toteutustapoja.



Kuva 4. Erilaisia tarkastusputkia (Kaupunkiliitto 1979, 225).

## 3 VIEMÄRIVERKON TARKASTUSKAIVOJEN SANEERAUS

### 3.1 Yleistä tarkastuskaivojen saneerauksesta

Suomessa yhdyskuntien viettoviemäriverkot rakennettiin pääosin betonista 1900-luvun puoliväliin asti, kunnes rinnakkaisena rakennusmateriaalina alettiin käyttää muovia. Vaikka sekä betonilla että muovilla on laskennallisesti pitkät tekniset käyttöiät, ei vanhempien viemäriverkkojen rakentamisajankohtina ollut käytössä samanlaista tietoa ja osaamista, mitä nykyajan viemärirakentamisessa käytetään. Tämän sekä tuolloin suppean ympäristötietouden takia vanhat taajamien viemäriverkot ovat rappeutuneet, kun viemäriverkkoihin on johdettu verkkoa sekä mekaanisesti että kemiallisesti kuormittavia aineita.

Viemäriverkon saneerauksessa eli peruskorjauksessa parannetaan verkon kuntoa ja toimivuutta sekä lisätään verkon käyttöikä. Korjaustoimenpiteillä vähennetään myös vuotovesien pääsyä verkkoon, jolloin saadaan säästöjä jätevesien käsittelykustannuksissa. Perinteisesti viemäriverkon saneerauksessa korjataan kokonaisia verkon osia, esimerkiksi sujutetaan putkilinjoja tai kunnostetaan tarkastuskaivoja.

Viettoviemäriin toimivuutta voidaan vaihtoehtoisesti parantaa kunnostamalla pelkästään verkon tarkastuskaivot. Tällaisissa tapauksissa verkon toiminnan parannuskustannukset jäävät alhaisiksi verrattuna koko linjan tai verkon saneeraukseen. (Suomen kaupunkiliitto & Suomen kunnallisliitto 1986, 2.)

### 3.2 Betonisten tarkastuskaivojen saneeraus

#### 3.2.1 Syitä tarkastuskaivojen saneeraukselle

Betonisissa tarkastuskaivoissa voi olla toiminnallisia tai rakenteellisia ongelmia, jotka voivat aiheuttaa kaivon saneeraustarpeen. Usein rakenteellisten

ongelmien korjaus on kalliimpaa kuin toiminnallisten, sillä uuden kaivon rakentaminen saattaa olla kustannuksiltaan samaa luokkaa kuin vanhan kaivon korjaus. (Suomen kaupunkiliitto & Suomen kunnallisliitto 1986, 4–6.)

Toiminnallisia ongelmia ovat muun muassa (Suomen kaupunkiliitto & Suomen kunnallisliitto 1986, 5):

- Kaivojen heikko hydraulinen toimivuus (esimerkiksi kaivon pohjan huono muotoilu)
- Kaivoon rakennettujen tonttiliittymien aiheuttamat tukkeumat (esimerkiksi liitosputkien liian lyhyet läpiviennit sekä liian suuret liitoskorkeudet).

Rakenteellisia ongelmia ovat muun muassa (Suomen kaupunkiliitto & Suomen kunnallisliitto 1986, 6):

- Kaivon routiminen (esimerkiksi routanoususta aiheutuva kaivorenkaiden luiskahtaminen)
- Kaivojen syöpyminen (esimerkiksi viemärikaasut ja muu kemiallinen kuormitus)
- Kaivon vuotavuus (esimerkiksi asennusvirheet, routanousu, mekaaninen ja kemiallinen kuluminen).

### 3.2.2 Saneerausmenetelmiä

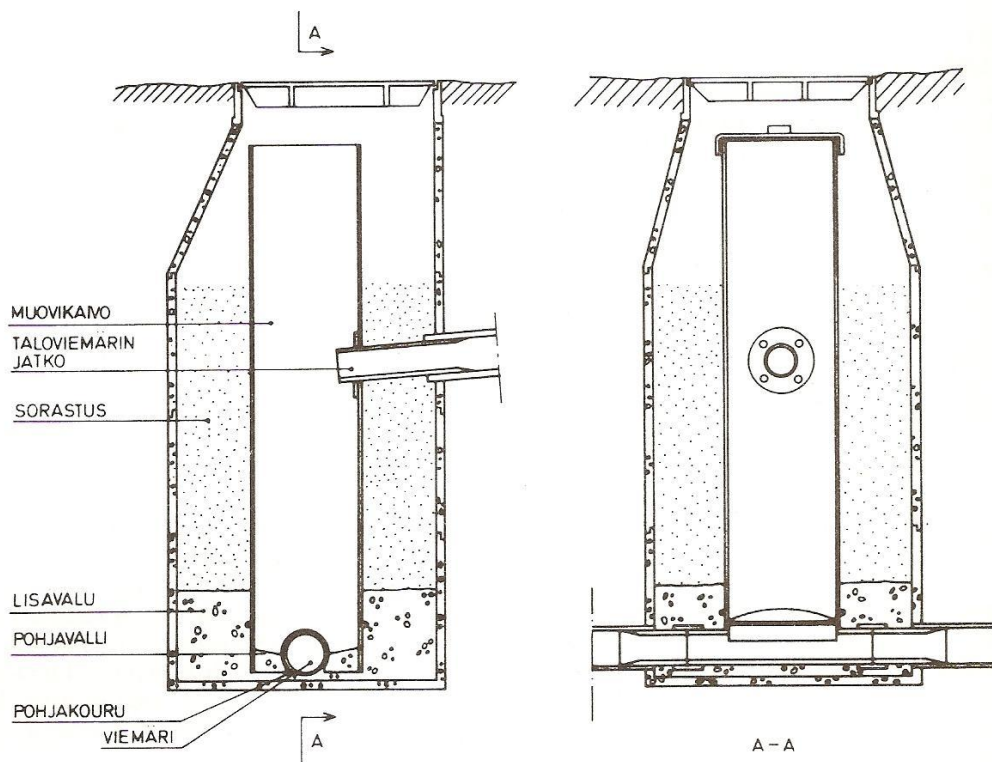
Tarkastuskaivojen saneerausmenetelmiä on useita. Kaikille menetelmille on yhteistä se, että on ensiarvoisen tärkeää havaita ja poistaa kaivoa vaurioittavat tekijät ennen korjaustoimenpiteitä. Vasta vaurioiden syiden poistuessa on saneeraustöillä mahdollisuus tuottaa toivottuja lopputuloksia. (Suomen kaupunkiliitto & Suomen kunnallisliitto 1986, 30.)

Tarkastuskaivon saneerauksen tavoitteena on parantaa kaivon toimivuutta, tiivyyttä ja lujuutta ja siten lisätä kaivon käyttöikä. Seuraavaksi on esitelty eräitä saneerausmenetelmiä, joita on käytetty suomalaisissa kaupungeissa ja

kunnissa viemäriverkkojen parantamisurakoiden yhteydessä. (Suomen kaupunkiliitto & Suomen kunnallisliitto 1986, 4.)

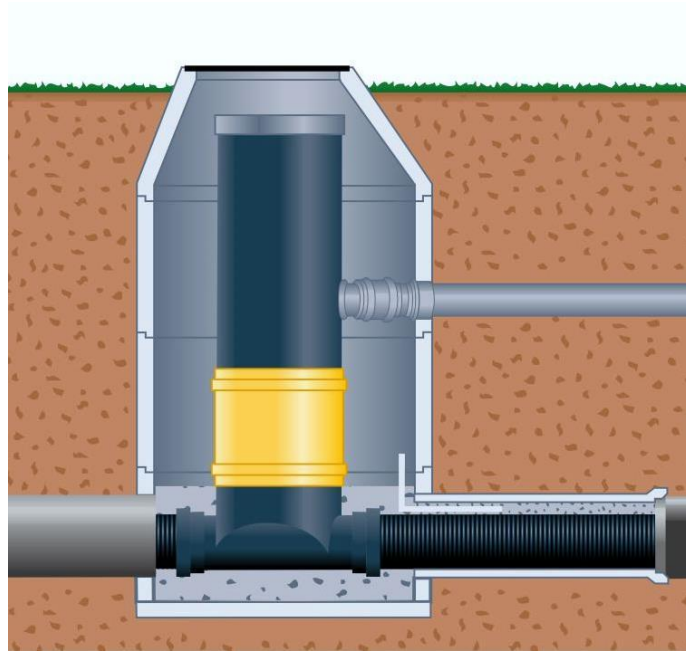
### Betonirengaskaivon kunnostaminen pienemmäksi muovikaivoksi eli saneerauskaivoksi

Saneerauskaivomenetelmä on nykyään yleisin betonisten tarkastuskaivojen kunnostusmenetelmä ja se parantaa huomattavasti kaivon toimivuutta (Suomen kaupunkiliitto & Suomen kunnallisliitto 1986, 8–9). Muovinen saneerauskaivo, jonka halkaisija on tavallisesti 315 tai 400 mm, rakennetaan vanhan betonikaivon sisään paikan päällä runkolinjan kallistusten mukaisesti (Suomen Putkisto Palvelu 2011a). Työtapa ei edellytä vanhan betonikaivon purkamista tai ylöskaivamista (NRG Infra Oy 2005). Saneerauskaivon rakenne esitellään kuvissa 5 ja 6.



Kuva 5. Periaatekuva muovisen saneerauskaivon rakentamisesta betonisen tarkastuskaivon sisään (Suomen kaupunkiliitto & Suomen kunnallisliitto 1986, 10).

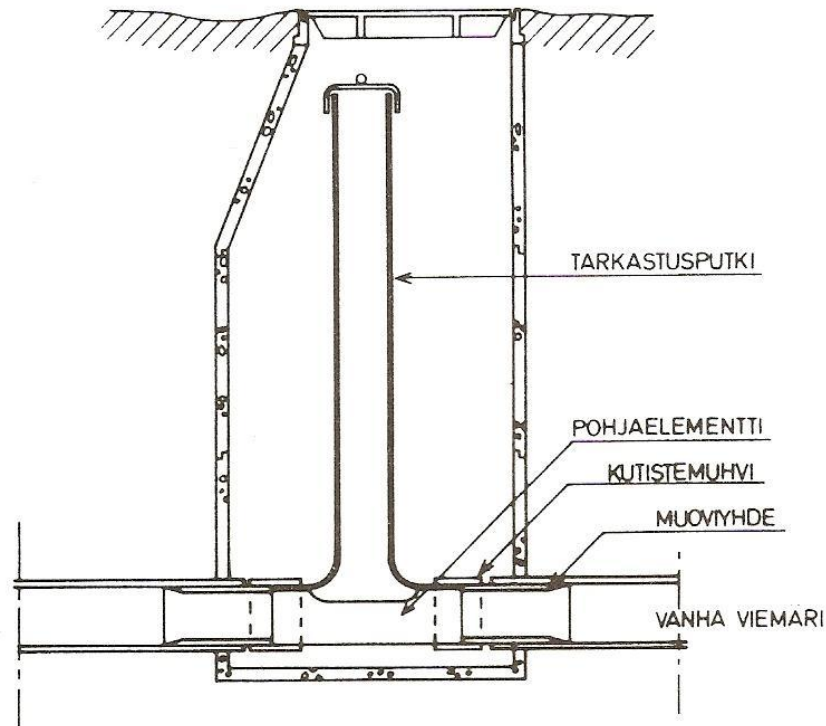




Kuva 6. Muovinen saneerauskaivo betonisen tarkastuskaivon sisällä. (Suomen Putkisto Palvelu 2011a)

### **Kaivon putkitus muoviosilla ja tarkastusputkella**

Menetelmä muistuttaa saneerauskaivon asentamista. Kun vanhan kaivon pohja on ongelmallinen, se vuotaa tai virtaus on häiriintynyt, voidaan tarkastuskaivo korjata muoviosilla ja tarkastusputkella, jolloin saadaan aikaiseksi tiivis kaivo. Menetelmällä korjatun kaivon rakenne nähdään kuvassa 7. Nykyaikaiset tarkastuskaivojen ja -putkien huoltovälineet mahdollistavat muoviosilla saneeratun kaivon tarkastukset ja kunnossapidon. Menetelmä ei edellytä kansiston tai kartiorenkaan poistamista. (Suomen kaupunkiliitto & Suomen kunnallisliitto 1986, 18–19.)



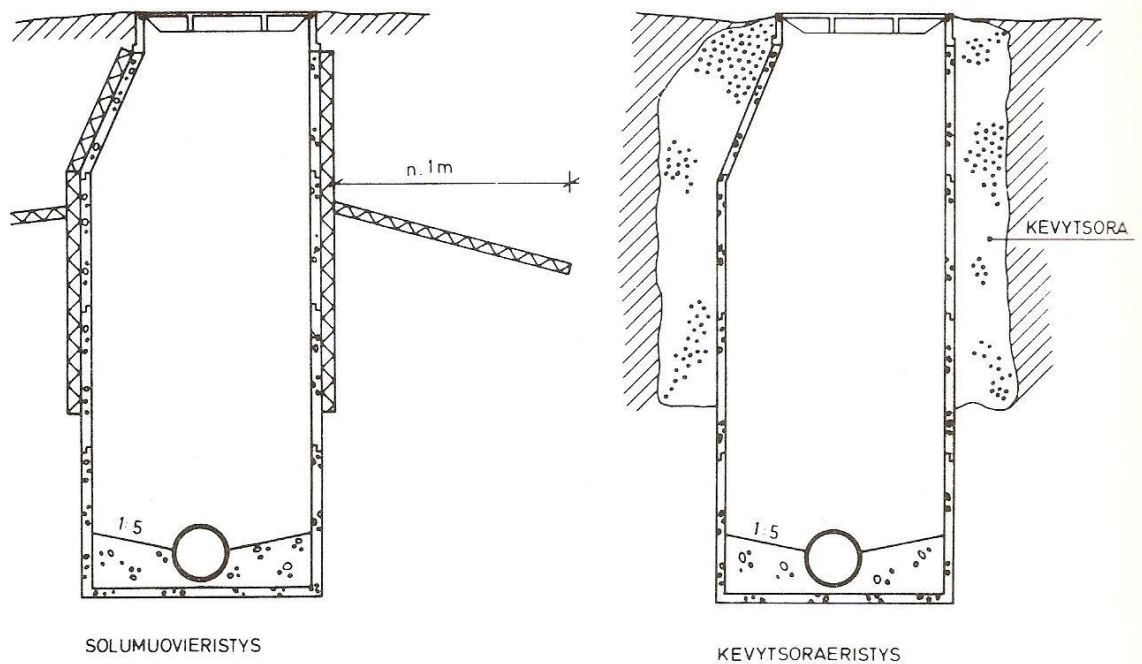
Kuva 7. Muoviosilla ja tarkastusputkella korjatun tarkastuskaivon periaatekuva (Suomen kaupunkiliitto & Suomen kunnallisiitto 1986, 19).

### **Betonirengaskaivon korjaaminen sisään rakennettavilla pienemmillä kaivorengailla**

Saneerausmenetelmä soveltuu parhaiten pahasti syöpyneen tarkastuskaivon korjaamiseksi, ja sitä käytetään usein koko linjan sujutustyön yhteydessä. Korjaustyön yhteydessä kunnostetaan kaikki rakenneosat kuten pohjakouru, liittymät ja kansisto. Menetelmän lopputuloksena kaivo on uuden veroinen vaikkakin halkaisijaltaan pienentynyt. Pienimpien kaivojen korjaamisessa voidaan käyttää myös muoviosia, mikä edellyttää kansiston ja kartiorengaan poistamista. (Suomen kaupunkiliitto & Suomen kunnallisiitto 1986, 13.)

## Pohjarengasta ylempien kaivorenkaiden vaihtaminen ja kaivon eristäminen

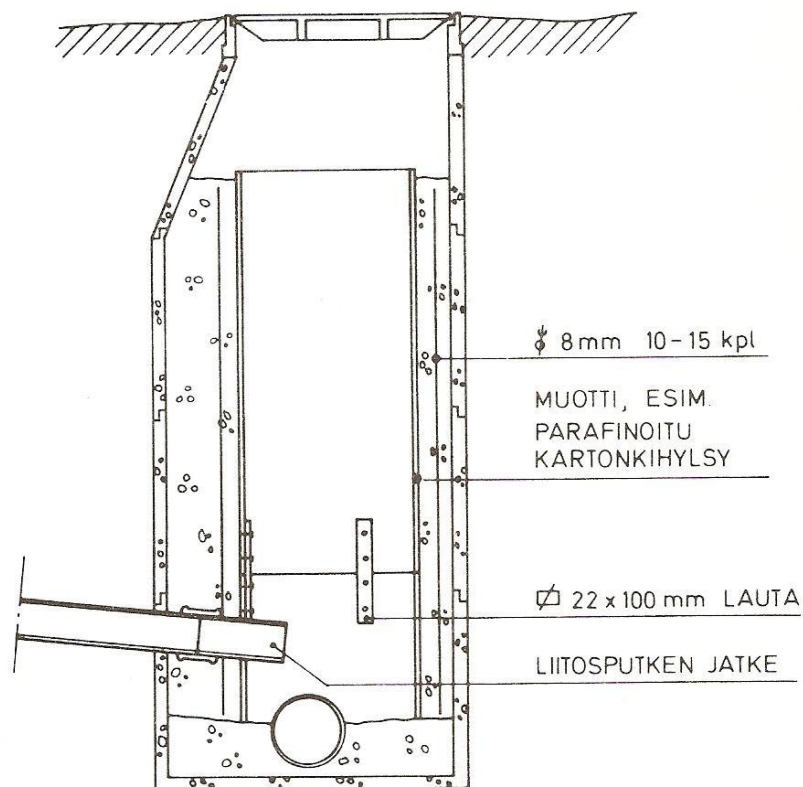
Menetelmää voidaan käyttää, kun routa on liikuttanut tai nostanut kaivorenkaita saumoistaan tai osa renkaista on rikkoutunut. Työtapa edellyttää kaivon ympäröivien kaivamista, joka ei välttämättä onnistu liikennealueilla. Kaivon lämpöeristäminen on suhteellisen vähäinen työ, kun kaivo on kaivettu esiin betonirenkaiden vaihdon yhteydessä. Routaeristeenä voidaan käyttää muun muassa kevytsoraa, kumirouhetta ja solumuovilevyjä. (Suomen kaupunkiliitto & Suomen kunnallisliitto 1986, 10–11.) Kuvassa 8 ilmenee korjatun tarkastuskaivon rakenne, kun rikkoutuneet kaivorenkaat on vaihdettu ja kaivo on routasuojattu.



Kuva 8. Periaatekuva korjatuista kaivoista, jotka on routasuojattu ja joiden rikkoutuneet kaivorenkaat on vaihdettu (Suomen kaupunkiliitto & Suomen kunnallisliitto 1986, 12).

## Tarkastuskaivon sisäpuolinen valu valumuottia käyttäen

Saneerausmenetelmä soveltuu parhaiten syöpyneiden kaivojen kunnostamiseen sekä tapauksiin, joissa kaivon renkaat ovat rikkoutuneet tai sauma on auennut. Menetelmä antaa kaivolle huomattavasti lisälujuutta ja kasvattaa siten sen käyttöikä, mutta tonttiliittymien rakentaminen korjauksen jälkeen on suuritöistä. Valumuotin halkaisija saattaa tapauskohtaisesti edellyttää kansiston ja kartiorenaan poistamista. (Suomen kaupunkiliitto & Suomen kunnallisliitto 1986, 14.) Kuvassa 9 nähdään sisäpuolisella valulla korjatun kaivon rakenne.



Kuva 9. Sisäpuolisella valulla korjatun tarkastuskaivon periaatekuva (Suomen kaupunkiliitto & Suomen kunnallisliitto 1986, 16).

## Tarkastuskaivon ruiskubetonointi

Kalliotilojen pinnoituksessa yleisesti käytetty ruiskubetonointi soveltuu myös tarkastuskaivojen pinnoittamiseen. Menetelmä on nopea eikä se vaadi kaivorakenteiden poistamista. Kaivon läpimitta pienenee vain vähän, noin 10 cm, ja työn yhteydessä on mahdollista korjata kaivon pohjaa. (Suomen kaupunkiliitto & Suomen kunnallisiitto 1986, 21.) Ruiskubetonointimenetelmään kuuluva betoniraudoitus lisää myös kaivon jäykkyyttä ja kestävyyttä. Kuvassa 10 on ylhäältä kuvattu betoninen tarkastuskaivo, jonka sisäpinta on ruiskubetonoitu ja pinnoitettu.



Kuva 10. Ruiskubetonoitu ja pinnoitettu tarkastuskaivo (Suomen Putkisto Palvelu 2011b).

### 3.3 Muovisten tarkastuskaivojen saneeraus

Nykypäivänä ei ole juurikaan käytössä erityisiä muovisten tarkastuskaivojen saneerausmenetelmiä. Yleensä vaurioitunut tai viallinen muovikaivo kunnostetaan vaihtamalla koko kaivoelementti uuteen tuotteeseen.

Betonisia tarkastuskaivoja on käytetty useita vuosikymmeniä ennen muovisten kaivojen ilmaantumista markkinoille, joten useimmat vanhat ja huonokuntoisen tarkastuskaivot on valmistettu juuri betonista. Monet yhdyskuntateknisiin saneeraustöihin erikoistuneet yritykset esittelevätkin palveluita ja saneerausmenetelmiä, joita sovelletaan juuri betonisten kaivojen kunnostuksissa.

Muovikaivojen saneerausmenetelmien vähäisyys saattaa johtua muovisten tarkastuskaivojen rakenteellisista ominaisuuksista. Muovisen tarkastuskaivon pinta on hyvin tiivis, kemiallisesti kestävä ja siinä on vähemmän saumoja kuin betonirengaskaivoissa. Tästä johtuen muovikaivo kestää betonikaivoa paremmin ympäröivän maan routaliikettä, jolloin kaivoon ei aiheudu betonikaivoille ominaista saumarakoilua ja -vuotamista.

### 3.4 Menetelmien kustannukset

Nykyään betonisten tarkastuskaivojen saneerausmenetelmistä tyypillisimpiä ovat muovisten saneerauskaivojen asennukset sekä ruiskubetonointi. Viemärisaneerausta harjoittavat useat alan yritykset ja toiminimet, jotka toimivat paikallisesti tai valtakunnallisesti. Useilla saneerauspalveluja tarjoavilla ammattilaisilla on palvelutarjonnassaan samoja menetelmiä ja välineitä, vaikka kustannuksissa saattaakin ilmetä eroavaisuuksia. Kuten rakennus- ja korjausaloilla yleensä, myös tarkastuskaivojen saneerauskustannuksiin vaikuttavat monet tekijät. Näitä ovat esimerkiksi kohteen etäisyys ja sijainti, käytettävä kalusto ja menetelmät, viemärin kunto ja materiaalit sekä aikataulu.

Tarkastuskaivojen saneerausmenetelmistä ja -kustannuksista tiedusteltiin viemärisaneerauspalveluja tarjoavilta yrityksiltä. Saatujen vastausten perusteella kahden yleisen saneerausmenetelmän kustannukset ovat luokkaa:

- muovinen saneerauskaivo asennettuna: 600 € / kaivo
- tarkastuskaivon ruiskubetonointi: 1100 € / kaivo.

## 4 KYRÖN JA RIIHIKOSKEN TARKASTUSKAIVOJEN NYKYTILANNE

### 4.1 Tarkekarttojen päivitys vuonna 2010

Kyrön ja Riihikosken tarkastuskaivojen tila kartoitettiin kesällä 2010. Työ aloitettiin toukokuussa Kyrössä maastotutkimuksin, joissa selvitettiin kylän vanhat ja uudet viemärikaivot. Tutkimusten jälkeen kaivot GPS-paikannettiin. Kyrön urakan valmistuttua elokuussa siirryttiin Riihikoskelle; kylän kaivojen maastotutkimuksia seurannut GPS-vaihe päättyi lokakuussa.

Molempien kylien kaivot tutkittiin erikseen. Suunnistaminen tapahtui kunnalta saatujen vanhojen vesihuoltokarttojen ja -piirustusten avulla. Maastotutkimusten avulla selvitettiin myös uusien asuinalueiden tarkastuskaivot, joita ei ilmennyt kunnan aiemmissa vesihuoltokartoissa. Kaikkien kaivojen väliset putkilinjat materiaali- ja tyyppitietoineen hahmoteltiin suuripiirteisesti, sillä kartoituksen tavoitteena oli päivittää vain kaivojen sijainti ja kunto.

#### 4.1.1 Maastotutkimusten menetelmät

Viemärikaivot sijaitsevat pääosin katualueella, mutta myös muualla maastossa kuten pelloilla ja metsiköissä. Kunnan kaivoja sijaitsee myös asukkaiden tonteilla ja pelloilla. Kaivojen tarkastelua vaikeutti muun muassa runsas kasvillisuus sekä kansistoja peittävät asfaltoinnit ja maamassat. Varsinkin peltoalueilla sijaitsevien viemärikaivojen päälle oli saatettu ajaa maamassoja helpottamaan viljelyä ja puimista. Maastotutkimuksissa käytettiin usein metallinpaljastinta.

Paikallistetut tarkastuskaivot avattiin magneetin, lapion ja rautakangen avulla. Mittausvälineinä käytettiin mittanauhaa ja vaaituslattiaa, joiden avulla mitattiin kaivoista seuraavat tiedot:

- kannen halkaisija
- kaivon materiaali
- kaivon syvyys
- poistoputken ja tuloputkien
  - materiaali
  - halkaisija
  - kulma asteina
  - korkeus vesijuoksusta.

Kaivotiedot kirjattiin paperiseen kaivokorttiin; tutkituista kaivoista muodostettiin kaivokortisto, jossa kaivot yksilöitiin kaivonumeroinnilla. Kuva 11 on esimerkki kaivokortista, joka on täytetty maastossa.

Edellä olevien tietojen lisäksi kirjattiin kaivoissa havaitut ongelmakohdat, jotka saattoivat aiheuttaa haittaa kaivon ja viemäriinjan toiminnalle. Tällaisia olivat esimerkiksi kaivojen routavauriot, vuodot, tukkeumat sekä kansistojen halkeamat. Ongelmatapauksista muodostettiin erillinen vikaluetelo, joka luovutettiin kunnan teknisen toimen työntekijöiden käytettäväksi.

Maastotutkimusten ja paperisen kaivokortiston laatimisen jälkeen suoritettiin tutkittujen kaivojen GPS-paikannus, jonka yhteydessä kaivojen sijainnit ja korkeudet tallennettiin tiettyyn koordinaatistoon.



Kaivo nro		Putki- laatu	Halkaisija	Kork. cm vesijuoks.	Kulma asteina	Kaltevuus cm/m	
1		Poisto	M	160	0		
X		Tulo 1	M	110	1	135	
Y		Tulo 2	M	160	5	180	
Z kansi		Tulo 3	M	110	1	225	
Korkeus 155	Tulo 4						
Ulkohalk. 300	Vesilukko <input type="checkbox"/> Ei vesilukkoa <input type="checkbox"/> Huuhteluputki <input type="checkbox"/>						
Materiaali muon	Korkeuden lisäksi Hiekkapesä <input type="checkbox"/> _____ cm						
Tyyppi	Ilman teleskooppia <input type="checkbox"/> RST-hattu, kahvallinen <input type="checkbox"/> Ilman kahvaa <input type="checkbox"/> Teleskoopilla <input checked="" type="checkbox"/> Säätöputki 0.8m <input type="checkbox"/> _____ m Umpikansi <input checked="" type="checkbox"/> Ritiläkansi <input type="checkbox"/> 25 t <input type="checkbox"/> 40 t <input type="checkbox"/>						

Kaivo nro		Putki- laatu	Halkaisija	Kork. cm vesijuoks.	Kulma asteina	Kaltevuus cm/m	
2		Poisto	M	160	0		
X		Tulo 1	M	160	0	170	
Y		Tulo 2	M	110	0	225	
Z kansi		Tulo 3					
Korkeus 148	Tulo 4						
Ulkohalk. 300	Vesilukko <input type="checkbox"/> Ei vesilukkoa <input type="checkbox"/> Huuhteluputki <input type="checkbox"/>						
Materiaali muon	Korkeuden lisäksi Hiekkapesä <input type="checkbox"/> _____ cm						
Tyyppi	Ilman teleskooppia <input type="checkbox"/> RST-hattu, kahvallinen <input type="checkbox"/> Ilman kahvaa <input type="checkbox"/> Teleskoopilla <input checked="" type="checkbox"/> Säätöputki 0.8m <input type="checkbox"/> _____ m Umpikansi <input checked="" type="checkbox"/> Ritiläkansi <input type="checkbox"/> 25 t <input type="checkbox"/> 40 t <input type="checkbox"/>						


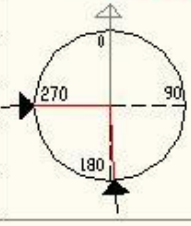
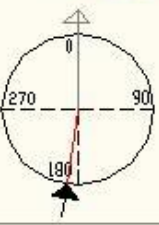
Kuva 11. Maastossa täytetty kaivokortti.

#### 4.1.2 Kartoitustyön päättäminen

Satelliittipaikannusmittariin tallennettu koordinaattidata siirrettiin YTCad-suunnitteluohjelmaan, jonka avulla laadittiin viemäripainotteiset vesihuoltokartat. Uusissa tarkekartoissa on esitetty tutkittujen kaivojen sijainnit ja korkeustiedot, kaivojen väliset etäisyydet sekä oletetut maanalaiset viemäriinjat. Kyrön ja Riihkosken uudet tarkekartat ovat erilliset ja molempien karttojen pohjana toimivat kylien kaavakartat.

Tarkekarttojen lisäksi muodostettiin kaivokortistot. Sen lisäksi, että niistä ilmenee paperisten kortistojen tavoin tarkastuskaivojen havaintotiedot,

kaivokorteista on luettavissa kaivojen sijaintikoordinaatit sekä korkeudet. Kuva 12 on esimerkki tällaisesta kaivokortista.

		Tekninen toimi Pöytyä		KOHDE		RIIHIKOSKI				
						LAATILJA		Anssi Ek		
						KAIVOLUE				
VIITEPIIRUSTUS										
LINJAT										
Jätevesikaivo X: 6734502.84				Y: 2423506.23		PUTKEN LAATU	Ø	KORKEUS VESIJ.	KULMA ASTEINA	VIIETTO- KALTEV.
KAIVO NO	101			POIISTO	M	200				
PAALU				TULO 1	M	200	0,01	176		
D				TULO 2	M	150	0,06	269	0,000	
POIISTO +	62.90			TULO 3						
Ø DE, MAT.	600, M			TULO 4						
KORKEUS	1.99			TULO 5						
Jätevesikaivo X: 6734486.81				Y: 2423545.95		PUTKEN LAATU	Ø	KORKEUS VESIJ.	KULMA	VIIETTO- KALTEV.
KAIVO NO	102			POIISTO	M	200				
PAALU				TULO 1	M	200	0,01	188		
D				TULO 2						
POIISTO +	60.42			TULO 3						
Ø DE, MAT.	600, M			TULO 4						
KORKEUS	2.43			TULO 5						

Kuva 12. Detaljikuva uudesta kaivokorttiluettelosta.

#### 4.1.3 Vaikeudet ja virhetekijät tutkimuksissa

Toisinaan tarkastuskaivojen paikantamista vaikeuttivat kasvillisuus, asfaltoinnit ja maamassat. Myös vanhempien vesihuoltokarttojen vaihteleva tarkkuus ja täsmällisyys vaikeuttivat työskentelyä.

Maastossa näkymättömissä olevat tarkastuskaivot etsittiin metallinpaljastimen avulla. Kaivojen kansiot ovat niin suuria, että käytetyn metallinpaljastimen avulla onnistuttiin paikallistamaan useita kadonneita kaivoja muun muassa metsistä, heinikoista ja pelloilta.

Molemmissa kylissä oli kuitenkin useita tarkastuskaivoja, joiden avaaminen ja tutkiminen ei ollut mahdollista. Seuraavassa mainitaan tyypillisimmät esteet tarkempien havaintojen tekemiselle:

- Kaivon kansi oli juuttunut kiinni eikä auennut edes rautakangella (syinä kiviaineksen kiilautuminen, metallin syöpyminen, kadun pinnan paikkauspiki).
- Kaivon kansiston päällä oli asfalttia. Kansi oli joko osittain näkyvässä tai kokonaan asfaltin alla (metallinpaljastinhavainto, ei varmuutta kaivotyypistä).
- Kaivo oli perustettu maanalaisesti esimerkiksi pellolle tai tontin pihamaalle (metallinpaljastinhavainto, ei varmuutta kaivotyypistä).
- Kaivo sijaitsi hankalassa paikassa yksityisalueella, esimerkiksi tontin puutarhassa.
- Muovisen tarkastuskaivon betoninen suojarahas kiilasi muovikaivon välikannen.

Yrityksistä huolimatta kaikkia kaivoja ei löydetty. Molemmissa kylissä vanhojen vesihuoltokarttojen paikkansapitävyys oli paikoitellen kyseenalaista. Tästä seurasi useita tilanteita, joissa tarkastuskaivot eivät olleet siellä, missä niiden piti piirustusten mukaan sijaita.

Lisäksi GPS-paikannuksessa ilmeni virhetekijä, mikä vaikeutti täsmällisen mittaustarkkuuden saamista satelliittien katvealueilla, esimerkiksi metsissä ja korkeiden rakennusten lähellä. Tällaisilla alueilla jouduttiin toisinaan tekemään sijaintitallennuksia, joissa kaivojen horisontaalisiin ja vertikaalisiin sijaintitietoihin liittyi tarkkuusvirheitä. Katvealueiden mittaustarkkuus vaihteli tyypillisestä muutamasta kymmenestä senttimetrinä pahimmillaan useaan metriin. Ideaaliolosuhteissa, joissa valtaosa GPS-paikannuksista suoritettiin, mittaustarkkuus on muutaman millimetrin luokkaa.

Tarkastuskaivojen tutkimustyön tilannutta Pöytyän teknistä toimea tiedotettiin maastotutkimusten vaikeuksista. Tutkimusten virhetekijöistä aiheutuneet

havaintojen puutteellisuudet hahmoteltiin tarpeellisin merkinnöin ja huomautuksin lopullisiin tarkekarttoihin ja viemärikortteihin.

## 4.2 Kartoitustyön havainnot ja tulokset

### 4.2.1 Kyrön keskustaajaman tarkastuskaivot

#### **Lukumäärät ja materiaalit**

Kyrön päivitetty viemäritarkekartta käsittää 535 paikallistettua tarkastuskaivoa, jotka ilmenevät uusissa tarkekartoissa ja kaivokortistoissa. Näistä kaivoista 32 (5 %) oli sellaisia, joita ei saatu avattua ja siten tutkittua. Lisäksi viemäriverkkoon arvioitiin kuuluvan 16 muuta tarkastuskaivoa, jotka ilmenivät vanhoissa tarkekartoissa mutta joita ei voitu paikallistaa.

Betonisia tarkastuskaivoja todettiin 103 (19 %) ja muovista valmistettuja kaivoja 404 (76 %). Muista materiaaleista valmistettuja viemärikaivoja ei tutkimuksissa havaittu.

#### **Sijainnit**

Kyrön betoniset tarkastuskaivot ovat viemäriverkon vanhimpia kaivoja ja ne on rakennettu aikana, jolloin kylän rakennuskanta ja viemäriverkko olivat hyvin erilaisia suhteessa nykypäivään. Niin nykyään kuin aikaisemminkin alueita viemäröidään rakentamisen myötä siten, että viemäröidyt alueet muodostavat selkeitä katu- ja korttelikokonaisuuksia. Pöytyän vesihuollon viemäriurakoissa on usein käytetty samoja kaivotuotteita ja -materiaaleja koko urakan ajan, jolloin tietyt kadut ja korttelit muodostavat kokonaisuuksia käytettyjen kaivomateriaalien suhteen.

Kyrössä valtaosa betonisista tarkastuskaivoista sijaitsee lähellä kylän keskustaa. Muovikaivoja, joita on huomattavasti enemmän, sijaitsee sekä

keskusta-alueella että kauempana taajaman reuna-alueilla. 2000-luvun alun viemärisaneerauksen yhteydessä kunnostetut betonikaivot sijaitsevat pääosin seuraavilla alueilla: Kyröä halkovan Kroopinojan ympäristö, Paitakedon, maauimalan, Huitin ja urheilukentän alueet, junaradan varren ja sahan seutu sekä Kyröntien ja viljasiilon ympäristö. Saneeratut betonikaivot laskettiin maastotutkimuksissa muovikaivoiksi.

Kunnostamattomia betonikaivoja sisältäviä alueita ovat:

- Kyrön terveysaseman, kunnanviraston ja torin ympäristö
- Yökkömäentie
- Vanhantuvantie
- Kaarlinintie
- Wäinö Aaltosen tie
- Kehityksentie
- Korvantie
- Taavelintie
- Nopolantie
- seurakuntatalon ympäristö
- Kyrön koulun ympäristö
- Kotovuorentie
- Leppämäentie
- Jaakonkuja
- urheilukentän ympäristö
- Huitin Kissalankuja
- Maapohjantie.

### **Rakentamisajankohdat ja ikäselvitys**

Lähes kaikista viemärihankkeista, joissa tilaajana on ollut Pöytyän tekninen toimi, on talletettu sopimus- ja rakenneasiakirjat kunnan arkistoihin.

Tarkastuskaivojen ikäselvityksessä perehdyttiin näiden asiakirjojen sisältämiin tietoihin.

Kyrössä sijaitsevasta kunnan pääarkistosta löytyi runsaasti vanhojen viemärihankkeiden urakka-asiakirjoja ja suunnitelmia, joista ilmenivät Kyrön viemäriverkon eri linjojen rakentamis- ja saneerausajankohdat. Selkeää perustamis- ja kunnostusajankohta oli todettavissa suurimmalle osalle kaivoista: tekniset suunnitelmat ja asiakirjat kattoivat noin 80-prosenttisesti kylän 535 tutkittua tarkastuskaivoa. Luku sisälsi myös joukon tarkastuskaivoja, jotka saneerattiin 1990- ja 2000-lukujen vaihteessa ja jotka laskettiin maastotutkimuksissa muovikaivoiksi. Lopuista noin 20 %:sta kaivoja ei löydetty vastaavia tietoja, sillä joistakin kunnan vanhimmista viemärihankkeista puuttui tarvittavia asiakirjoja.

Viemärihankkeiden asiakirjoista ilmeni, että Kyrön keskustaajaman vanhimmat ja nykyään jo saneeratut viemäriinjat ovat 1960-luvun alkupuolelta, jolloin Kyrö kuului Karinaisten kuntaan. Kyrön taajama-alueen kasvaessa myös sen viemäriverkko on laajentunut; verkon eri osia on rakennettu ja kunnostettu nykypäivään asti. Kaikki ennen vuotta 1970 rakennetut tarkastuskaivot on nykyään saneerattu, sillä 2000-luvun alussa toteutetut viemärisaneeraukset kohdistuivat verkon vanhimpiin osiin.

Kyrön viemärikaivojen rakentamisajankohtien kartoituksessa käytettiin uuden tarkekartan kopiota, johon hahmoteltiin viemärihankkeiden urakkarajat ja vuosiluvut. Tarkastuskaivojen ikäselvityksessä tehdyt havainnot esitetään taulukossa 1. Urakkarajojen merkitsemiseen ja kaivojen laskentaan sisältyi tulkintavirhe, sillä osa kaivoista oli sisällytetty useampaan eri hankkeeseen eri vuosina. Tästä seuraa, että ikäselvityksen kaivomäärät eivät ole suoraan verrannollisia Kyrön maastotutkimusten kaivohavantoihin.

Taulukko 1. Kyrön tarkastuskaivojen ikäselvitys.

Rakentamisajankohta	Tarkastuskaivoja	Betonisia	Muovisia
–1975	44	44	0
1976–1985	140	64	76
1986–1995	92	0	92
1996–2010	150	0	150
<b>Yhteensä</b>	426	108	318

Taulukosta huomataan, että muovikaivojen käyttö Kyrön viemäriverkossa lisääntyi huomattavasti betonin kustannuksella 1970- ja 80-lukujen vaihteessa.

#### 4.2.2 Riihikosken keskustaajaman tarkastuskaivot

##### Lukumäärät ja materiaalit

Riihikosken päivitetty viemäritarkekartta ja kaivokortisto käsittää 440 paikallistettua tarkastuskaivoa. Näistä kaivoista 17 oli sellaisia, joita ei saatu avattua ja siten tutkittua (4 %). Lisäksi viemäriverkkoon arvioitiin kuuluvan 36 muuta tarkastuskaivoa, jotka ilmenivät vanhoissa tarkekartoissa mutta joita ei voitu paikallistaa.

Betonisia tarkastuskaivoja todettiin 66 (15 %) ja muovista valmistettuja kaivoja 359 (81 %). Tutkimuksissa ei ilmennyt muita viemärikaivomateriaaleja.

## Sijainnit

Myös Riihikoskella betoniset tarkastuskaivot ovat kylän viemäriverkon vanhimpia kaivoja ja ne muodostavat selkeitä katu- ja korttelikokonaisuuksia kaivomateriaalien suhteen. Betonikaivot sijaitsevat pääosin lähellä kylän keskustaa, kun taas muovikaivoja sijaitsee sekä keskustassa että muualla taajamassa. Sekä Kyrössä että Riihikoskella on useita uusia asuinalueita, joiden viemäriinjojen kaivot ovat muovisia. Myös Riihikoskella on tehty jossain vaiheessa viemäriinjojen saneerauksia, mutta suurin osa betonisista tarkastuskaivoista on alkuperäisessä kunnossa.

Betonikaivoja sisältäviä alueita ovat:

- Asuntomäen Kallentie, Vilhontie ja Matintie
- osa Yläneentiestä
- kunnanviraston ympäristö
- Mäntymäen Mäntytie, Koivutie, Leppätie ja Kuusitie
- Marjamäen Mäkitie, Osmontie ja Rivitie
- Manttaalinmäen Manttaalintie
- osa Turuntiestä.

## Rakentamisajankohdat ja ikäselvitys

Riihikosken viemäriverkon rakennusurakoista ja -hankkeista on talletettu runsaasti teknisiä asiakirjoja, joiden avulla hahmoteltiin kylän viemärikaivojen rakentamisajankohdat. Viemärihankkeiden urakka-asiakirjoja ja suunnitelmia löytyi kunnan teknisen toimen päärakennuksesta Riihikoskelta.

Teknisistä asiakirjoista saatiin selville selkeä perustamisajankohta 95 %:lle 440 tutkitusta tarkastuskaivosta. Erotuksesta eli noin 5 %:sta kaivoja ei löydetty tietoja, sillä Kyrön tavoin myös Riihikosken vanhimmista viemärihankkeista puuttui olennaisia asiakirjoja.



Riihikosken viemäriverkko on laajentunut jatkuvan uudisrakentamisen myötä. Viemärihankkeiden asiakirjoista havaittiin, että Kyrön tavoin myös Riihikosken vanhimmat viemäriinjat ovat 1960-luvun alkupuolelta. Kunnan tekniseltä toimelta saatujen tietojen mukaan eräillä kylän alueilla on tehty aikoinaan viemärisaneerauksia, mutta kyseisistä urakoista ei löytynyt tarvittavia urakka-asiakirjoja.

Riihikosken tarkastuskaivojen ikäselvityksessä käytettiin samaa menetelmää kuin Kyrössä, eli uuden tarkekartan kopioon hahmoteltiin viemärihankkeiden urakkarajat vuosilukuineen. Tarkastuskaivojen ikäselvityksen tulokset nähdään taulukossa 2. Urakkarajojen merkitsemiseen ja kaivojen laskentaan sisältyi sama tulkintavirhe, jolloin ikäselvityksen kaivomäärät eivät ole suoraan verrannollisia Riihikosken maastotutkimusten tuloksiin.

Taulukko 2. Riihikosken tarkastuskaivojen ikäselvitys.

Rakentamisajankohta	Tarkastuskaivoja	Betonisia	Muovisia
–1975	101	93	8
1976–1985	124	4	120
1986–1995	100	0	100
1996–2010	95	0	95
<b>Yhteensä</b>	<b>420</b>	<b>97</b>	<b>323</b>

Taulukon arvoista nähdään, että myös Riihikoskella muovi yleistyi pääasialliseksi viemärikaivomateriaaliksi 1970- ja 80-lukujen vaihteessa.

### 4.3 Havaintoja tarkastuskaivojen yleiskunnosta

#### 4.3.1 Muovikaivot

Maastotutkimuksissa havaittiin, että Kyrön ja Riihikosken viemäriverkkojen muoviset tarkastuskaivot ovat yleisesti ottaen hyväkuntoisia. Vaikka kylien muovikaivot ovat suhteellisen nuoria, myös kaikkein vanhimmat muoviset tarkastuskaivot Riihikoskella ovat yleiskunnoltaan hyviä.

Muovikaivojen havaitut vauriot ja viat viittaavat usein huonoon rakennustyön laatuun. Riittämättömästä pohja- ja tiivistystyöstä tai virheellisestä asennuksesta on aiheutunut esimerkiksi seuraavanlaisia ongelmia: teleskooppivarren saumasta valui vettä, painunut teleskooppivarsi oli tukkinut poisto- ja tuloputket, kaivo oli vinossa tai tarkoitettua syvemmällä. Kunnan tekninen toimi vahvisti myöhemmin, että joidenkin muovikaivojen asennuksissa oli aikoinaan tapahtunut työaikaista virheitä, joita on jälkeinpäin pyritty korjaamaan.

#### 4.3.2 Betonikaivot

Kyrön ja Riihikosken betonisten tarkastuskaivojen yleiskunto todettiin hyväksi tai tyydyttäväksi, mutta osassa betonikaivoista oli havaittavissa ikääntymisen merkkejä. Tämä ilmeni muun muassa betonipintojen syöpymisenä ja halkeiluna sekä kaivorenkaiden paikoiltaan luiskahteluina. Lisäksi nähtiin kaivoihin jälkeinpäin rakennettuja tonttiliittymiä, jotka olivat toiminnaltaan ja laadultaan kyseenalaisia. Tällaiset ikääntymiseen ja käyttöön liittyvät haittatekijät heikentävät betonikaivojen tiiviyyttä, käyttöikä ja toimintaa.

### 4.4 Hulevesien johtaminen viemäriverkkoihin

Tarkekartoituksen sivutavoitteena oli varmistaa, että Kyrön ja Riihikosken viemäriverkkoihin johdettiin vain jätevesiä. Maastotutkimuksissa ilmeni vain yksi

Kyröön sijoittuva tapaus, jossa yksityistontin hulevesien poistoputki oli liitetty kunnan betoniseen jätevesikaivoon. Tapauksen tultua ilmi kunnan tekninen toimi otti yhteyttä tontin omistajaan jatkotoimenpiteitä varten.

Edellistä tapausta lukuun ottamatta Kyrön ja Riihikosken tarkastuskaivoissa ei ilmennyt liitoksia, joissa kunnan jätevesiverkkoihin olisi johdettu hulevesiä. Vaurioituneista ja vuotavista kaivoista, joihin kulkeutui ulkopuolisia vesiä halkeamista ja saumoista, laadittiin aikaisemmin mainittu vikaluetelo.

## 5 KYRÖN JA RIIHIKOSKEN TARKASTUSKAIVOJEN SANEERAUS

### 5.1 Saneerattavat viemärikaivot

Kyrön ja Riihikosken yhteensä 975 tarkastuskaivoista 169 (17 %) on valmistettu betonista. Nämä 1960-luvun kaivot ovat viemäriverkkojen vanhimpia elementtejä eikä kummassakaan kylässä ole rakennettu betonisia kaivoja 1970- ja 80-lukujen vaihteen jälkeen. Osa kylien vanhoista betonikaivoista on kunnostettu linjasaneerausten yhteydessä, mutta molemmissa kylissä suurin osa betonisista tarkastuskaivoista on alkuperäisessä kunnossaan.

Tavallisesti viemäriverkon saneerauksessa tehdään samanaikaisesti putkilinjojen sujutuksia ja kaivojen korjauksia. Verkon saneeraus vähentää muun muassa vuotovesien pääsyä verkkoon, jolloin saadaan säästöjä jätevesien käsittelykustannuksissa. Vaikka suurin osa vuotovesistä päätyy viemäriverkkoon vanhojen putkilinjojen kautta, osa ulkopuolisista vesistä kulkeutuu verkkoon vanhojen tarkastuskaivojen kautta. Myös viemärikaivojen saneerauksilla voidaan parantaa viemäriverkon eheyttä ja kustannustehokkuutta.

Nykyään viemärikaivojen saneeraukset kohdistuvat juuri betonisiin kaivoihin, sillä niitä on käytetty muovikaivoja huomattavasti kauemmin ja saneerauksen tarve on tullut ajankohtaiseksi. Kyrön ja Riihikosken vanhat betonikaivot ovat ajan myötä altistuneet monelle kuormitustekijöille kuten routaliikkeelle sekä syövyttävälle jätevesille. Yleensä betonirengaskaivoissa on muovikaivoja enemmän saumoja, mikä saattaa lisätä eri asteisien vuotojen ja sortumien esiintymistä. Tällaisia ongelmia esiintyy erityisesti vanhoissa kaivoissa, jotka sijaitsevat routivassa maassa. Tarkekarttapäivityksen maastotutkimuksissa havaittiin, että Kyrön ja Riihikosken betonikaivoissa oli nähtävissä ikääntymiseen ja kulumiseen viittaavia merkkejä, jotka voivat ajan myötä

rasittaa sekä kaivojen että kylien viemäriverkkojen toimintaa. Muovikaivot taas olivat yleisesti varsin hyvässä kunnossa.

Edellä esitetyn johdosta tämän esityksen Kyrön ja Riihikosken viemärikaivojen kuntotarkasteluun sisältyvässä saneerausarvioinnissa käsitellään vain betonisten tarkastuskaivojen kunnostamista.

#### 5.1.1 Betonikaivojen sijainnit ja pohjaolosuhteet

Viemärikaivoja ympäröivä maaperä vaikuttaa betonikaivoihin sekä mekaanisesti että kemiallisesti. Pääsääntöisesti Suomen maaperä ei ole aggressiivista ja siten betonipintoja kemiallisesti vaurioittavaa. Suurin maaperälähtöinen kuormitus onkin yleensä roudan aiheuttamaa mekaanista kuormitusta. Talvisin routiva maa saattaa liikutella betonikaivon kaivorenkaita sijoiltaan. Routimisesta aiheutuvia haittoja voidaan ehkäistä kaivojen routasuojauksin, mutta tässä kunnostusarvioinnissa tarkastellaan betonikaivojen varsinaista saneerausta.

#### **Kyrö**

Lukuun ottamatta Yökkömäentien, Nopolantien ja Kotovuorentien kalliomaastoa, Kyrön betonikaivot sijaitsevat valtaosin savimaassa. Tällaisia alueita ovat:

- Kyrön terveysaseman, kunnanviraston ja torin ympäristö
- Vanhantuvantie
- Kaarlinintie
- Wäinö Aaltosen tie
- Kehityksentie
- Korvantie
- Taavelintie
- seurakuntatalon ympäristö
- Kyrön koulun ympäristö

- Jaakonkuja
- urheilukentän ympäristö
- Huitin Kissalankuja
- Maapohjantie.

## Riihikoski

Myös Riihikoskella suurin osa betonisista tarkastuskaivoista on perustettu routimisalttiiseen savimaahan. Ainoat routimattomat alueet ovat Mäntymäen moreenimaa sekä Manttaalinmäen kallio. Savialueita ovat:

- Asuntomäen Kallentie, Vilhontie ja Matintie
- osa Yläneentiestä
- kunnanviraston ympäristö
- Marjamäen Mäkitie, Osmontie ja Rivitie
- osa Turuntiestä.

### 5.1.2 Elinkaari ja käytännön käyttöikä

Betonista valmistettujen maaviemärielementtien teoreettinen tekninen käyttöikä on 100 vuotta, mutta erilaisten tekijöiden seurauksena aika on käytännössä lyhyempi.

Kyrön ja Riihikosken betonikaivot ovat peräisin 1960- ja 70-luvuilta, jolloin ympäristötietoisuus oli nykyaikaan verrattuna vähäisempää. Viemäriin saatettiin johtaa jätteitä ja kemikaaleja, jotka vahingoittivat betonia; vaikka betonilla on hyvä kemiallinen kestävyys, sen tavoitteellinen käyttöikä alenee oleellisesti, kun jätevesiolosuhteet muuttuvat poikkeaviksi.

Nykyinen betoniviemäritekniikka on kehittyneempää kuin 50 vuotta sitten. Viemärisuunnittelussa käytettävät raja-arvot ja jätevesiasetukset huomioivat uusimpia ympäristösäädöksiä; työmaalla käytettävät välineet, menetelmät sekä materiaalit on laskettu täyttämään ne vaatimukset, jotka on laadittu kattavissa

suunnitelmissa. 1960–70-lukujen betonikaivojen saumaus- ja tiivistemateriaalit eivät välttämättä ole kestäneet kaikkia niitä jätevesiä, joita kaivon läpi on ajan myötä kulkenut. Myös rakentamisen laatu on saattanut olla puutteellista: betonirengaskaivoihin ei välttämättä ole asennettu tarvittavia saumaus- ja tiivisteaineita.

Suurin osa Kyrön ja Riihikosken betonikaivoista sijaitsee routivassa savimaassa. Routimisesta aiheutuvien vaurioiden riski korostuu, jos kaivojen rakennustöissä on ilmennyt laadullisia puutteita, jollaisia voivat olla riittämättömät pohjatyöt ja routasuojaukset.

## 5.2 Betonikaivojen saneeraus

### 5.2.1 Ajankohta

Nyt 2010-luvulla Kyrön ja Riihikosken betonikaivoilla on teoreettista käyttöikää jäljellä noin puolet, mutta erilaisista tekijöistä johtuen kaivojen tekninen käyttöikä on käytännössä merkittävästi vähemmän kuin 100 vuotta. Sen sijaan, että Kyrön ja Riihikosken betonikaivojen saneeraus aloitettaisiin 2050-luvulla, on kaivojen kunnostusajankohdan oltava huomattavasti aikaisempi, jotta turvattaisiin viemäriverkon mahdollisimman luotettava ja kustannustehokas toiminta. Saneerausurakka tulisi toteuttaa silloin, kun betonikaivoilla olisi käyttöikä mahdollisimman vähän jäljellä ilman, että kaivojen iästä ja käytöstä johtuvat viat alkaisivat haitata viemäriverkon toimintaa merkittävästi. Tästä johtuen betonikaivojen saneeraus olisi hyvä aloittaa esimerkiksi tällä vuosikymmenellä.

### 5.2.2 Kustannukset

Saneeraustarkastelun lähtökohtana on, että molemmista kylistä saneerattaisiin kaikki betoniset tarkastuskaivot, yhteensä 169 kaivoa.

Betonikaivojen kaksi tavallisinta saneerausmenetelmää ovat muovisen saneerauskaivon asentaminen sekä ruiskubetonointi, joiden kustannukset ovat 600 € / kaivo sekä 1100 € / kaivo. Menetelmät hintoineen perustuvat menetelmä- ja kustannustiedusteluun, joka lähetettiin useille viemärien saneerausta harjoittaville yrityksille.

Kyrön keskustaajamassa on yhteensä 103 betonikaivoa. Jos kaikki kaivot kunnostettaisiin saneerauskaivomenetelmällä, kokonaiskustannukset olisivat luokkaa 62000 €; vastaavasti ruiskubetonointimenetelmän kustannukset olisivat luokkaa 113000 €.

Riihikosken kylässä on yhteensä 66 betonikaivoa. Saneerauskaivomenetelmällä kaivojen kunnostuskustannukset olisivat luokkaa 40000 €; menetelmän ollessa ruiskubetonointi kustannukset olisivat luokkaa 73000 €.

### 5.2.3 Toteutus

Kyrön ja Riihikosken betonikaivosaneerausten yhteiskustannukset olisivat luokkaa 102000–186000 €. Kunnallistekniseksi hankkeeksi summa on huomattava, kun otetaan huomioon Pöytyän kunnan koko sekä käytettävissä olevat taloudelliset resurssit. Tästä seuraa, että kaivojen kunnostusurakka tulisi suorittaa useassa eri vaiheessa, jolloin kokonaiskustannukset jakautuisivat pienempinä osuuksina pidemmälle aikavälille. Tällaiset useammin toistuvat mutta pienemmät resurssivaraukset vaativat hankkeet ovat realistisempia ja helpommin toteutettavissa Pöytyän kokoisessa kunnassa.

Kaivosaneeraukset vähentävät putkisujutusten tavoin vuotovesien pääsyä viemäriverkkoon. Kaivosaneeraushankkeen seurauksena Kyrön ja Riihikosken jätevedenpuhdistamoihin päätyisi vähemmän käsiteltäviä jätevesiä, jolloin säästettäisiin vesien käsittelykustannuksissa. Näillä säästöillä kylien kaivosaneeraushankkeet maksaisivat itsensä takaisin tietyn ajan jälkeen. Arvio tästä aikavälistä lasketaan seuraavan esimerkkialueen avulla.



Kyrössä sijaitsee asuinalue, johon kuuluvat Kehityksentie, Yökkömäentie, Wäinö Aaltosen tie, Kaarlinintie sekä Vanhantuvantie. Tällä alueella sijaitsee 19 betonikaivoa, joiden saneeraus maksaisi 11400–20900 €.

Vuosien 2009 ja 2010 keskimääräiset jätevesimäärät tiekohtaisesti olivat 1331, 828, 1662, 543 ja 149 m<sup>3</sup>, yhteensä 4513 m<sup>3</sup>. Kunnan tekninen toimi on arvioinut, että vuotovesien määrä olisi 50 %, jolloin esimerkkialueelta jätevedenpuhdistamolle saapui viemäriveresiä yhteensä 6770 m<sup>3</sup>.

Tekninen toimi arvioi, että betonikaivojen saneeraus vähentäisi vuotovesien määrää 50–75 %, jolloin esimerkkialueen jätevesimäärä olisi 5077–5641 m<sup>3</sup>. Jätevedenpuhdistamolla käsittelykustannukset ovat 0,62 €/m<sup>3</sup>.

Jos betonikaivot saneerattaisiin esimerkkialueella ja vuotovesien määrä vähenisi 50 %, vuosittaiset säästöt käsittelykustannuksissa olisivat luokkaa 700 €. Vastaavasti 75 %:n vuotovesivähennys säästäisi vuosittain noin 1100 €. Koska 19 kaivon saneeraus maksaisi yhteensä 11400–20900 €, käsittelykustannussäästöillä hanke maksaisi itsensä takaisin 10–30 vuoden kuluttua.

10–30 vuoden aikaväli on liian pitkä, jotta alueellisen saneerausurakan jälkeen voitaisiin odottaa kustannusten palautumista säästöjen muodossa ennen seuraavan urakan aloittamista. Koska alueellisia saneerauksia olisi useita, jo kymmenen vuoden odotus aiheuttaisi sen, että joidenkin kunnostamattomien betonikaivojen teoreettinen käyttöikä tulisi täyteen ja jopa ylittyisi. Tästä seuraa, että alueellisia saneerauksia tulisi tehdä nopeammassa aikataulussa, esimerkiksi kolmen vuoden välein.

Molemmissa kylissä betonikaivojen kunnostushanke voitaisiin suorittaa seuraavien toimintaperiaatteen mukaisesti:

- Betonikaivot saneerataan alueittain. Nämä betonikaivoja sisältävät alueet ovat erillisiä osaurakoita, jotka yhdessä muodostavat pitkällä aikavälillä koko kylän kaivosaneeraushankkeen.

- Alueelliset kaivosaneerausurakat toteutetaan kolmen vuoden välein. Tällöin kunnalla on aikaa varata riittävät resurssit. Alueellisten urakoiden yhteiskesto on koko kyläkohtaisen saneeraushankkeen vaatima aika. Alueellisia saneerausurakoita toteutetaan molemmissa kylissä samaan aikaan.
- Saneeraukset aloitetaan niillä alueilla, joiden betonikaivot ovat kylien vanhimpia ja joissa maaperä on routivaa. Riskikaivojen priorisoinnilla turvataan viemäriverkon toiminta koko saneeraushankkeen ajan.

#### 5.2.4 Kyrön alueelliset saneeraukset

**Vuonna 2013:** Seurakuntatalon ja Kyrön koulun ympäristöt.

14 betonikaivoa; savimaata; rakennettu 1970-luvun alussa.

*Alueurakan kustannusarvio 8400–15400 €.*

**Vuonna 2016:** Urheilukentän ympäristö, Jaakonkuja, Huitin Kissalankuja, Maapohjantie, osa keskustan pohjoispuolisesta Kyröntiestä.

13 betonikaivoa; savimaata; rakennettu 1970-luvun alun ja 1980-luvun alun välisenä aikana.

*Alueurakan kustannusarvio 7800–14300 €.*

**Vuonna 2019:** Terveysaseman, kunnanviraston sekä torin ympäristöt.

15 betonikaivoa; savimaata; rakennettu 1970-luvun lopulla.

*Alueurakan kustannusarvio 9000–16500 €.*

**Vuonna 2022:** Kehityksentie, Yökkömäentie, Wäinö Aaltosen tie, Kaarlinintie, Vanhantuvantie.

19 betonikaivoa; kalliota ja savimaata; rakennettu 1970-luvun lopulla.

*Alueurakan kustannusarvio 11400–20900 €.*

**Vuonna 2025:** Korvantie, Taavelintie, Nopolantie, Kotovuorentie, osa keskustan eteläpuolisesta Kyröntiestä.

15 betonikaivoa; kalliota ja savimaata; rakennettu 1970-luvun lopun ja 1980-luvun alun välisenä aikana.

*Alueurakan kustannusarvio 9000–16500 €.*

### **Alueellisten saneerausurakoiden ulkopuoliset kaivot**

Loput 27 betonikaivoa yhteensä 103 kaivosta sijaitsevat hajautetusti ympäri Kyröä. Tällaiset kaivot ovat usein erillisiä ja sijaitsevat esimerkiksi yksityistonteilla tai alueilla, joissa on muuten käytetty muovikaivoja. Yksittäisten betonikaivojen tarkat sijainnit ilmenevät päivitetystä tarkekartasta ja kaivokortistossa. Näiden 27 betonikaivon saneeraus 16200–29700 € kustannuksineen voidaan yhdistää edellisiin aluesaneerauksiin.

#### 5.2.5 Riihikosken alueelliset saneeraukset

**Vuonna 2013:** Manttaalinmäen Manttaalintie, Urheilupuistontien ja Turuntien välinen Yläneentien osuus, Talonpojantien ja Yläneentien välinen Turuntien osuus.

12 betonikaivoa; kalliota ja savimaata; rakennettu 1960-luvun alun ja 1970-luvun lopun välisenä aikana.

*Alueurakan kustannusarvio 7200–13200 €.*

**Vuonna 2016:** Mäntytie, Asuntomäen, Marjamäen ja Mäntymäen välinen maasto.

10 betonikaivoa; moreenimaata ja savimaata; rakennettu 1970-luvun alussa.

*Alueurakan kustannusarvio 6000–11000 €.*

**Vuonna 2019:** Asuntomäen Kallentie, Vilhontie ja Matintie, kunnanviraston ympäristö.

14 betonikaivoa; kalliota ja savimaata; rakennettu 1970-luvun alussa.

*Alueurakan kustannusarvio 8400–15400 €.*

**Vuonna 2022:** Yläneentien ja Kulhuantien välinen Turuntien osuus, Marjamäen Mäkitie, Osmontie ja Rivitie.

14 betonikaivoa; kalliota ja savimaata; rakennettu 1970-luvun alussa.

*Alueurakan kustannusarvio 8400–15400 €.*

**Vuonna 2025:** Mäntymäen Mäntytie, Koivutie, Leppätie ja Kuusitie.

9 betonikaivoa; moreenimaata; rakennettu 1970-luvun alussa.

*Alueurakan kustannusarvio 5400–9900 €.*

### **Alueellisten saneerausurakoiden ulkopuoliset kaivot**

Loput seitsemän betonikaivoa yhteensä 66 kaivosta sijaitsevat erillisinä ympäri Riihikoskea ja niiden tarkat sijainnit ilmenevät päivitettyssä tarkekartassa ja kaivokortistossa. Näiden seitsemän betonikaivon saneeraus 4200–7700 € kustannuksineen voidaan yhdistää edellisiin aluesaneerauksiin.

#### 5.2.6 Taloudellisten resurssivarausten jakautuminen

Kolmen vuoden välein suoritettavat saneeraushankkeet, jotka toistuisivat Kyrössä ja Riihikoskella samanaikaisesti yhteensä viisi kertaa, edellyttäisivät taloudellisia resursseja yhteensä 102000–186000 €.

Seuraavassa on lueteltu molempien kylien kokonaiskustannukset kolmen vuoden välein. Jotta kustannusarviossa huomioitaisiin myös alueellisten saneerausurakoiden ulkopuoliset kaivot molemmissa kylissä, summiin on sisällytetty näiden betonikaivojen (27+7 kaivoa) saneerauskustannukset (20400–37400 €) siten, että ne jakautuisivat tasaisesti viiteen kunnostushankkeeseen:

- 2013: 19700–36100 €
- 2016: 17900–32800 €
- 2019: 21500–39400 €

- 2022: 23900–43800 €
- 2025: 18500–33900 €

### 5.3 Johtopäätökset

#### 5.3.1 Kartoitustyön toteutuksesta

Kuntotarkastelu-urakkaa aloittaessa Pöytyän tekninen toimi oli toivonut saavansa ajankohtaista tietoa kahden kylän viemärikaivoista. Työn alussa tärkein tavoite oli selvittää kaivojen sijainnit, ja vasta jonkin aikaa Kyrön maastovaiheen alkamisen jälkeen tekninen toimi pyysi tietoja myös kaivojen yleiskunnosta. Tästä viiveestä ja osittain epäselvästä ohjeistuksesta aiheutui vaihtelevuutta kaivojen kunto- ja rakennetietojen muistiinpanoissa sekä niiden tarkkuuksissa. Kartoitustyön maastotutkimusten anti olisi voinut olla täsmällisempi ja informatiivisempi, jos ennen töiden alkua olisi selvitetty tarkkaan se, mitä tietoa kaivoista halutaan ja millä tarkkuudella.

Vastaavanlaisen kartoitustyön maastohavaintojen laadun voisi varmistaa esimerkiksi siten, että perinteisen kaivokortin huolellisen täyttämisen lisäksi kaivo valokuvattaisiin sekä luokiteltaisiin rakenteellisen kuntonsa ja teknisen toimivuutensa mukaan.

#### 5.3.2 Betonikaivojen todellinen käyttöikä

Vaikka betoni on kestävä ja pitkäikäinen viemärimateriaali, käytännössä betonikaivon tekninen käyttöikä on vähemmän kuin teoreettiset sata vuotta. Kaivon käyttöikään haitallisesti vaikuttavat tekijät, kuten rakennus- ja käyttövirheet, routavauriot sekä poikkeavat jätevesiolosuhteet, aiheuttavat yllättäviä saneeraustarpeita. Pinnoiltaan syöpynyt ja saumoistaan auennut betonirengaskaivo aiheuttaa kustannuksia muun muassa tukkeumien ja vuotovesien muodossa. Betonikaivojen tarkkaa jäljellä olevaa teknistä ikää ei voi kuin arvioida, mutta jos kaivojen rakentamisessa ja käytössä on ilmennyt

puutteita tai suoranaisia virheitä, on kaivon sadan vuoden elinkaari lyhentynyt vähintään useita vuosikymmeniä. Lisäksi koko viettoviemäriverkon toiminta saattaa häiriintyä, jos savi- tai muuten pehmeässä maassa olevat kaivot ovat painuneet riittämättömien pohjatöiden seurauksena.

Sekä betonisten että muovisten tarkastuskaivojen todellinen käyttöikä voidaan saada vastaamaan teoreettisia ikäennusteita ehkäisemällä haittatekijöitä. Näitä toimenpiteitä ovat muun muassa laadukas viemäri- ja maarakentaminen, ympäristötietoisuus sekä viemärimateriaalien optimaalinen valinta jätevesiolosuhteiden mukaan.

### 5.3.3 Kustannusten ja vuotovesisäästöjen välinen suhde

Satojen tuhansien eurojen saneeraushanke on taloudellisesti hyvin iso sijoitus Pöytyän kokoiselle kunnalle. Kyrön ja Riihikosken jätevedenpuhdistamoille saapuvista viemäriverkosta noin 50 % on vuotovesiä, jolloin jätevesikäsittelystä aiheutuvat kustannukset ovat jatkuvasti suhteellisen korkeita. Käsittelykustannusten vähentämisestä syntyvät säästöt ja saneerauskustannusten takaisinmaksuajat ovat tehokas tapa arvioida viemäriverkon kunnostushankkeiden kannattavuutta.

Jos betonikaivojen saneeraus vähentäisi vuotovesien määrää 50–75 %, jätevesien käsittelystä syntyvät säästöt olisivat suhteellisen vähäiset suhteessa hankkeen kokonaiskustannuksiin. Todellisuudessa todellinen kustannusten ja säästöjen välinen suhde ilmenee vasta tarkkojen tietojen (saneeraustuotteiden ja -palvelujen hintavaihtelut), mittausten (vedenkulutusvaihtelut, todelliset vuotovesimäärät) ja kyläkohtaisten laskutoimitusten perusteella. Lisäksi on todennäköistä, että käytännössä viemäriverkkojen toimintavarmuutta, kustannustehokkuutta ja vuotovesien vähenemistä halutaan edistää lisätoimilla, esimerkiksi putkilinjasujutuksilla.

### 5.3.4 Viemärisaneerauksen toteutus käytännössä

Vaikka vuotavat tarkastuskaivot aiheuttavat viemäriverkon vuotovesiongelmia, todellisuudessa suurin osa vuotovesistä kulkeutuu verkkoon putkilinjojen kautta. Muovi- ja varsinkin betoniputkien lukuisat saumat eivät aina ole tiiviitä, jolloin niistä sekä halkeamista ja murtumista valuu vettä viemäriverkkoon ympäröivästä maasta. Putkisaneraukset, joista yleisimmät ovat erilaiset sujutukset, parantavat laajalta alalta verkon tiiviyttä sekä teknistä toimintaa ja käyttöikä.

Betonisten viemärikaivojen saneeraus vähentää vuotovesien määriä, mutta vesienkäsittelyssä otot olisivat suuremmat, jos kaivosaneerausten yhteydessä tehtäisiin myös putkisanerauksia. Esimerkiksi betoniputkista valmistetut viemäriinjoet, jotka ovat vanhoja tai joissa on todettu vuotoja tai muita ongelmia, voitaisiin sujuttaa tarkastuskaivojen kunnostushankkeen yhteydessä. Yleensä linjan viemärielementit valmistetaan samasta materiaalista, jolloin betoniset putket ja kaivot ovat lähekkäin ja helposti korjattavissa. Tällainen laajempi saneeraus lisäisi jonkin verran työkustannuksia mutta vähentäisi samalla vuotovesien määriä tehokkaammin kuin pelkästään betonikaivojen saneeraus.

Joka tapauksessa sekä Kyrössä että Riihikoskella on ajankohtaista aloittaa viemäriverkkojen kunnostus vähintään betonisten tarkastuskaivojen saneerauksella. Jotta hankkeet maksaisivat itsensä ajan myötä nopeammin takaisin, olisi kannattavaa tarkastella myös putkilinjojen kuntoselvitysten ja peruskorjauksien mahdollisuuksia.

## LÄHTEET

Karttunen, E. 1999. Vesihuoltotekniikan perusteet. Helsinki: Hakapaino Oy.

Kaupunkiliitto 1979. Vesijohtojen ja viemäreiden suunnittelu. Kaupunkiliiton julkaisu B 63. Helsinki: Kirjapaino Oy Nova.

NRG Infra Oy 2005. Menetelmät. Viitattu 8.9.2011  
<http://www.nrgroup.fi/main.php?id=66&korjauskaivot>.

Rakennusteollisuus RT Ry & Betoniteollisuuslaitos 2003. Betoniviemärit 2003 -käsikirja. Jyväskylä: Gummerus Kirjapaino Oy.

Suomen kaupunkiliitto & Suomen kunnallisiitto 1986. Viemärikaivojen peruskorjaus. Helsinki: Kaupunkien talon painatuskeskus.

Suomen Putkisto Palvelu Oy 2011a. Palvelut. Viitattu 8.9.2011  
[http://www.sppoy.com/index.php?option=com\\_content&view=article&id=33&Itemid=26](http://www.sppoy.com/index.php?option=com_content&view=article&id=33&Itemid=26).

Suomen Putkisto Palvelu Oy 2011b. Palvelut. Viitattu 11.9.2011  
[http://www.sppoy.com/index.php?option=com\\_content&view=article&id=20&Itemid=18](http://www.sppoy.com/index.php?option=com_content&view=article&id=20&Itemid=18).

Pöytyän kunta 2009. Pöytyän kunta. Viitattu 10.2.2011  
<http://www.poytya.fi/Default.aspx?id=502369>.

Pöytyän Tekninen toimi 2011. Kunnan omat tekniset asiakirjat ja kartat.

Uponor Suomi Oy. 2009. Uponor yhdyskunta- ja ympäristötekniikka. Materiaalit ja käyttöiät.

Uponor Suomi Oy. 2009. Uponor yhdyskunta- ja ympäristötekniikka. Uponor-kaivojärjestelmät.