



**SAVONIA**

■ OPINNÄYTETYÖ - AMMATTIKORKEAKOULUTUTKINTO  
TEKNIIKAN JA LIIKENTEEN ALA

# VIEMÄRIVERKOSTON VUOTOVESIEN TUTKIMUSOHJE

TEKIJÄ/T: Marko Tuppurainen

Koulutusala Tekniikan ja liikenteen ala	
Koulutusohjelma Rakennustekniikan koulutusohjelma	
Työn tekijä(t) Marko Tuppurainen	
Työn nimi Viemäriverkoston vuotovesien tutkimusohje	
Päiväys	18.4.2013
Sivumäärä/Liitteet	29+7
Ohjaaja(t) Kalle Simonen, pt.tuntiopettaja, Pasi Pajula, yliopettaja	
Toimeksiantaja/Yhteistyökumppani(t)	
<p>Tiivistelmä</p> <p>Opinnäytetyön tavoitteena oli laatia viemäriverkoston vuotovesien tutkimusohje. Opinnäytetyö tehtiin itsenäisenä, eikä siinä ollut yhteistyökumppaneita ammattikorkeakoulun ulkopuolelta. Vuotovesien pääsy viemäriverkoston on ongelma Suomessa. Vuotovesien määrä jätevedenpuhdistamon tulevassa virtaamassa voi olla vuotuisella tasolla noin 50 %. Tämä johtaa jätevedenpuhdistamoiden lisääntyneisiin kustannuksiin. Vesilaitokset joutuvat rakentamaan isompia ja parempia järjestelmiä jäteveden puhdistamiseen, vesien takia, joita ei muuten tarvitsisi edes puhdistaa.</p> <p>Tämä työ tehtiin keräämällä tietoa oppikirjoista, RIL-kirjallisuudesta, internet-materiaalista ja opinnäytetöistä. Ohje laadittiin kerätyn tiedon pohjalta. Silmämääräiselle tutkimukselle tehtiin tarkastuskortti auttamaan tutkimuksia. Tutkimusohjeen mukana oleva tarkastuskortti auttaa viemärien vuotovesien tutkimisessa.</p> <p>Työn tuloksen saatiin ohje, joka tukee ja helpottaa kaupunkien, kuntien ja yksityisten urakoitsioiden vuotovesitutkimusta. Ohje on helppolukuinen ja kuvitettu, jotta lukijan mielenkiinto riittää lukemaan koko ohjeen.</p>	
Avainsanat Vuotovesi, Viemäri, Ohje	

Field of Study Technology, Communication and Transport			
Degree Programme Degree Programme In Construction Engineering			
Author(s) Marko Tuppurainen			
Title of Thesis Examination guide for sewer system Infiltration/Inflow water			
Date	19 April 2013	Pages/Appendices	29+7
Supervisor(s) Mr Kalle Simonen, Lecturer, Mr Pasi Pajula , Principal Lecturer			
Client Organisation /Partners None			
<p>Abstract</p> <p>The purpose of this study was to create an examination guide for the access of Infiltration/Inflow waters to sewer system which is not meant to carry Infiltration/Inflow waters. This work was not commissioned by anyone, it is an independent thesis. I/I waters are a problem in Finland. The quantity of I/I waters might rise as high as 50% of annual water flow in wastewater treatment plants. This leads to increased expenses for wastewater treatment plants and this again to risen wastewater bills for households. Wastewater treatment plants also have to build bigger and better systems to clean larger flows of wastewater.</p> <p>The work was done by examining teaching materials, guidebooks, internet-material and various theses. A guide was made based on these materials. A report card for inspecting broken manholes or inspection wells was written as a useful tool to help to check possible faults and to update missing manholes to a grid map.</p> <p>The guide was created to help towns, cities or independent contractors to start their examinations for possible I/I waters. The guide was created to be a compendium of large amount of information for I/I examination techniques.</p>			
Keywords Infiltration, Inflow, Sewer, Guide			

## SISÄLTÖ

1	JOHDANTO .....	5
2	HISTORIAA JA TILASTOTIETOA SUOMEN VIEMÄRIVERKOSTOISTA.....	6
3	VIEMÄRIVERKOSTO, KUNNOSSAPITO JA LAINSÄÄDÄNNÖT .....	8
3.1	Viemäriverkosto .....	8
3.1.1	Putkimateriaalien ominaisuudet ja mahdolliset ongelmat .....	9
3.1.2	Viemäreiden laitteet ja varusteet .....	12
3.2	Viemäriverkoston kunnossapito.....	14
3.3	Lainsäädäntöjä .....	15
4	VUOTOVEDET .....	16
4.1	Vuotovesien kertyminen .....	16
4.2	Vuotovesien haitat .....	17
5	VIEMÄRIVERKOSTON TUTKIMUSTAVAT .....	20
5.1	Viemäreiden vuotovesiselvitys.....	20
5.1.1	Vuotovesiselvitys laskutustiedoilla .....	20
5.1.2	Lisämittaukset.....	20
5.2	TV-kuvaus .....	21
5.3	Savukoe .....	24
6	TUTKIMUSOHJE .....	25
7	POHDINTA.....	27
	LÄHTEET .....	28

## LIITTEET

LIITE 1 Kaivojen silmämääräisen tutkimuksen tarkastuskortti

LIITE 2 Vuotovesien tutkimusohje

## 1 JOHDANTO

Viemäriverkoston vuotovedet ovat ongelmana ympäri Suomen. Vuotovesiä kulkeutuu jätevedenpuhdistamolle, mikä aiheuttaa ylimääräisiä kustannuksia viemärlaitokselle ja sen seurauksena kunnan asukkaille. Jopa 50 % jätevedenpuhdistamolle vuodessa tulevasta virtaamasta voi olla vuotovesiä, vesiä joita ei tarvitsisi puhdistaa. Vuotovedet kertyvät rikkonaisista verkoston osista sekä laittomista hulevesiverkoston liittymistä. Pohjaveden nousussa ja sateella vuodot ovat suurimmillaan. Suurin vaikutus on pohjaveden nousulla kun viemäriputki jää pohjavedenpinnan alapuolelle ja vedet pääsevät pienimmästäkin aukosta viemäriverkostoon. Ns. laittomat liitännät eli erillisviemärintijärjestelmän jätevesiverkostoon liitetyt hulevesiputket tuottavat paljon ylimääräisiä vesiä viemäriverkostoon jotka olisi parempi imeyttää maahan sopiviin maaston kohtiin. Tässä tapauksessa kaikki kiinteistöjen kuivatusvedet siirtyvät viemäriverkostoon.

Työn tarkoituksena on luoda tiivistetty ohje vuotovesien tutkimiseen. Sen on myös oltava muotoiltu riittävän hyvännäköiseksi, jotta lukijalla säilyy mielenkiinto lukea se alusta loppuun. Muotoilussa käytetään mahdollisimman paljon kuvia jotka havainnollistavat tekstin sisältöä. Yksi tavoitteista on myös saada ohjeesta innostava ja sen täytyy antaa syy aloittaa vuotovesitutkimukset. Tarkoituksena ei ole pureutua yksityiskohtaisiin tietoihin vuotovesitarkastelussa, jotta ohje pysyy kohtuullisen mittaisena.

Työllä ei ole toimeksiantajaa. Opinnäytetyössä esitellään yleisimmät tavat käsitellä vuotovesien tutkimustavat. Ohjeeseen tehdään tarkastuskortti tarkastuskaivojen kunnon tutkimista varten.

Opinnäytetyö perustuu luotettaviin ja monipuolisiin lähdeaineistoihin. Teoreettinen viitekehys toimii kehitettävän ohjeen pohjana, joten sen keräämiseen käytetään aikaa opinnäytetyöprosessissa. Ohjeessa tiivistyy eri lähteistä kerätty tieto. Lähdeaineisto koostuu oppikirjoista, rakennustapaohjeista, opinnäytetöistä ja internet julkaisuista.

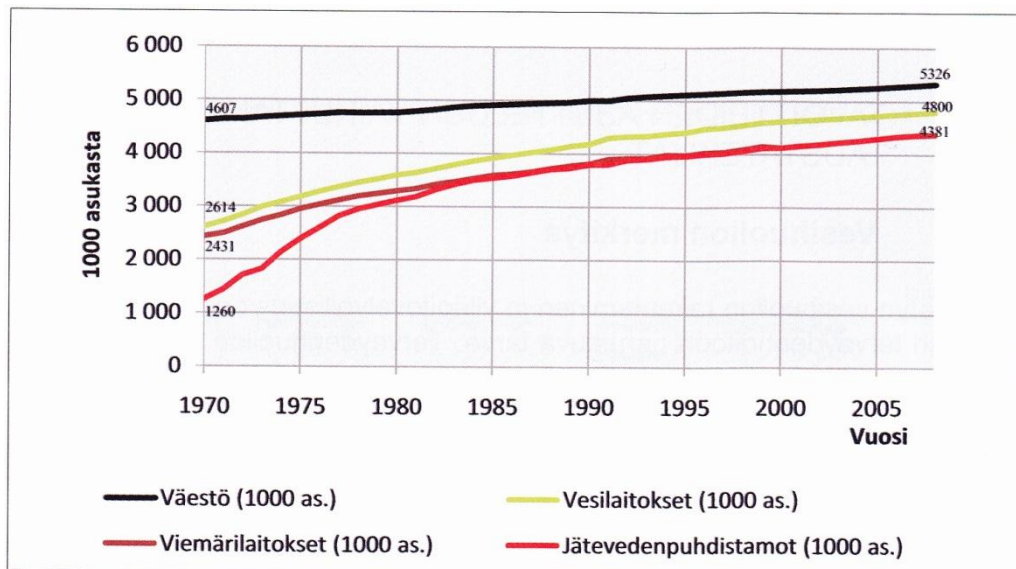
## 2 HISTORIAA JA TILASTOTIETOA SUOMEN VIEMÄRIVERKOSTOISTA

Ennen viemäriverkoston rakentamista jätevedet heitettiin tunkioihin ja omille tonteille. Jätevedet valuivat tonteilta ja tunkioista kaduille, ojiin, kellareihin, maapohjaan ja lähivesiin. Käyttövedet saastuivat ja taudit levisivät. Esimerkkinä kolera levisi 1800-luvulla saastuneiden kaivovesien välityksellä. Ihmisten hyvinvoinnin takia oli pakko alkaa rakentamaan vesijohtoja. Aluksi jätevedet johdettiin lähimpään rantaan, josta aiheutui haisevat ja käyttökeltomat rannat. 1900-luvun alkupuolella vesien pilaantumista ryhdyttiin tutkimaan ja isoimmissa kaupungeissa rakennettiin jätevedenpuhdistamoja. (Hakola, [www-sivut](#).) Suomen ensimmäinen vedellä huuhdeltava WC rakennettiin Suomen pankkiin vuonna 1882 (Harju 2007, 13). Suomen ensimmäinen jätevedenpuhdistamo rakennettiin vuoden 1910 Joulukuussa Helsingin Alppilaan (Helsingin seudun ympäristöpalveluiden [www-sivut](#)).

### **Viemäriverkoston kehittyminen ja nykytila**

Nykyisin kiinteistöjen jätevedet johdetaan maanalaisissa umpiviemäreissä, siten ettei niistä aiheudu terveydellisiä haittoja, pahoja hajuja, tulvia tai muita haittoja. Viemäriin johdettava vesi ei saa sisältää aineita, jotka haittaavat jätevedenpuhdistamon toimintaa. Viemäriin ei saa johtaa jätevettä jonka pH-arvo on alle 6,5, eikä suuria vesimääriä, joiden lämpötila on yli +40 °C. Jätevedenpuhdistamolla jätevesi puhdistetaan ja lasketaan vesistöön. (Harju 2007, 13.)

Suomen arvioitu viemäreiden kokonaispituus vuonna 2001 oli noin 40 800 km, näistä 24 300 km on muoviputkia, betoniputkia on 16 000 km ja muita putkia noin 500 km. Viemäriverkolle on arvioitu vikatiheys mikä on 0,01 vikaa kilometriä kohden vuodessa. Saman mukaan viemärijohtovaurioita korjataan noin 400 kpl vuodessa. Viemäriverkoston vikatiheys on pienempi kuin vesijohtoverkoston. Tämä ei ole välttämättä kuvaa oikeaa tilannetta, sillä vesijohdon vauriot korjataan yleensä heti ja viemäriverkoston vaurio voi olla huomaamaton pitkään. (Vesihuoltoverkkojen suunnittelu: RIL 237-1, 2010, 88.)



Kuva 1 Vesi- ja viemärlaitosten liittyjämäärät vuosilta 1970 - 2005  
(Vesihuoltoverkkojen suunnittelu: RIL 237-1, 2010, 20)

Viemäroinnissä on tapahtunut kehitystä asennustekniikan, materiaalien, korjausmenetelmien ja paremman jätevedenpuhdistamisen vuoksi. Myös vedenkulutus WC-laitteiden osalta on pienentynyt. Viime vuosisadan alussa WC-laitteiden kulutus oli noin 15 litraa/kerta. Nykyään WC-laitteiden vedenkulutus on pienentynyt 2 - 4 litraan/kerta kaksoishuuhtelumahdollisuuden johdosta. (Harju 2007, 29.)

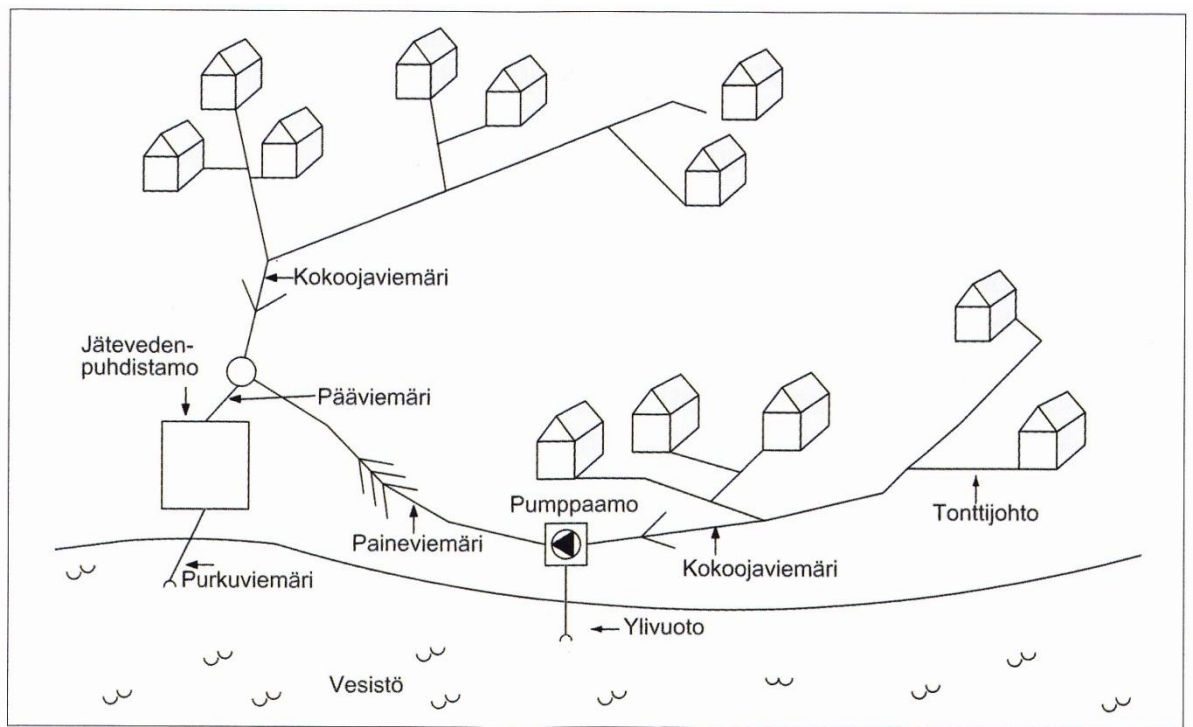
### 3 VIEMÄRIVERKOSTO, KUNNOSSAPITO JA LAINSÄÄDÄNNÖT

Viemäreillä johdetaan jätevettä tai hule- ja kuivatusvesiä käsittelyyn tai sellaiseen paikkaan ettei niistä aiheudu terveydellistä tai hygieenistä haittaa. Jäte-, hule- ja kuivatusvedet eivät saa haitata yhdyskunnan toimintoja, eikä tuottaa vahinkoa luonnolle. (Rakennusteollisuus RT ry 2003, 39.)

#### 3.1 Viemäriverkosto

Käyttökohteissa syntyvät jätevedet johdetaan tonttijohtoja pitkin kokoojaviemäriin, jotka yhdistetään pääviemäriin. Pääviemärit kuljettavat jäteveden jätevedenpuhdistamolle mahdollisten jätevedenpumppaamojen kautta (kts. kuva 2). Viemäriverkoston suunnittelussa pyritään käyttämään viettoviemäreitä paineellistettujen viemäreiden asemasta jolloin vältytään pumppaamoiden rakentamiselta. Pumppaamot aiheuttavat huoltotoimia, hajuhaittoja ja vaikeita työmaajärjestelyitä. Viemäriverkon varrelle rakennetaan tarkastuskaivoja tarpeellisin välein, näiden tarkastuskaivojen välillä putket ovat suoria. Joissain tapauksissa haja-asutusalueella on edullisempaa käyttää paineistettua viemäriä. Kuten vesijohdot, myös viemäritkin pyritään sijoittamaan katu- tai muille yleisille alueille. Viemäristön osiin kuuluu pääviemärit, kokoojaviemärit ja tonttiviemärit. (Vesihuoltoverkkojen suunnittelu: RIL 237-1, 2010, 27.)

Viettoviemäroinnissä jätevesi virtaa kaltevassa putkessa painovoiman avulla. Jotta viettoviemäri toimii, on sen oltava itsestään puhdistuva. Itsestään puhdistuvuudella tarkoitetaan sitä, että ainakin lyhyen ajan päivästä virtauksen putkessa tulee olla riittävän suuri, jotta se huuhtoo viemäriin pohjalle laskeutuneen kiintoaineen mukaan. Jos itsestään puhdistuvuus ei toteudu, siitä syntyy huoltokustannuksia. Jos viettoviemärointiä ei voida rakentaa, joudutaan rakentamaan jäteveden pumppaamoita. (Harju, 2007, 15.)



Kuva 2. Jätevesiverkoston osat (Vesihuoltoverkkojen suunnittelu: RIL 237-1, 2010, 27)

Viemäröintijärjestelmät voidaan jakaa kahteen ryhmään, seka- ja erillisviemäröinti. Erillisviemäröinnissä jäte- ja hulevedet johdetaan eri putkissa. Sekaviemäröinnissä käytetään yhtä putkea, jossa kulkevat sekä jäte- että hulevedet. Jätevesiviemäreissä johdetaan talousvesien ohella myös jonkin verran teollisuuden tuottamaa jätevettä. Yleensä erityisen paljon jätevettä tuottavilla teollisuuksilla on omat jäteveden siirto- ja käsittelyjärjestelmät. Hulevesiviemäreissä johdetaan sadevesiä, lumien sulamisvesiä ja kiinteistöjen kuivatusvesiä. (Rakennusteollisuus RT ry 2003, 39.)

Erillisviemäröintiä pidetään uusilla rakennusalueilla sekaviemäröintiä parempana ja edullisempana, sillä erillisviemäröinnillä jätevedenpuhdistamolle tullut jätevesi tulee perille säästä riippumatta ja virtaus on tasaisempi sekä jäteveden laatu on tasaisempaa ja lika-ainepitoisuus on korkeampi. Erillisviemäröinnillä jätevedenpuhdistamon käyttökustannukset pienenevät käyttökustannus ja rakentamissyistä. (Rakennusteollisuus RT ry 2003, 40.)

Vastuu viemäreistä jaottuu kiinteistöjen omistajille ja viemärlaitokselle. Kiinteistön omistaja pitää huolta tonttviemäröinnistään sekä kiinteistön sisäisestä viemäröinnistä. Yleensä viemärlaitoksen vastuu alkaa kiinteistön kaivosta johon tonttijohto päättyy. (Harju 2007, 15.)

### 3.1.1 Putkimateriaalien ominaisuudet ja mahdolliset ongelmat

Viemärinä käytettävän putkimateriaalin tulee kestää veden ja sen mukana kulkeutuvan kiintoaineksen aiheuttama mekaaninen kulutus ja viemäriveden mukana tulevien aineiden kemiallinen korroosio. Rakennustyötä ajatellen putkien tulee kestää suhteellisen kovakouraista käsittelyä. Putkien tulee olla helposti käsiteltäviä ja asennettavia. Putken liitosten täytyy olla

yksinkertaisesti asennettavia ja niiden tulee kestää suunnitelmissa vaaditut paineet, myös silloin kun putket liikkuvat toistensa suhteen, esimerkiksi täyttötyön yhteydessä tai maapohjan painumisen syystä. Hydraulisena vaatimuksena on sileä ja tiivis sisäpinta, jonka virtausvastus on pieni ja johon ei tartu veden mukana kulkeutuvaa kiintoainesta. Tärkeimmät viettoviemäreiden materiaalit ovat muovi ja betoni. Niiden rinnalla käytetään rajoitetummassa määrin valurautaa. Teollisuudessa voidaan purkuputkena käyttää puuputkea. (Vesihuoltoverkkojen suunnittelu: RIL 237-2, 2010, 102.)

### **Muoviputket**

Muoviputkia käytetään viemäriverkostossa vietto- ja paineviemäreinä. Muoviputkia voidaan käyttää maahan ja veteen asennettuina. Viettoviemäreissä käytettävät muoviputket luokitellaan rengasjäykkyyden (SN) perusteella. Yleisiä jäykkyydsuoritusarvoja ovat SN 4, SN 8 ja 16 kN/m<sup>2</sup>. Paineviemäreissä käytettävät muoviputket luokitellaan painelukkien (PN) perusteella, normaalisti käytössä olevia paineluokkia ovat PN 6 ja PN 10. Paineluokkia löytyy aina PN-20 luokkaan asti. Paineluokan yksikkö on baari (bar). (Vesihuoltoverkkojen suunnittelu: RIL 237-2, 2010, 103.)

*Viettoviemäreissä käytetään voimassaolevien standardien mukaisia polyvinyylikloridiputkia (PVC-U-putkia), polyeteeniputkia (PE-putkia) ja polypropeeniputkia (PP-putkia) sekä näiden putkiyhteitä ja liitososia. (Infraryl 31100.1.1.4 Muoviputket).*

*Paineviemäreissä käytetään voimassaolevien standardien mukaisia polyvinyylikloridiputkia (PVC-U-putkia) ja polyeteeniputkia (PE-putkia) sekä näiden putkiyhteitä ja liitosoissa. (Infraryl 31100.1.1.4 Muoviputket).*

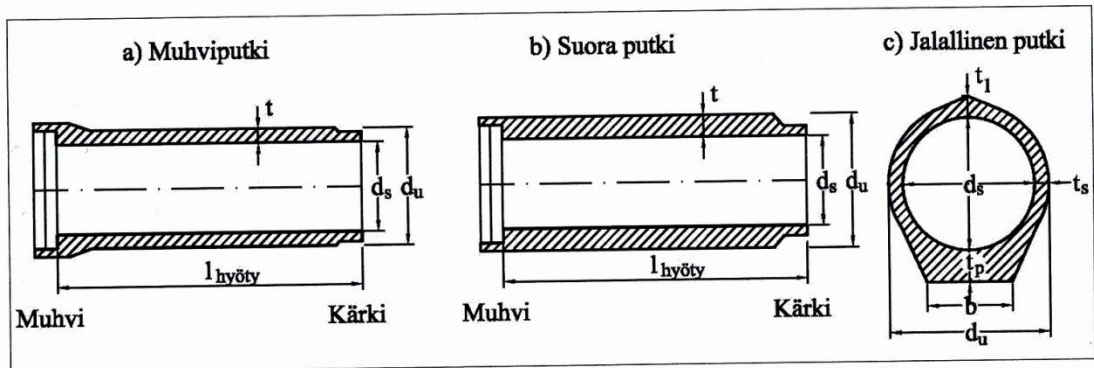
Muoviviemäreiden sisäpinta on liukas ja sitä pitkin jätevesi virtaa hyvin. Niillä on korkeiden lämpötilojen käyttörajoitus ja niihin myös kohdistuu ongelmia kemiallisen korroosion vuoksi. Kemiallinen korrosio johtuu erilaisten liuottimien ja öljypitoisten aineiden sisältämistä aggressiivisista jätevesistä. Muoviputkien puskuhitaussuhteet saattavat aiheuttaa myös ongelmia ja ne voivat vuotaa liitoksista, jos liitokset on tehty huonosti. Näiden liitosten huono sisäpuolinen sauma voi kerätä jätettä ja tukkia viemäriä. (Harju 2007, 133.)

### **Betoniputket**

Betoniputkista rakennetaan pääasiassa viettoviemäriinjoja. Muita käyttökohteita betoniputkille on tierummut, paineviemärit ja raakavesijohdot. Vietto- ja paineviemäreissä voidaan käyttää EK-betoniviemärijärjestelmiä, EK-betoniviemärijärjestelmän lyhenne EK tarkoittaa esiasennettua kumitiivistettä. Suomessa EK-tuotteet ovat vakioimitoitettuja ja eri valmistajien tuotteet sopivat toisiinsa. EK-betoniviemärijärjestelmiin kuuluu EK-betoniputket, kaivot, liitos- ja sovitussosat. Viettoviemäreissä voidaan käyttää EK-viettoviemäreitä joko erillis- tai sekaviemäreinä. Paineistetuissa linjoissa voidaan käyttää EK-paineputkia, jotka kestävät maksimissaan kolmen barin

yli- tai alipaineellisten hule- ja raakaveden johtamisen. Tällaisia linjoja ovat esimerkiksi yhdyskuntien raakavesijohdot ja puhdistetun jäteveden purkulinjat. (Rakennusteollisuus RT ry 2003, 21.)

Betoniputket ovat pyöreitä, jalallisia tai munanmuotoisia (kts. kuva 3). Betoniputkien liittostyyppinä on muhviliitos, joka on suoraa tai muhvillista tyyppiä. Putkien hyötypituus vaihtelee välillä 1,5 m - 2,25 m. Betoniputket jaetaan kolmeen lujuusluokkaan, B, Br ja Dr, joissa r tarkoittaa raudoitettua putkea. Luokka B on heikoin ja luokka Dr on lujin. (Vesihuoltoverkkojen suunnittelu: RIL 237-2, 2010, 105.)



Kuva 3 Viemäroinnissä käytettävät betoniputkityypit (RIL 237-2-2010 s105).

Betoniviemäriin vaurioihin ovat halkeamat, lohkeamat, liitoksen tiivisteiden huono asennus sekä viemäriin liitoksen siirtyminen. Viemäriin liitoksesta tai rikkoutuneen putken seinän läpi voi kasvaa kasvien ja puiden juuria, jotka aiheuttavat jätteen kertymisen viemäriin tukkien sen. Betoniviemäreissä esiintyy eroosiokorroosiota ja viemärikaasuja, jotka syövyttävät viemäriin sisäpuolen yläpinnan ja luhistuttavat sen. Putkiliitosten huono tiiveys aiheuttaa maaperän vesien pääsyn viemäristöön. (Harju 2007, 133.)

### Valurautaputket

Valurautaisen jätevesiviemäriin yleisiä vaurioita ovat korroosio, putken painuma, siirtymä, tiivisteiden rapautuminen, putkimateriaalin heikkeneminen ja putken sisään kasvaneet juuret, jotka tukkivat viemäriin keräämällä jätettä. Yleinen vauriosyy on myös maapohjan painuminen. Kun maapohja painuu, jää jäykkä valurautaputkisto notkolleen ilman tukea. Huonosti tehdyt asennuspohjat viemäriin aiheuttavat vaurioita, mm. asennusalustaan jätetyt isot kivet rikkovat putken. (Harju 2007, 139.)

*Valurautaputket ovat pallografiittivalurautaputkia (SG-valurautaputkia), jotka täyttävät standardin SFS-EN545 vaatimukset. Putket luokitellaan seinämävahvuuden tai käyttöpaineen keston mukaan. Valurautaputki on suojakäsitelty ulkopuolelta tehtaalla käyttötarkoituksensa mukaisesti sinkillä, sinkkialumiinilla tai muilla*

*erityispinnoitteilla, SFS-EN 545. Valurautaputken sisäpuolisen suojakäsittelyn vaatimukset määritellään tapauskohtaisesti. (InfraRYL 31100.1.1.5 Valurautaputket.)*

### 3.1.2 Viemäreiden laitteet ja varusteet

Putkiviemäreiden valvonnan ja kunnossapidon vuoksi on rakennettava tarkastuskaivoja ja tarkastusputkia. Tarkastuskaivot ja -putket sijoitetaan viemäriin pysty- tai vaakasuoraan taitekohtaan ja tarvittaviin väleihin, jotta huuhtelukalusto yltää jokaiseen viemäriin kohtaan. Tyypillisesti tarkastuskaivojen väli suorilla osuuksilla on 100 m. Tarkastuskaivojen välinen viemäröinti on suora, jotta viemäri olisi mahdollisimman helppo valvoa ja pitää kunnossa. Tarkastuskaivojen on oltava tarpeeksi suuria tarkistusta ja puhdistusta varten. (Vesihuoltoverkkojen suunnittelu: RIL 237-1, 2010, 121.)

Jätevesi pyritään ensisijaisesti kuljettamaan painovoimalla toimivana virtauksena. Tämä on mahdollista ainoastaan rajoitetusti. Jätevedenpumppaamoita tarvitaan jos

- jätevedet on johdettava vedenjakajan yli, tässä tapauksessa pumppaamo voi tulla halvemaksi kuin syvän viemäröinnin tai viemäritunnelin tekeminen
- maasto on tasainen ja viemäriin ei saada tarpeellista viettokaltevuutta
- jätevesi täytyy siirtää vesistön toiselle puolelle
- jätevedenpuhdistamon prosessin vaatiman virtauksen aikaansaamiseksi jätevesi voidaan joutua pumppaamaan korkeammalle
- jätevesi johdetaan katuviemäriin, joka on viemäröitävää kohtaa ylempänä esim. kellaria ylempänä. (Vesihuoltoverkkojen suunnittelu: RIL 237-1, 2010, 121).

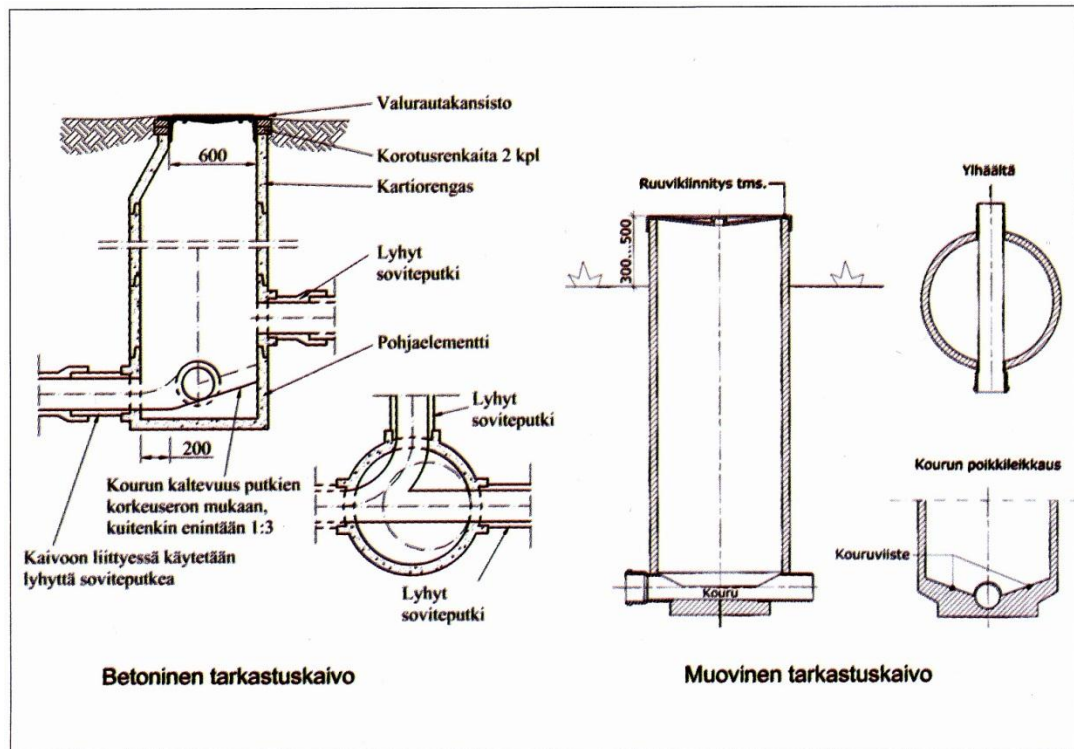
Viemäriin kaltevuuden on aina riitettävä sen itsepuhdistuvuutta varten. Pumppaamoita rakentamalla estetään hankalasti ja kalliisti kunnossapidettävien viemäriinlinjojen syntyminen. (Vesihuoltoverkkojen suunnittelu: RIL 237-1, 2010, 121.)

#### **Tarkastuskaivot**

Viemäriverkoston kunnossapitoa ja tarkastusta varten rakennetaan tarkastuskaivoja (kuva 4). Yleisimmin käytetään betonisia ja muovisia tarkastuskaivoja. Betonisten tarkastuskaivojen yleisimmät koot ovat Ø800 ja 1 000 mm. Muovisten tarkastuskaivojen yleisimmät koot ovat 500...1 000 mm.

Tarkastuskaivot rakennetaan viemäriinlinjalle jos

- yleinen viemäri haarautuu
- linjassa tulee vaaka- tai pystytason taitekohtia
- suorissa linjoissa 100 m välein, lyhemmätkin käy ajatellen helpompaa kunnossapitoa
- tonttijohtojen liitoskohtiin yleensä, ja aina kunnissa, jotka eivät salli liittämistä suoraan putkeen. (Vesihuoltoverkkojen suunnittelu: RIL 237-2, 2010, 106.)



Kuva 4 Betoninen ja muovinen tarkastuskaivo (Vesihuoltoverkkojen suunnittelu: RIL 237-2, 2010, 106).

*Betonikaivojen ja betonisten tarkastusputkien rakentamisessa käytetään voimassaolevan julkaisun betoniputkinormit mukaisia tehdasvalmisteisia pohjaelementtejä, kaivonrenkaita ja korotusrenkaita. Betonikaivoissa käytetään Cr-lujuusluokan mukaisia kaivonrenkaita, jolloin kaivojen suurin sallittu asennussyvyys on 10 m. (InfraRYL 31100.1.2.1 Betoniset tarkastuskaivot ja -putket)*

*Tarkastuskaivona putkijohdossa voidaan käyttää tehdasvalmisteista ns. satulakaivoa, jonka halkaisija on  $\geq 800$  mm. Satulakaivoputken tulee kestää voimassaolevan julkaisun Betoniputkinormit mukaiset kuormitukset. Jos huoltohenkilökunnan on voitava laskeutua kaivon, kaivon halkaisijan on oltava vähintään 800 mm. (InfraRYL 31100.1.2.1 Betoniset tarkastuskaivot ja -putket)*

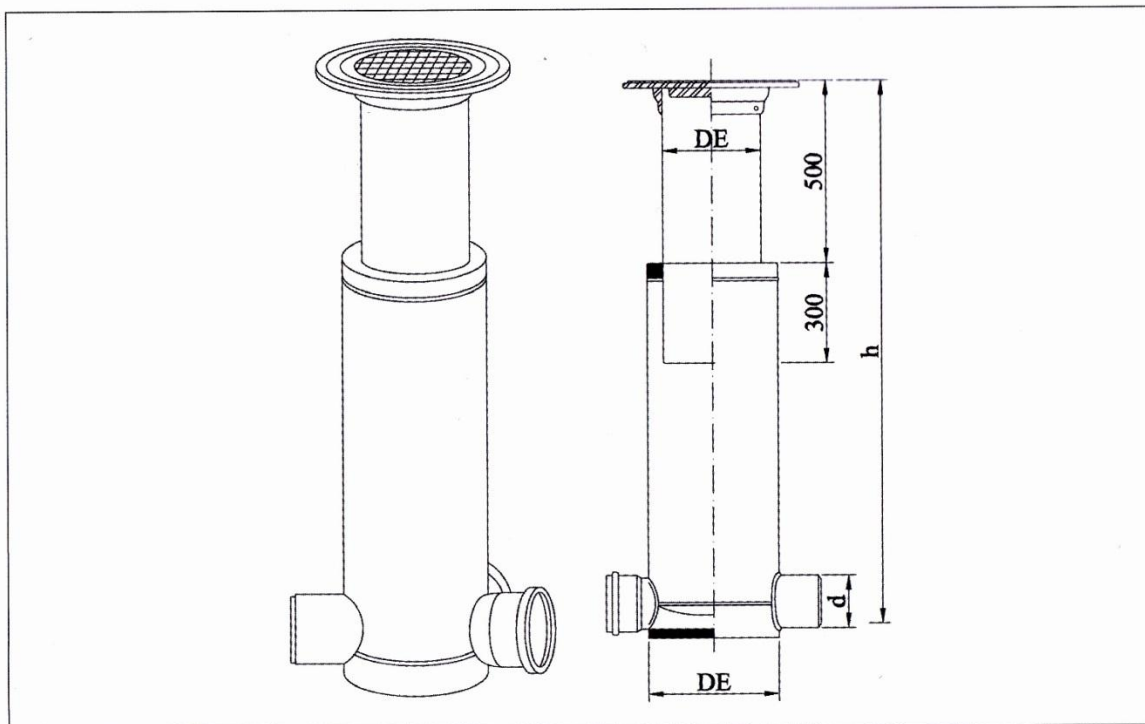
*Muovisina tarkastuskaivoina ja tarkastusputkina käytetään tehdasvalmisteisia, standardin SFS 3468 mukaisesti tehtyjä kaivoja ja tarkastusputkia. Tarkastuskaivoina voidaan käyttää tehdasvalmisteista ns. satulakaivoa. Jos huoltohenkilökunnan on voitava laskeutua kaivon, kaivon halkaisijan on oltava vähintään 800 mm. (InfraRYL 31100.1.2.2 Muoviset tarkastuskaivot ja -putket)*

Betonikaivojen vauriot ovat yleensä renkasiin kohdistuvat halkeamat ja renkaiden välisten liitosten vuodot. Lumiaura voi rikkoa betonikaivon renkaan tai kaivo voi liikkua ja kallistua huonossa maaperässä ja vahingoittaa viemäriliitoksia. Myös kasvien ja puiden juuret voivat kasvaa liitoksista läpi. Muovikaivot vaurioituvat yleensä maaperän liikkeistä vaurioittaen viemäriliitokset. (Harju 2007, 139.)

## Tarkastusputket

Tarkastusputkea voidaan käyttää seuraavissa tapauksissa:

- 1) Jos tarkastuskaivojen etäisyys toisistaan on suuri, voidaan niiden välille rakentaa kunnossapitosyistä tarkastusputket.
- 2) Jos putken kaltevuus tai virtausolosuhteet aiheuttavat tukkeutumisvaaran, voidaan kustannus- ja kunnossapitosyistä rakentaa tarkastusputkia kaivojen väliselle osuudelle.
- 3) Lähellä tarkastuskaivoa sijaitsevaan pieneen taitekulmaan voidaan rakentaa tarkastusputki.
- 4) Tonttien rajoilla, kiinteistöjen tonttiviljelmäareiden rakentamisessa voidaan tarkastuskaivon sijasta käyttää tarkastusputkea.
- 5) Jos tonttiviljelmäri liitetään yleiseen viemäriverkostoon suoraan putkeen, on kiinteistön tontilla käytettävä tarkastusputkea tai – kaivoa. (Vesihuoltoverkkojen suunnittelu: RIL 237-2, 2010, 109.)



Kuva 5 Teleskoopillinen tarkastusputki, tarkastusputket tehdään yleensä 150...400 mm muovi- tai betoniputkesta (Vesihuoltoverkkojen suunnittelu: RIL 237-2, 2010, 110).

### 3.2 Viemäriverkoston kunnossapito

Jotta viemäriverkosto pysyy toimintakuntoisena, on sen kunnossapidosta ja tarkkailusta huolehdittava aktiivisesti. Jos viat jäävät huomaamatta, voivat ne olla hankalasti korjattavissa myöhemmässä vaiheessa. Vedenkäyttäjät eivät ilmoita viemäri- tai vaurioista yhtä aktiivisesti kuin vedenjakelun vioista laitokselle. Vedenkäyttäjät huomaavat nopeitten veden paineen muutoksen, laadun tai veden riittämättömyyden. (Vesihuoltoverkkojen suunnittelu: RIL 237-1, 2010, 147.)

Viemäristön toimivuuden takaamisen työt voidaan jaotella periaatteellisesti kolmeen osaan:

- ennalta arvaamattomat työt, joihin kuuluu sulatukset, tukkeutumien aukaisut ja sortumien korjaukset,
- määräaikaiset työt, johon kuuluu keväisin ja syksyisin tehtävät tarkastukset sekä pumppujen huollot ja
- harkinnanvaraiset työt, johon kuuluu maastoon merkitsemiset ja kokeilu- tai kehittämistoiminta. (Vesihuoltoverkkojen suunnittelu: RIL 237-1, 2010, 147.)

Viemäriverkoston kunnossapito sisältää seuraavat tehtävät, kunnossapitosuunnittelu, kunnossapitotyöt ja tarkkailu, viemäreiden paikallistaminen, viemäreiden kunnan tutkiminen, viemärihuuhtelut, kuvakset ja sulatukset. (Vesihuoltoverkkojen suunnittelu: RIL 237-1, 2010, 148.)

### 3.3 Lainsäädäntöjä

Vesihuoltoa koskevat säännökset ovat hajallaan lainsäädännössä. Säännökset voidaan luokitella kolmeen pääryhmään, yleinen terveydenhoito, yhdyskunnan rakentaminen ja vesivarojen hyväksikäyttö ja suojele. Näiden lisäksi on olemassa yksityiskohtia koskevia määräyksiä, joita ei voi luokitella mihinkään näistä ryhmistä. (Vesihuoltoverkkojen suunnittelu: RIL 237-1, 2010, 28.)

Jäteveden johtamista palvelevalle johdolle voidaan antaa oikeus sijoittaa toisen alueelle. Viemäri sijoitetaan toisen alueelle siten, että siitä aiheutuva haittaa on mahdollisimman vähäistä. Viemäriin kohdalla aluetta ei saa käyttää siten, että johto voi vahingoittua tai sen kunnossapito vaikeutuu. (Finlex luku 4, 8 §, www-sivut)

## 4 VUOTOVEDET

Vuotovesiksi kutsutaan niitä vesiä, jotka pääsevät viemäriverkoston ympäröivästä maaperästä tai kaivannon täytöstä vuotavien putkiliitosten, särkyneiden putkien, huokoisten putkenseinämien tai vioittuneiden tarkastuskaivojen kautta. Kun arvioidaan vuotovesiä, on niihin laskettava mukaan viemäriin tarkoituksella johdetut salaojitusvedet. Aikaisemmin vuotovesillä ei ole ollut mainittavaa merkitystä, mutta jäteveden käsittelyn tehostuttaessa on kiinnitettävä huomiota vuotovesiin, jotta saadaan pienennettyä käsiteltävien vesien määrää. Pääsääntöisesti vuotovedet ovat puhtaita vesiä, joiden voitaisiin antaa imeytyä syntypaikalleen tai valua vesistöihin. (Vesihuolto II: RIL 124-2, 2004, 464 465.)

### 4.1 Vuotovesien kertyminen

Viemäriverkkojen olennainen ongelma on vuotoveden pääsy verkostoon. Vuotoveden määrä on vuositasolla noin 50 % jäteveden määrästä. Virtaamahuiput voivat olla moninkertaiset vuotovesien osalla verrattuna jätevesiin. (Forss 2005, 21.)

Vuotovedet voidaan jakaa kahteen luokkaan syntymistapansa perusteella:

1. Varsinaiset vuotovedet, linja on pohjaveden pinnan alla ja verkostossa on aukkoja, joista pohja- ja vajovedet pääsee sisään.
2. Hulevuotovesi, pintavaluntavettä, joka pääsee viemäristöön kansiston, kaivojen yläpäiden, putkien saumoista ja ylivuodoista. (Forss 2005, 22.)

Viemäreiden kunto vaikuttaa oleellisesti vuotovesien kertymiseen. Oikein rakennettu viemäri toimii oikeissa olosuhteissa varsin pitkään. Viemäriin käyttöikä lyhentää mm. tukkeutumia, puutteellista tuuletusta, josta syntyy putken sisäpuolelta syöpymistä, viemäriveden laatu sekä maaperän ja pohjaveden laatu. Viemäreiden kunto on parasta todeta suurimmaksi osin viemäriverkoston säännöllisen toimintatarkkailun yhteydessä. Tähän toimintatarkkailuun sisältyy mm. puhdistamon ja viemäreiden purkupaikkojen virtaamamittaukset ja pumppaamoiden käyntiajat sekä pumpatut määrät. Vuotovesimäärä on riippuvainen mm. viemärirakenteesta sijaitsevien vuotokohtien hydrogeologisista ominaisuuksista, joista tärkeimpiä ovat pohjaveden taso, maaperän vedenläpäisevyys ja valuma-alueen laajuus. (Vesihuoltoverkkojen suunnittelu: RIL 237-1, 2010, 152.)

Pohjaveden korkeudella on merkitystä vuotovesien osalta niihin viemäriputkiin, jotka ovat pohjaveden pinnan alapuolella. Pohjaveden pinta vaihtelee vuodenaikojen mukaan. Kevätsulaminen tapahtuu huhti- ja toukokuussa, jolloin pohjavesipinta nousee korkealle. Tällöin vuotovedestä johtuvat virtaamahuiput ovat korkeimmillaan. Loppukesästä kuivana kautena pohjaveden pinta on alhainen ja vuotovirtaamat ovat pienempiä. Talven aikana vuotovirtaamat ovat pienimmillään. (Vesihuoltoverkkojen suunnittelu: RIL 237-2, 2010, 48.)

Sadeolot vaikuttavat vuotovesiin hule- tai pohjavesien välityksellä. Sadevesi voi päästä viemäriverkostoon suoraan vuotavien tarkastuskaivojen ja syöksyrännien kautta. Hulevedet taas imeytyvät rakennettuun maaperään yleensä helpommin kuin luonnonmaahan, näin ollen altistaen viemärikaivannot sateen aikana imeytyvälle vedelle. (Vesihuolto II: RIL 124-2, 2004, 465.)

Maaperään imeytyvät vedet imeytyvät sitä nopeampaa, mitä isompi vedenläpäisevyys maalajilla on. Mitä enemmän vettä pääsee viemäreiden lähelle, sitä suurempi todennäköisyys on, että osa niistä vuotaa viallisesta kohdasta viemäriverkostoon. Maalajilla ja sen ominaisuuksilla on siis erityinen merkitys vuotavan veden määrään. (Vesihuolto II: RIL 124-2, 2004, 465.)

Suurin osa vuodoista aiheutuu viallisista tai väärin asennetuista liitoksista. Parantamalla ammattitaitoa ja asennustapoja voidaan vaikuttaa liitosten tiiveyteen. On arvioitu, että tarkastuskaivojen kansien kautta, riippuen kansistossa olevien aukkojen koosta ja määrästä, vuotoa voi tapahtua jopa 1,7 - 5,0 l/s. Myös laittomasti tehdyt hulevesien liitännät viemäriverkostoon voivat aiheuttaa tulvia jätevedelle mitoitettuun viemärijohtoon. Esimerkkinä 0,1 ha suuruiselta kattopinta-alalta voi rankkasateen aikana kertyä sadevesiä 10 l/s. (Vesihuolto II: RIL 124-2, 2004, 465.)

Osalle viemäreistä on suunniteltu sallitut vuotovesimäärät, jotka otetaan huomioon mitoittaessa viemäreitä. Taulukossa 1 on esimerkki betoniviemärien sallituista vuotovesimääristä.

Taulukko 1 Betoniviemäreiden sallitut vuotovesimäärät (Vesihuolto II: RIL 124-2, 2004, 467).

Putken läpimitta mm	Sallittu vuotovesimäärä l/s-johto-km
150	0,11
200	0,14
250	0,17
300	0,20
375	0,26
450...900	0,41

#### 4.2 Vuotovesien haitat

Vuotovedet kulkeutuvat jätevedenpuhdistamolle ja aiheuttavat sille lisäkuormitusta. Jätevedenpuhdistamolle tulee siis ylimääräistä virtaamaa, joka loppujenlopuksi laskutetaan jätevesimaksuina kunnan asukkailta. (Karttunen 1999, 144.)

Jätevedenpuhdistamolle tehdään virtaamien tasausaltaita, jotta suuret vaihtelut eivät aiheuttaisi puhdistamolle ongelmia. Suuret virtaamavaihtelut aiheuttavat puhdistamon laajennuksia, käsittelyprosessin parannusta ja käyttökustannusten nousua. (Karttunen 1999, 49.)

Vuotovedet aiheuttavat pohjavedenpinnan alenemista viemäreiden läheisyydessä. Ja pitemmällä aikavälillä se alkaa vaikuttamaan laajemmalle alueelle. Maalajien ollessa kokoonpuristuvia vuotovedet saattavat aiheuttaa tuntuvaa maan painumista. (Vesihuolto II: RIL 124-2, 2004, 465.)

### Esimerkkilaskelma hulevesien kertymisestä

Tässä esimerkkilaskelmassa lasketaan yhden kiinteistön hulevesien määrä, jotka voivat johtua laittoman liitännän vuoksi viemäriverkostoon. Esimerkissä on omakotitalo pienellä tontilla. Omakotitalo on 150 m<sup>2</sup>, tontti 1 000 m<sup>2</sup> ja tontille kulkee asfaltoitu ajoväylä jonka pinta-ala on 50m<sup>2</sup>.

Mitoitussateeksi on valittu kerran 2 - 3 vuoden välein esiintyvä 10 minuutin mittainen rankkasade, noin 120 l/s hehtaarille (Vesihuolto II: RIL 124-2, 2004, 460 461.)

Viemäriin virtaama saadaan kaavasta (Vesihuolto II: RIL 124-2, 2004, 461.)

$$Q = q * \varphi * A \quad (1)$$

,jossa

- Q on viemäriin virtaama  
 q on mitoitussateen rankkuus, l/s ha  
 φ on valumiskerroin  
 A on valuma-alueen pinta-ala, hehtaareina.

Valumiskerroin kertoo mikä osa vedestä valuu viemäriin, lopun haihtuessa ja imeytyessä maahan (Vesihuolto II: RIL 124-2-2004, 461.)

Taulukko 2 Tavallisimpia valumiskertoimia  
 (Vesihuolto II: RIL 124-2, 2004, 462.)

Pinnan laatu	Kerroin n
Katto	0,90
Betoni- ja asfalttipinta Tiivissaumainen kiveys Kallio	0,80
Kiveys hiekkasaumoin	0,70
Hyvä kuntoinen soratie Kallioinen puuton puistotie	0,50
Paljas, laakeahko kallio Sorakenttä ja -käytävä Puistomainen piha	0,40
Puisto, jossa on runsaasti kasvillisuutta Kallioinen metsä	0,15
Niitty, pelto, puutarha	0,10
Tasainen, tiheäkasvuinen metsä	0,05

Valumiskerroin saadaan kaavasta (Vesihuolto II: RIL 124-2, 2004, 462.)

$$\varphi = \frac{\sum \varphi_n \cdot A_n}{A} \quad (2)$$

,jossa

$\varphi$	on valumiskerroin
$\varphi_n$	on alueen valumiskerroin
$A_n$	on alueen pinta-ala
$A$	on koko alueen pinta-ala

Kiinteistön eri osille valitaan alueiden valumiskertoimet taulukosta 2. Talon valumiskertoimeksi valitaan 0,90, asfaltoidulle väylälle 0,80 ja lopulle tontille 0,10.

Kaavaa 2 käyttämällä kiinteistön valumiskertoimeksi saadaan

$$\varphi = \frac{(150 \text{ m}^2 * 0,9) + (50 \text{ m}^2 * 0,8) + (800 \text{ m}^2 * 0,1)}{1000 \text{ m}^2}$$

$$\varphi = 0,255$$

Kaavaa 1 käyttämällä viemärin virtaamaksi saadaan

$$Q = 120 \frac{l}{s \text{ ha}} * 0,255 * 0,1 \text{ ha}$$

$$Q = 3,06 \text{ l/s}$$

Kerrotaan viemäriin laskettu virtaama sateen kestolla jolloin saadaan sateen aikana kertyvä huleveden määrä.

$$\text{Huleveden määrä} = 600 \text{ s} * 3,06 \frac{l}{s} = 1836 \text{ l}$$

Yhden kiinteistön alueelta kertyy yhden 10 minuuttia kestävä rankkasateen aikana noin 1,8 m<sup>3</sup> vesiä joita ei tarvitse johtaa jätevedenpuhdistamolle puhdistettavaksi. Jos jäteveden puhdistamisesta veloitettaisiin esimerkiksi 1,5 €/m<sup>3</sup> tulisi yhden rankkasateen hinnaksi yhdeltä kiinteistöltä viemärlaitokselle n. 2,7 €.

Laskelmat ovat suuntaa antavia ja niissä on otettu huomioon vain yhdentyypiseltä kiinteistöiltä kertyvät hulevedet.

## 5 VIEMÄRIVERKOSTON TUTKIMUSTAVAT

Viemäreiden tutkimusmenetelmät voidaan jaotella kolmeen pääryhmään. Viemäreiden kuntoselvitykset, tulvimisvaaran selvitys ja viemäriverkon erityisvarusteiden toimivuusselvitys (Forss 2005, 21).

### 5.1 Viemäreiden vuotovesiselvitys

Viemäreiden vuotovesiselvitys alkaa vertaamalla jätevedenpuhdistamon virtaamatietoja vedenkäyttötietoihin ja sen jälkeen selvitetään mahdollisimman tarkasti vuotovesimäärät ja sen vaihtelut.

Tämän jälkeen jaetaan viemäriverkosto alueisiin jäteveden pumppaamoiden avulla. Jos pumppaamoita ei voida käyttää mittapisteinä liian suuren valuma-alueen takia, on pyrittävä luomaan uusia mittapisteitä. Jos valuma-alue tutkitaan silmävaraisilla keinoilla, kuten kaivot ja tahallisesti johdetut vuotovedet, voidaan mittapisteiden järjestämisestä luopua.

Virtaamamittausten jälkeen valitaan alueet, joilla on eniten vuotovesiongelmia. Jos virtaamahavaintoja ei ole, aloitetaan tutkiminen viemäriverkoston vanhimmalta alueelta tai alueelta, jossa on ilmennyt toimintahäiriöitä. (Vesihuoltoverkkojen suunnittelu: RIL 237-1, 2010, 154.)

#### 5.1.1 Vuotovesiselvitys laskutustiedoilla

Laskutustiedoilla voidaan arvioida viemäreiden vuotokohtien sijaintia. Laskutustietoja, jotka kertyvät vedenkulutuksen mukaan verrataan jätevedenpuhdistamon kokonaisvirtaamaan, josta saadaan selvitettyä verkoston vuoto- ja hulevesien määrä. Pumppaamoiden pumppaustietoja verrataan laskutuskohteiden mukaisia jätevesitietoja. Tällä vertailulla saadaan alueelliset tiedot jätevesiverkoston vuotomäärästä. Kulutus voi vaihdella alueittain vuodenaikana ja päivittäinkin, joka aiheuttaa virheitä tarkastelussa jos tarkastellaan alle vuoden mittaisia jaksoja. Pumppaamoiden pumppausmääriä verrataan alueellisiin laskutustietoihin. Tämä kertoo alueellisen vuoto- ja hulevesien kokonaismäärän alueittain. Tarkempiin arvoihin päästään, kun jaetaan laskutettu jätevesi päiväkohtaisiksi arvoiksi. Näillä arvoilla päästään kuukausi- ja päivätasolle. Nämä arvot voidaan muuttaa myös vuotovesimääräksi verkostokilometriä kohden (l/s/km). Tässä laskentatavassa ei ole otettu huomioon todellista jätevesimäärän vaihtelua, mutta se antaa tarkemman arvion kuin kiinteistöjen määrällä arvioidun jätevesimäärän. Vuorokausitarkastelussa tällä arviointivallalla voidaan arvioida pumppaamojen pumppaustietojen paikkansapitävyyttä. Suuri ero tasaisen minimipumppauksen ja keskiarvollisen jäteveden laskutustiedon välillä herättää kysymyksiä paikkansapitävyydestä. (Jalomäki 2011, 20, 21)

#### 5.1.2 Lisämittaukset

Virtausmittauksia vuotovedelle voi tehdä pinnankorkeusmittarilla tarkastuskaivoista. Vuotoveden virtauksen määrän voidaan arvioida yöllä tehtävässä mittauksessa, sillä oletuksella, että yöaikaan viemäriin ei päädy juuri yhtään jätevettä. (Jalomäki 2011 21.)

Virtaamia voidaan mitata ja verrata sademääriin. Virtausmittareita asennetaan verkoston haluttuihin mittapistesiin. Alueet, joissa virtaamat nousevat eniten sateen aikana, ovat luultavimmin eniten vuotavia viemäristöalueita. (City of Oregon, 2013a, www-sivut.)

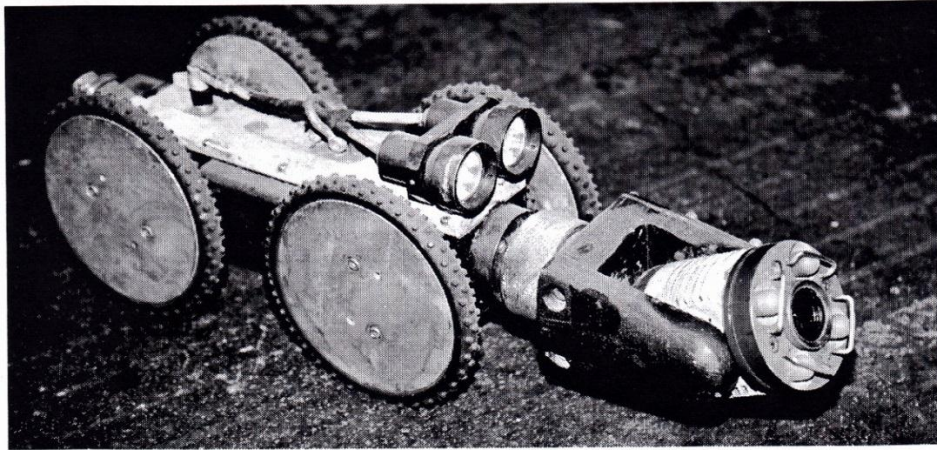
Virtaamia mitataan ja verrataan pohjaveden pinnan vaihteluihin. Viemäriverkoston virtaamia verrataan pohjavedenpinnan ollessa ylhäällä, aikaan kun pohjavedenpinta on alhaalla. Vuotovesien paikat viemäristössä paikantuvat, kun selvitetään millä osaa verkostoa virtausmäärät kasvoivat pohjaveden pinnan ollessa korkealla. Pohjavesi on yleisin alkuperä vuotovesille. (U.S.EPAORD 1999, 24.)

## 5.2 TV-kuvaus

TV-kuvaus on käytetyin keino selvittää viemäriverkoston rakenteellinen ja toiminnallinen kunto. TV-kuvaus tarkoittaa viemäriputkien sisäpuolista kuvaamista. TV-kuvauksella voidaan saada tietoa myös viemäreiden vuodosta, viemäritukoksen aiheuttajasta ja viemäri liittymien sijainneista. Myös uudet ja saneeratut viemäri linjat voidaan kuvata ennen käyttöönottoa niiden laadun selvittämiseksi. TV-kuvauslaitteita on laaja valikoima erikokoisiin putkiin. Kuvauslaitteisiin löytyy myös lisälaitteita, joilla saadaan tietoa esimerkiksi putken kaltevuudesta ja painumista. Jos tutkittava putki on täynnä vettä, voidaan käyttää myös kaikuluotainta. (Forss 2005, 24.)

Taulukko 3 Viemäreiden TV-kuvaukselle asetettuja tavoitteita (Forss 2005, 25).

<b>Tavoite</b>	<b>Esityöt</b>	<b>Huomautukset</b>
Viemäritukoksen tai muun käyttöhäiriön paikallistaminen	Ei yleensä esitöitä	
Viemäri linjan TV-kuvaus kunnan ja toimivuuden selvittämiseksi tai saneeraussuunnittelua varten	Puhdistus (tarvittaessa ohipumppaus ja juurtenpoisto)	Mikäli viemäri tiedetään niin huonokuntoiseksi, että se voi sortua puhdistuksen seurauksena, suoritetaan puhdistus varovaisesti.
Uudisrakennuskohteen tai saneeratun viemäriin laadun toteaminen	Yleensä ei esitöitä	Tehdään ennen käyttöönottoa



Kuva 6 Viemärikamera (Harju 2007, 134).

### **Silmämääräinen selvitys**

Silmämääräinen selvitys on hyvä tehdä ennen TV-kuvausta. Silmämääräisellä selvityksellä voidaan löytää selviä vikoja verkostosta jotka voidaan korjata ilman TV-kuvausta. Toisaalta jos selviä vikoja löytyy esimerkiksi liikkuneen tarkastuskaivon rakenteesta, on hyvä tarkistaa kaivon tehdyt liitännät vaurioiden varalta TV-kuvauksella.

Silmämääräinen selvitys voidaan tehdä alueilla, joilla vuotoja esiintyy tarkastuskaivojen kautta. Tarkastuskaivot tutkitaan silmämääräisesti ja systemaattisesti selvittämällä kaivon rakenne ja korkeusasema, liittymäputket sekä kaivon kunto. Tarkastuskaivojen kunto kirjataan kaivokorteille. (Forss 2005, 25)

Silmämääräisen tutkimuksen tuloksia voidaan myös kirjata liitteestä 1 löytyvään tarkastuskorttiin.

### **Viemäreiden havainnot TV-Kuvauksella tehtynä**

TV-kuvauksella tehdyt havainnot voidaan luokitella kolmeen osaan:

- viemärin rakenteelliset viat,
- toiminnalliset viat sekä
- erityishavainnot.

Rakenteellisina vikoina pidetään: muodonmuutos, halkeama/putkirikko (kts. kuva 7), pintavaurio, valmistusvika, sisään työntyvä liittymä, viallinen liittymä, virheellinen liittymän aukaisu, viallinen hattuprofiili liittymässä, tiiviste irti, siirtymä ja viallinen muutos-tai korjausosa. (Forss 2005, 26.)

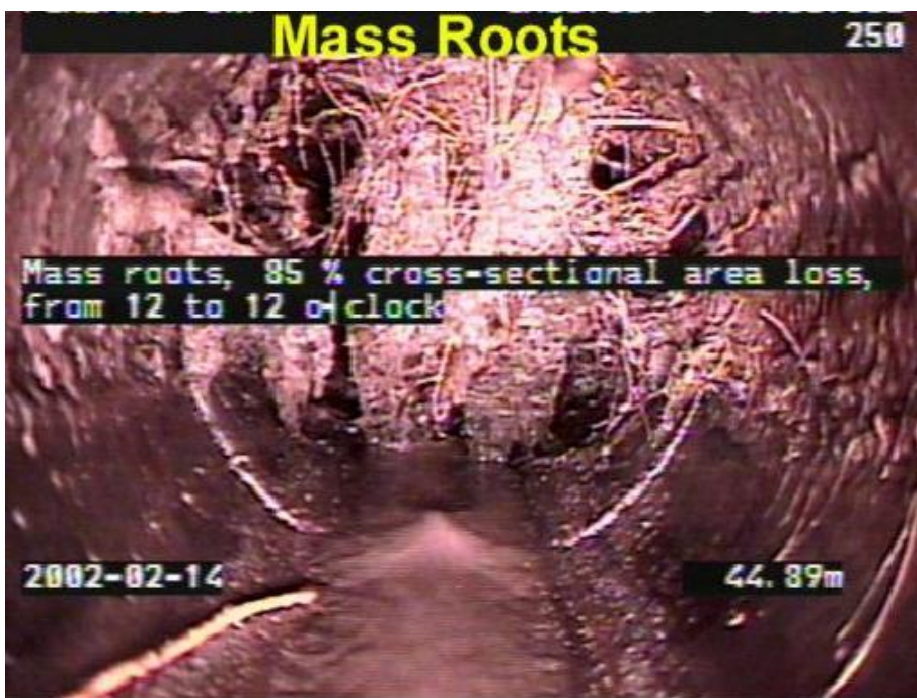
Viemärin toiminnallisina vikoina pidetään: juuret jotka ovat tunkeutuneet viemäriin sauman tai vikakohdan läpi (kts. kuva 8), putken seinämiin kertyneet saostumat, putken pohjalle kertynyt

liettymä, putkeen päässyt vieras esine sekä sisäänpäin tuleva vuoto putken seinämän läpi tai putken liitoksista. (Forss 2005, 26.)

Erityishavaintoina pidetään: putken liittymä, suljettu liittymä joka on voitu esimerkiksi tehdä tulevaisuuden tarpeita varten, aikaisemmin tehty paikallinen korjaus putkeen, viemäri kaartuu ilman kulmapoikkeamaa sekä pudotuskaivon havainto. (Forss 2005, 26.)



Kuva 7 Haljennut viemäriputki. (City of Oregon, 2013b, www-sivut)



Kuva 8 Viemäriin kasvaneet juuret (City of Oregon, 2013b, www-sivut).

### 5.3 Savukoe

Savukokeessa viemäriin puhalletaan savua viemärikaivon kautta. Savukokeen avulla paikannetaan virheelliset liitokset ja mahdolliset viat viemäreissä. Menetelmällä voidaan myös tutkia kiinteistöjen viemäreiden tarkastuskaivojen kunnot ja tuuletusviemäriin toimivuus. Myös kiinteistön sisäiset viemäriputket voidaan tutkia menetelmän avulla. Savukokeella voidaan myös havaita viemäristön vuotokohdat, jos putket kulkevat tarpeeksi lähellä maanpintaa tai savu pääsee ilmaan jotain reittiä pitkin. Savukoe paljastaa usein myös virheellisiä liitoksia, joista viemäriverkostoon on johtunut sade- ja sulamisvesiä kiinteistöllä olevien salaojien ja salaojien kautta. Savukoe ei ole yksinomaan aukoton koe, sitä on syytä käyttää esim. TV-kuvauksen yhteydessä. (Forss 2005, 25.)

Savu pumpataan viemäristöön tarkastuskaivojen kautta ja savu olisi hyvä pumpata vastavirtaan kohti päätekaivoja, jolloin savun kulkemista voidaan säädellä viemärissä. Savu johtuu kokoojaviemäreistä kiinteistöviemäreihin ja purkautuu siellä kansistoista, viemäriin vuotokohdista ja muista mahdollisista vauriokohdista. Savukoe on syytä tehdä kuivalla kaudella, koska silloin routa ja lumi eivät haittaa havaintoja. Savukokeet tehdään pienissä ryhmissä, jolloin havainnoidaan parhaiten vuotokohdat. Savukoe on suunniteltava etukäteen, putkistokartat on käytävä läpi ja asukkaille sekä pelastuslaitokselle on ilmoitettava savukokeista, ettei se aiheuta hälytyksiä eikä väärinymmärryksiä. Asukkaiden on kehoitettava täyttämään vesilukot, jottei savua pääse kiinteistöihin sisälle. Suuret, pitkät, vääntyneet, täynnä vettä olevat ja tukkiintuneet putket estävät savun kunnollisen pääsyn verkostoon. Myös laittomat hulevesiliitokset jätevesiviemäriin, jossa on tehty oikeaoppinen hajulukko, estää savun pääsyn pinnalle. Savukoe soveltuu parhaiten alle 400 mm halkaisijaltaan oleviin viemäriputkiin. Savukokeen tulokset raportoidaan ottamalla kuvat vuotokohdista ja kirjaamalla ylös verkostokarttaan. (Harju 2009, 21, 22, 23, 24.)

Savukoe on yksi halvimmista ja kustannustehokkaimmista työkaluista paikantaa kiinteistöjen ajoteiden, pihojen ja kattojen kuivatusvesien laittomat liittynät viemäriverkostoon (City of Oregon, 2013a www-sivut).



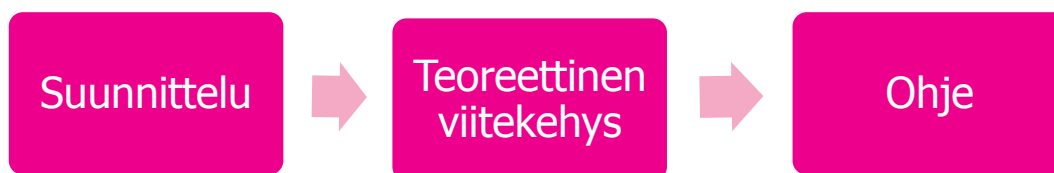
Kuva 9 Savun paikantamat viemäriin vuotokohdat (City of Oregon 2013b, www-sivut).

## 6 TUTKIMUSOHJE

Opinnäytetyössä tavoitteena oli laatia tutkimusohje ja aloitin sen teon suunnittelulla. Mitä sen tulisi sisältää ja miltä sen täytyisi näyttää, jotta käyttöönottokynnys olisi tarpeeksi matala? Päädyin siihen johtopäätökseen ohjaajani avustuksella, että parasta olisi luoda tiivistetty, mutta kattava opas. Tiivistetty, jotta ihmiset jaksavat lukea sen läpi. Tarkkoihin yksityiskohtiin en pureutunut ohjeessa, koska halusin pitää ohjeen kohtuullisen mittaisena. Teoreettinen viitekehys on kerätty oppikirjoista, opinnäytetöistä, rakennustapaohjeista sekä internet-lähteistä. Sisällytin teoreettiseen viitekehukseen yleistä tietoutta viemäriverkostosta ja sen varusteista, vuotovesien alkuperästä ja haitoista, lainsäädännöistä sekä vuotovesien tutkimistavoista. Opinnäytetyöprosessia kuvataan taulukossa 2.

Hyödynsin keräämäni teoriaa ohjeen teossa. Ohjeesta tuli tiivistetty tietopaketti kaikesta keräämästäni tiedosta opinnäytetyöraporttiin. Uskon että ohjeesta on apua kunnille ja yrityksille, jotka pohtivat viemäriverkoston tutkimista tai sen tarvetta.

Taulukko 4. Opinnäytetyön prosessikuvaus



Jaoin ohjeen kahteen osaan, teoreettiseen tutkimustapaan ja maastotutkimuksiin. Teoreettisessa osassa selostetaan miten vuotovedet voidaan paikantaa alueittain tutkimalla vesi- ja viemärilaitokselta saatavista tiedoista.

Maastotutkimuksissa tarkastellaan järjestelmällisesti alueet, jotka on tutkittu ensimmäisessä osuudessa. Ensin maastossa tehdään silmämääräiset tutkimukset, joissa voi hyödyntää tekemääni tarkastuskorttia (liite 1). Tarkastuskorttiin merkitään kaivojen viat. Samalla kerätään kaivojen koko, materiaali ja liityntätiedot.

Tein tarkastuskortin, sillä kunnissa voi olla ongelmana myös viemäriverkoston tietojen puute. Tässä tarkastelussa voidaan tutkia vikoja ja havainnoida viemäriverkoston tietoja yhtä aikaa. Viemäriverkon paikkatieto ja kuntorekisteri päivittyvät yhtä aikaa.

Silmämääräisen tarkistuksen jälkeen tehdään savukokeet ja TV-kuvaukset. Savukokeilla ja TV-kuvauksella saadaan tarkistettua viemäriputkien rakenteellinen ja toiminnallinen kunto. Savukokeen valitsin ensimmäiseksi tavaksi ohjeeseen, sillä se on lähteiden mukaan halvin ja paras tapa selvittää vuotokohdat. Lisäsin TV-kuvauksen savukokeen rinnalle, koska savukoe ei paljasta kaikkia vuotoja.

Savukoe paljastaa parhaiten kiinteistöjen laittomat liittynät jos viemärit eivät ole täynnä vettä tai hulevesiliitännöihin ei ole tehty vesilukkoja. TV-kuvaus on erittäin hyvä tutkimuskeino savukokeen rinnalle.

Ohjeen muotoilin mahdollisimman helposti luettavaksi ja havainnollistin kuvilla, jotta lukijalla riittäisi mielenkiintoa käydä läpi koko ohje. Työn kuvat löysin internetistä vuotovesiin liittyviltä sivuilta ja kysyin luvat käyttää kuvia niiden omistajilta. Kansilehden kuvan sain käyttöön Kempeleen vesihuolto oy:ltä.

## 7 POHDINTA

Aloittaessa työni tiesin jo jonkin verran vesihuollosta aikaisemman harjoitteluni kautta. Työ tukee opintojani muutaman vesihuollon kurssin perusteella ja pystyn hyödyntämään oppimaani tietoja vesihuollon työtehtävissä. Näiden ja koulussa oppimieni tietojen perusteella vesihuollosta, pystyisin toimimaan opinnäytetyöni kaltaisen tutkimuksen esimiehenä.

Sovin opinnäytetyöni ohjaajan kanssa, että ohjeesta tulisi kaksisivuinen. Työn edetessä mielipiteemme muuttuivat ja ohjeesta tuli kuusisivuinen, jotta siitä saatiin tarpeeksi konkreettinen ja selvä ohje. Ohjetta tehdessä mietin sen luettavuutta, käytännöllisyyttä ja ulkonäköä. Mietin millaista fonttia pitäisi käyttää, miten asetella tekstit ja millaisia kuvia työhön tulisi laittaa selventämään ohjeita. Pysin pitämään tekstin kieliasun ohjeessa mahdollisimman helppolukuisena, mutta kuitenkin asiatekstinä.

Raporttia ja ohjetta luodessa käytin lähteinä oppikirjoja, RIL-julkaisuja, internet lähteitä sekä opinnäytetöitä. Uskon raporttini olevan luotettava, sillä lähteeni ovat monipuolisia ja uusimpia, joita oli aiheesta saatavilla. Uudet oppikirjat ovat luotettava lähde, sillä niillä koulutetaan alan ammattilaisia. Internet-lähteistä ja opinnäytetöistä keräsin suurimmaksi osaksi tietoja vuotovesitutkimuksien toteutuksista. Ohje on luotettava, sillä se on laadittu käyttämällä samoja lähteitä kun raportissa. Ohjeen tieto ei perustu omiin havaintoihin.

Työn teko onnistui hienosti, sillä aiheesta löytyi helposti lähdetietoja. Ohjeesta tuli sopivan mittainen ja se sisältää oikean määrän tietoa pituuteensa nähden. Haastavinta oli luoda selvän näköinen muotoilu, jotta lukija jaksaa lukea ohjeen alusta loppuun. Työtä on tulevaisuudessa mahdollista laajentaa yksityiskohtaisemmaksi, laajemmaksi ja käytännönläheiseksi.

## LÄHTEET

City of Oregon. 2013a. Completed and ongoing sewer work. www-sivu [Viitattu 11.2.2013].

Saatavissa: [http://www.oregonohio.org/Public\\_Service\\_Project\\_Information/completed-ongoing-sewer-work.html](http://www.oregonohio.org/Public_Service_Project_Information/completed-ongoing-sewer-work.html)

City of Oregon. 2013b. Sanitary sewer smoke testing. www-sivu [Viitattu 11.2.2013].

Saatavissa: [http://www.oregonohio.org/Public\\_Service\\_Project\\_Information/sewer-smoke-test.html](http://www.oregonohio.org/Public_Service_Project_Information/sewer-smoke-test.html)

Finlexin www-sivu, Luku 4, 8§ [viitattu 12.2.2013].

Saatavissa: <http://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2011/20110587>

Forss, Annukka (toim.). 2005. Vesihuollon verkostojen ylläpidon perusteet. Helsinki. VVY.

Harju, Katri. 2009. Vuotovedet ja niiden seuraukset jätevesiviemärissä. Tampere: Kemiantelekniiikan koulutusohjelma. Opinnäytetyö.

Harju, Pentti. 2007. Viemärointitekniiikan oppikirja. Kouvola. Penan Tieto-Opus Ky

Hakola, Erkki. Vesi- ja viemärlaitoksen historiaa. www-sivu [Viitattu 30.1.2013].

Saatavissa: <http://www.sci.fi/~ehakola/vesi/historia/historia.htm>

Helsingin seudun ympäristöpalveluiden www-sivu [Viitattu 30.1.2013].

Saatavissa:

[http://www.hsy.fi/ajankohtaista/uutisarkisto/2010/Sivut/helsinginensimmainenjatevedenpuhdistamo\\_perustettiin100vsitten.aspx](http://www.hsy.fi/ajankohtaista/uutisarkisto/2010/Sivut/helsinginensimmainenjatevedenpuhdistamo_perustettiin100vsitten.aspx)

InfraRYL. 2012. 31100 *Jätevesiviemärit*. [Verkkojulkaisu] Rakennustieto. [Viitattu 30.1.2013]

Saatavissa: [https://www-rakennustieto-fi.ezproxy.savonia-amk.fi:2443/infraryl/extra/teknisetvaatimukset.html.stx?id=TL31100id1605199\\_2012\\_1](https://www-rakennustieto-fi.ezproxy.savonia-amk.fi:2443/infraryl/extra/teknisetvaatimukset.html.stx?id=TL31100id1605199_2012_1)

Jalomäki, Esa. 2011. Jätevesiviemäristön vuoto- ja hulevesimäärien alueellinen selvitys. Lahti: Ympäristöteknologian koulutusohjelma. Opinnäytetyö.

Karttunen, Erkki. Vesihuoltotekniiikan perusteet. 1999. Helsinki. Opetushallitus.

Rakennusteollisuus RT ry. Betoniviemärit 2003. Jyväskylä. Gummerus Kirjapaino Oy.

RIL 124-2. Vesihuolto II. 2004. Helsinki. Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL ry.

RIL 237-1-2010. Vesihuoltoverkkojen suunnittelu. 2010. Helsinki. Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL ry.

RIL 237-2-2010. Vesihuoltoverkkojen suunnittelu. 2010. Helsinki. Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL ry.

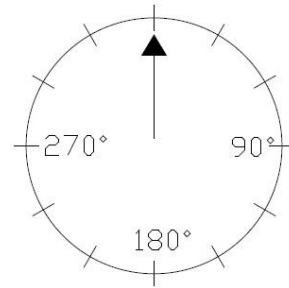
Suomen kuntatekniikan yhdistys. Betoniputkinormit. 2001. Helsinki. Edita Oyj.

U.S. Environmental Protection Agency Office of Research and Development. 1991. *Sewer system infrastructure analysis and rehabilitation*. [verkkodokumentti] Cincinnati. [viitattu 30.1.2013]

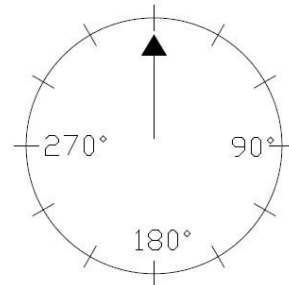
Saatavissa: <http://nepis.epa.gov/Adobe/PDF/30004DAX.PDF>

Liite 1 Kaivojen silmämääräisen tutkimuksen tarkastuskortti

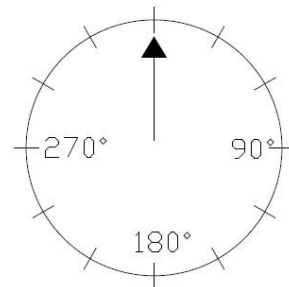
Kaivonnumero		
Materiaali		
Koko		
	Kunnossa	Huom!
Kansisto		
Kaulus/Renkaat		
Taso		
Asema		
Liitynnät		
Muut viat		



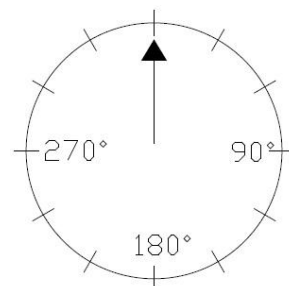
Kaivonnumero		
Materiaali		
Koko		
	Kunnossa	Huom!
Kansisto		
Kaulus/Renkaat		
Taso		
Asema		
Liitynnät		
Muut viat		



Kaivonnumero		
Materiaali		
Koko		
	Kunnossa	Huom!
Kansisto		
Kaulus/Renkaat		
Taso		
Asema		
Liitynnät		
Muut viat		



Kaivonnumero		
Materiaali		
Koko		
	Kunnossa	Huom!
Kansisto		
Kaulus/Renkaat		
Taso		
Asema		
Liitynnät		
Muut viat		



## Viemärin vuotovesien tutkimusohje



## VUOTOVESIEN TUTKIMUSOHJE

---

Tämä tutkimusohje on jaettu kahteen osaan, ensimmäinen osa käsittelee vuotovesiselvitystä viemäriverkoston jätevesimäärää ja laskutustietoja käsittelemällä sekä mahdollisia lisämittauksia tekemällä. Toinen osa käsittelee kentällä tehtäviä tutkimuksia. Kentällä tehtävien kokeiden avulla on tarkoitus selvittää vuotovesien määrä, sijainti ja syyt.

### Miksi tutkia vuotovesiä?

Viemäriverkoston vuotovedet aiheuttavat tulvimisvaaran ja kustannuksia viemärlaitokselle. Vuotovesien pääsy viemäristöön vaikuttaa jätevedenpuhdistamon käyttö ja rakennuskustannuksiin. Vuotovedet kuormittavat jätevedenpuhdistamon kapasiteettiä turhaan ja joudutaan rakentamaan tasausaltaita vaihtelevan virtauksen vuoksi sekä lisäämään puhdistustehokkuutta.

### Mistä vuotovedet tulevat?

Vuotovedet voidaan luokitella syntymäpaikkojen mukaan kahteen osaan. Varsinaiisiin vuotovesiin, joissa linja on pinnan alla ja verkostossa on aukkoja joista pohja- ja vajovedet pääsevät sisään sekä hulevuotovesiin, joissa pintavaluntavettä pääsee kansiston, kaivojen yläpäiden putkien saumoista ja ylivuodoista verkostoon.

Myös laittomat hulevesiliitännät, jotka ovat kytketty viemäriverkostoon voivat aiheuttaa jopa suuria vuotovesimääriä riippuen kiinteistöjen kuivatus pinta-alasta ja liitettyjen kiinteistöjen määrästä. Yhden kymmenen minuuttia kestävä rankkasateen aikana voi vettä sataa jopa 120 l/s ha. 1000m<sup>2</sup> tontilla jossa on 150m<sup>2</sup> talo ja 50m<sup>2</sup> asfaltoitua pintaa voi hulevesivirtaamaa kertyä noin 1,8 m<sup>3</sup>. Tämä 1,8 m<sup>3</sup> on täysin ylimääräistä vettä viemäriverkostossa joka voitaisiin imeyttää maaperään.

### Mitä tietoja tarvitaan?

Vuotovesiselvitys aloitetaan päättämällä ajanjakso jolta tutkitaan vuotovesien virtaamamääriä. Hyvä ajanjakso on 2-3 vuoden ajalta, kuitenkin yli vuoden jaksot tulisi tarkastella.

Selvitystä varten tarvitaan:

- vesilaitoksen pumppausmäärät
- jätevesilaitoksen tulevan veden määrät
- jätevedenpumppaamoiden pumppausmäärät
- tutkittavan alueen asiakkaiden laskutustiedot

## Mihin tietoja käytetään?

Jätevedenpuhdistamolle tulevaa virtaamaa verrataan ensin vesilaitoksen pumpattuihin vesimääriin tutkittavalta aikajaksolta. Kun jätevesimäärästä vähennetään vesilaitoksen pumpattu määrä, saadaan vuotovesimäärä koko vesilaitoksen vaikutusalueesta. Kaikki vesilaitoksen pumpaamat vedet eivät mene jätevedenpuhdistamolle, vaan osa imeytyy maahan tai siirtyy hulevesiverkostoon esimerkiksi kukkien kasteluvetenä.

Tutkittavan alueen/alueiden asiakkaiden laskutustiedoista kerätään myydyt vesimäärät tutkittavalta aikajaksolta. Alueen jätevedenpumppaamoiden pumppausmäärät kerätään ja verrataan alueen myytyihin vesimääriin. Kun pumpatusta jätevesimäärästä vähennetään myyty vesi, saadaan alueellinen vuotoveden määrä.

Saatuja vuotovesimääriä voidaan jakaa kuukausi- tai jopa päiväkohtaisiksi arvoiksi. Päiväkohtaisilla arvoilla voidaan tutkia pumppaamoiden pumppaustietojen oikeellisuutta, jos pumppauksen ja jäteveden laskutustiedon välillä on suuri ero, on syytä tarkastaa mittauslaitteiden oikeellisuus. Tällä laskutavalla ei kuitenkaan oteta huomioon jäteveden virtaaman todellista vaihtelua.

Jos jätevedenpumppaamoita on rakennettu harvaksen, tai pumppaamoista ei saada järkeviä tietoja, voidaan tehdä virtaamamittauksia. Vuotovesiä tarkasteltaessa on virtausmittaukset tehtävä yöaikaan, koska on oletettavaa, että silloin jätevesivirtaama on erittäin vähäistä ja lähes kaikki virtaavista vesistä on vuotovesiä.

Jos asiakkaiden laskutietoja ei saada, voidaan aluetta tutkia kiinteistöjen määrää ja ominaiskulutusta arvioimalla. Kiinteistöjen määrä kerrotaan käyttöveden ominaiskulutuksella ja vähennetään alueen jätevedenpumppausmäärästä saatu tulos, tästä saadaan karkea tulos vuotovesistä alueella.

Vaihtoehtona on myös tarkastella pelkkiä jätevedenpumppaamoita. Onko jokin pumppaamo alkanut pumppaamaan erityisen paljon jätevettä? Pumppaako joku pumppaamo paljon jätevettä verrattuna vesien käyttäjiin vaikutusalueella? Pumpattuja jätevesimääriä voidaan myös verrata pohjavedenpinnan vaihteluun ja sademääriin. Jos jokin pumppaamo on alkanut pumppaamaan erityisen paljon jätevettä pohjavedenpinnan ollessa korkealla tai rankkana sadekautena, on luultavimmin pumppaamon vaikutusalueella vuotokohtia tai laittomia liitäntöjä.

Jos verkostosta ei saada suljettua pois mitään aluetta, tutkitaan missä on verkoston vanhimmat viemärit ja mitä viemärintialuetta on jouduttu korjaamaan eniten.



Kuva 1 Siirtynyt betoninen tarkastuskaivo /1/



Kuva 2 Rikkoutunut kansisto /1/



Kuva 3 Vuotoa betonisen tarkastuskaivon renkaiden välistä /2/

## Maastotutkimukset

Maastotutkimukset aloitetaan silmämääräisillä tutkimuksilla verkoston alueesta jolle vuodot ovat paikannettu tai vuotoja epäillään olevan. Silmämääräisessä tutkimuksessa verkostoa kuljetaan järjestelmällisesti tarkastuskaivoja pitkin.

Silmämääräisten tutkimusten jälkeen siirrytään savukokeeseen ja tv-kuvaukseen. Kaivojen vauriot tarkistetaan, valokuvataan ja kirjataan ylös. Kaikki maastotutkimukset on helpointa tehdä kesällä, jolloin routa ja lumipeite eivät haittaa tarkasteluja.

## Mitä tarkistetaan?

Tarkastuskaivoista on syytä tutkia kaivon rakenne, korkeustaso ja liittymäputket.

Betonisten tarkastuskaivojen yleisimmät vauriot ovat renkaiiin kohdistuvat halkeamat ja renkaiden väliset liitosten vuodot. Myös kasvisto on voinut kasvaa liitoskohdista läpi tai kaivo on voinut kallistua huonolla maaperällä ja rikkoa viemäriiitokset.

Muovisissa tarkastuskaivoissa on syytä tarkistaa kaivon mahdolliset kallistumat ja viemäriiitokset sekä teleskooppivarren oikea asennus ja tiiveys. Kansiston tiiveys ja ylipäätänsä kansiston olemassaolo tarkistetaan.

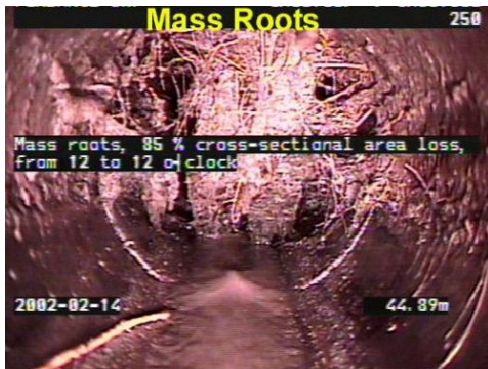
Maastotutkimuksissa on hyvä täydentää vanhoja ja puutteellisia verkostokarttoja, esimerkiksi kaivojen materiaalit, koot ja paikat. Liitteenä ohjeelle löytyy tarkastuskortti johon tarkastuskaivojen tiedot voidaan täydentää.



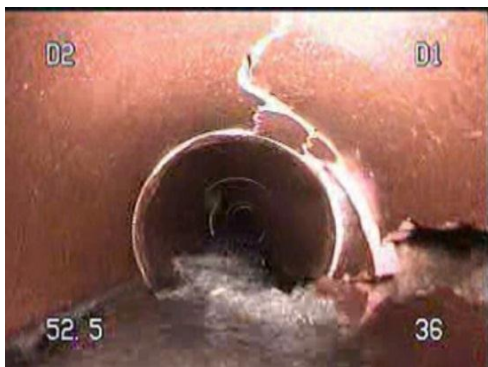
Kuva 4 Savukokeen paljastamia vuotokohtia /2/



Kuva 5 Savukokeen paljastama vuotokohta /2/



Kuva 6 Viemärin TV-kuvauksessa paljastuneet viemärin sisään kasvaneet juuret /2/



Kuva 7 Lohkeillut viemäri

## Savukoe ja TV-kuvaus

Silmämääräisen tarkistuksen jälkeen tehdään savukoe ja TV-kuvaus. Jos tutkimusalueella on kiinteistöjä lähellä, on mahdollista että savu pääsee tunkeutumaan niihin ja asukkaat voivat tehdä virheellisiä palohälytyksiä. Savukoe on siis suunniteltava etukäteen, verkostokartat on käytävä läpi ja asukkaille sekä pelastuslaitokselle on ilmoitettava savukokeesta. Savukoe toimii parhaiten alle 400 mm halkaisijalta oleviin viemäriputkiin, sillä liian isossa putkessa savu ehtii hälvetä ennen sen levittymistä eteenpäin.

Oletettuihin vikakohtiin viemäriverkostossa pumpataan savua tarkastuskaivon kautta haluttuun suuntaan. Jos mahdollista, savu pyritään pumpaamaan vastavirtaan, kohti päätekaivoja, jolloin voidaan säädellä savun kulkemista viemärissä. Savu purkautuu tarkastuskaivojen kansistoista, tuuletusputkista, viemärin vuotokohdista ja muista mahdollisista viemärin vauriokohdista. Vuotokohdista otetaan valokuvat ja ne dokumentoidaan.

Yleisiä vuotovesilähteitä ovat myös kiinteistöjen laittomat hulevesiliitännät jätevesiviemäriin. Savukoe on edullinen ja nopea tapa tarkistaa kiinteistöjen laittomat liittymät. Savua pumpataan tarkastuskaivoista jätevesiviemäristöön ja vuotokohdat tarkastetaan. Jos savua nousee hulevesijärjestelmästä, tarkoittaa se että kiinteistöllä on laiton liityntä.

Savukokeen rinnalla käytetään TV-kuvausta sillä savu ei pääse tunkeutumaan joka paikkaan, esimerkiksi liian isot, vettä täynnä olevat, vääntyneet ja tukkeutuneet putket eivät läpäise savua.

TV-kuvauksessa viemäristöön laitetaan kamera jota ohjataan maanpinnalta. Kamera lähettää kuvaa maanpinnalle viemäristön sisältä. Kameroihin asennettavilla lisälaitteilla voidaan selvittää myös putken kaltevuus ja painumat.

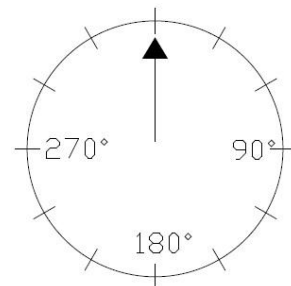
Kameralla havainnoidaan muodonmuutokset, halkeamat ja putkirikot, pintavauriot, vialliset liittymät, tiivisteet, sisäänkasvaneet juuret ja muut mahdolliset vuotoa aiheuttavat ja toimivuutta haittaavat viat.

/1/ MSD, Louisville, KY, WWW-sivut

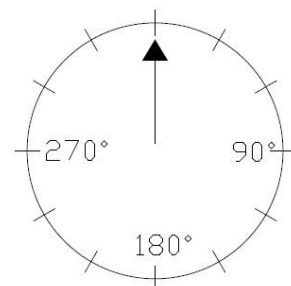
<http://www.msdlouky.org/programs/whenuflush/inflow.htm>

/2/ City of Oregon WWW-sivut <http://www.oregonohio.org/Engineering/inflow-infiltration.html>

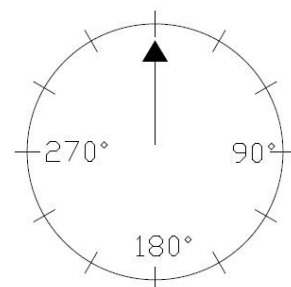
Kaivonnumero		
Materiaali		
Koko		
	Kunnossa	Huom!
Kansisto		
Kaulus/Renkaat		
Taso		
Asema		
Liitynnät		
Muut viat		



Kaivonnumero		
Materiaali		
Koko		
	Kunnossa	Huom!
Kansisto		
Kaulus/Renkaat		
Taso		
Asema		
Liitynnät		
Muut viat		



Kaivonnumero		
Materiaali		
Koko		
	Kunnossa	Huom!
Kansisto		
Kaulus/Renkaat		
Taso		
Asema		
Liitynnät		
Muut viat		



Kaivonnumero		
Materiaali		
Koko		
	Kunnossa	Huom!
Kansisto		
Kaulus/Renkaat		
Taso		
Asema		
Liitynnät		
Muut viat		

