

Mika Kekkonen

ENERGIAA SÄÄSTÄVÄT  
RATKAISUT VUOTOVESIEN  
VÄHENTÄMISEKSI

Opinnäytetyö  
Talotekniikka


Maaliskuu 2016




MAMK

University of Applied Sciences

## KUVAILULEHTI

	<b>Opinnäytetyön päivämäärä</b>  23.4.2016	
<b>Tekijä(t)</b>  Mika Kekkonen	<b>Koulutusohjelma ja suuntautuminen</b>  Talotekniikan ko. LVI-Tekniikka	
<b>Nimeke</b>  Energiaa säästävät ratkaisut vuotovesien vähentämiseksi		
<b>Tiivistelmä</b>  Opinnäytetyössä tutkittiin VEVO - projektin osatutkimuksena vuotovesiä ja tavoitteena oli löytää eri keinoja vuotovesien määrän vähentämiseksi. Samalla oli tarkoitus tutkia yhden Mikkelin alueen jätevedenpumppaamon pumppuja. Pumput oli tarkoitus vaihtaa energiaa säästävämpiin pumppuihin.  VEVO-projektiin osallistuu Mikkelin ammattikorkeakoulun lisäksi Etelä-Savon ELY-keskus, Mikkelin, Savonlinnan sekä Pieksämäen vesilaitokset. VEVO-projekti keskittyy Etelä-Savon vesihuoltolaitosten vuotovesiin, mutta tässä opinnäytetyössä tutkitaan vuotovesiä yleisellä tasolla.  Vuotovesien vähentämiseksi löytyi useita eri keinoja, joita toteuttamalla saavutettaisiin energiansäästöä. Hulevesien hallinta osoittautui kannattavimmaksi keinoksi vuotovesien määrään vähentäessä. Hulevedet tulisi käsitellä luonnonmukaisin menetelmin heti niiden syntypaikalla.  Jätevedenpumppaamon pumppujen uusiminen energiatehokkaampiin pumppuihin olisi kannattavaa, vaikka takaisinmaksu aika onkin melko pitkä. Hyvällä huollolla uudet pumput tulisivat kuitenkin kestämään pitkään, ja ne tuottaisivat säästöä energiakustannuksissa.		
<b>Asiasanat (avainsanat)</b>  Vuotovedet, energiansäästö, jätevesijärjestelmä(t)		
<b>Sivumäärä</b>  40	<b>Kieli</b>  Suomi	<b>URN</b>
<b>Huomautus (huomautukset liitteistä)</b>		
<b>Ohjaavan opettajan nimi</b>  Jukka Räisä	<b>Opinnäytetyön toimeksiantaja</b>  VEVO - hanke/MAMK	

## DESCRIPTION

		<b>Date of the bachelor's thesis</b>  23.4.2016
<b>Author(s)</b>  Mika Kekkonen	<b>Degree programme and option</b>  Building Services Engineering	
<b>Name of the bachelor's thesis</b>  Energy-saving solutions to reduce the leaking waters		
<b>Abstract</b>  The subject of my bachelor thesis was to study the amount on leaking waters and the aim was to find different ways to reduce them. Studies were part of the VEVO - project. At the same time it was a purpose to explore on of the Mikkeli area waste water pumping stations pumps. The pumps were designed to change to more energy-saving pumps.  Participants in the VEVO - project are Mikkeli University of Applied Sciences, South Savo Centre for Economic Development, Mikkeli, Savonlinna and Pieksämäki water utilities. VEVO - project will focus on the South Savo water Management Institute leaking waters, but in this thesis I focus on the leaking waters in general level.  In order to reduce the leaking waters I found several different ways to achieve the energy saving. Storm water management turned out to be the most profitable means to cut back the amount of leaking waters. Storm water should be treated with organic methods as soon as their source location.  Wastewater pumping station pumps renewal to more energy efficient pumps would be profitable, even when the paypack period is quite long. However, with good servicing the new pumps would last long and produce savings in energy costs.		
<b>Subject headings, (keywords)</b>  Leaking waters, energy saving, wastewater system(s)		
<b>Pages</b> 40	<b>Language</b> Finnish	<b>URN</b>
<b>Remarks, notes on appendices</b>		
<b>Tutor</b>  Jukka Räisä	<b>Bachelor's thesis assigned by</b>  VEVO - project / Mikkeli University of Applied Sciences	

## SISÄLTÖ

1	JOHDANTO .....	1
2	LAINSÄÄDÄNTÖ .....	2
2.1	Vesihuoltolaki.....	2
2.2	Maankäyttö- ja rakennuslaki.....	3
3	KIINTEISTÖN ULKOPUOLINEN JÄTEVESIVIEMÄRÖINTI.....	3
3.1	Yleistä .....	3
3.2	Erillisviemäröinti .....	6
3.3	Sekaviemäröinti .....	7
3.4	Viemärijärjestelmien vertailu .....	7
3.5	Viemärijärjestelmän toimintahäiriöt.....	8
4	VUOTOVEDET.....	11
4.1	Vuotovesien alkuperä .....	11
4.2	Vuotovesien määrä ja siihen vaikuttavat tekijät .....	12
4.3	Vuotovesistä aiheutuvat haitat .....	15
4.3.1	Ympäristöhaitat.....	15
4.3.2	Muut haitat .....	16
5	VUOTOVESIEN VÄHENTÄMINEN JA ENERGIASÄÄSTÖ.....	17
5.1	Jätevedenpumppaamot ja -puhdistamot.....	17
5.2	Viemäröintiverkosto .....	19
5.3	Hulevedet.....	21
6	JÄTEVEDENPUMPPAAMOT JA – PUHDISTAMOT.....	23
6.1	Pumppaamot .....	23
6.2	Puhdistamot .....	25
7	JÄTEVEDENPUMPPAAMON PUMPPUJEN UUSIMINEN, MIKKELI .....	28
7.1	Mikkelin alue .....	28
7.2	Tuppuralan jätevedenpumppaamo.....	30
7.3	Tuppuralan jätevedenpumppaamon pumput.....	35
8	JOHTOPÄÄTÖKSET.....	38
	LÄHTEET .....	40

## 1 JOHDANTO

Energiansäästö on nykypäivänä monessa yhteydessä esiin nouseva aihe. Energiaa pysytään säästämään monella eri tavalla. Ympäristömääräysten ja lakien tiukentuessa monissa laitteissa ja laitoksissa yritetäänkin saavuttaa omavaraisuus, jolloin laite tai laitos tuottaisi itse omaan käyttöön tarvitsemansa energian. Energiansäästöä saavutetaan myös kehittämällä eri menetelmiä nykyisten menetelmien tilalle, kuten tässä opinnäytetyössä etsitään eri keinoja vähentämään vuotovesiä, jotta ne eivät päätyisi jätevedenpuhdistamoille ja puhdistamojen energiankulutus vähentyisi.

Tämä opinnäytetyö on osa esiselvitystä Etelä-Savon vesihuoltolaitosten vuotovesistä - vähähiilisyiden edistämiseksi. Opinnäytetyön tilaaja on Mikkelin ammattikorkeakoulu ja työn tavoitteena on löytää eri keinoja vuotovesien vähentämiseksi. Mikkelin ammattikorkeakoulun hanketta rahoittavat Etelä-Savon ELY-keskus Euroopan unionin aluekehitysrahasto, Mikkelin, Savonlinnan sekä Pieksämäen vesilaitokset. Hankkeen tavoitteena on lisätä vesihuoltolaitosten energia- ja ekotehokkuutta alueen kaupungeissa. Opinnäytetyön tutkimuksissa keskitytään kirjallisuuden avulla etsimään keinoja vuotovesien vähentämiseksi.

Opinnäytetyössä tarkastellaan eri menetelmiä ja niiden avulla saavutettavaa energiansäästöä. Vuotovesien määrän laskiessa säästyy energiaa sekä jätevedenpumppaamoissa että puhdistamoissa käsiteltävän jätevedenmäärän vähentyessä. Tutkimuksissa keskitytään vuotovesiin, hulevesiin, sekaviemärijärjestelmiin sekä mahdollisiin viemäri- ja viemärlaitteistojen rikkiinäisiin osiin, joista vuotovedet pääsevät jätevesijärjestelmään. Opinnäytetyössä tarkastellaan myös yhden Mikkelin alueen jätevedenpumppaamon pumppuja ja niiden uusimisen mukana tulevia parannuksia jätevesijärjestelmään ja energiansäästöön.

Opinnäytetyö on oleellinen osa tämän hetkistä tilannetta, sillä tutkimusten mukaan vuotovesien määrä jäteveden virtaamasta on yleisesti noin 40 – 50 %. Vuotovedet kuormittavat turhaan jätevedenpuhdistamoja ja -pumppaamoita ja voivat aiheuttaa pahimmillaan ylivuotoja. Työn tarkoituksena on löytää tilaajan kannalta energiaa säästävimmät ratkaisut vuotovesien vähentämiseksi.

## 2 LAINSÄÄDÄNTÖ

Eduskunnan 3.6.2014 hyväksymät uudet lait vesihuoltolain sekä maankäyttö – ja rakennuslain muuttamisesta astuivat voimaan 1.9.2014 /1, s.2/. Lait koskevat pääsääntöisesti hulevesien käsittelyä, ja niissä ohjeistetaan kuntia tulevien toimenpiteiden varalle.

### 2.1 Vesihuoltolaki

Vesihuoltolakiin laadittiin kokonaan uusi luku, jossa säädetään huleveden viemäröinnin järjestämisestä vesihuoltolaitoksen toimesta. Uuden lain mukaan vastuu hulevesien hallinnasta asemakaava-alueella kuuluu kunnalle. Kunta voi kuitenkin neuvotella vesihuoltolaitoksen kanssa, että erikseen määriteltävällä alueella vesihuoltolaitos vastaa huleveden viemäröinnistä. Edellytyksenä edellä mainitulla on kuitenkin se, että vesihuoltolaitos pystyy huolehtimaan huleveden viemäröinnistä taloudellisesti ja asianmukaisesti maksujen muodostuessa kuitenkin kohtuullisiksi ja tasapuolisiksi. Alue, jolla vesihuoltolaitos vastaa huleveden viemäröinnistä, tulee esittää kartalla. /1./

Laissa säädettiin myös se, että jos kiinteistö sijaitsee kunnan päättämällä vesihuoltolaitoksen hulevesiviemäröinnin alueella, on se liitettävä hulevesiverkostoon. Vapautuksen kyseisestä toimenpiteestä voi saada joko toistaiseksi voimassa olevana tai määräaikaisena, jos liittymistä hulevesiverkostoon pidetään kohtuuttomana. Kohtuuttomuutta harkittaessa huomioidaan kiinteistön aikaisemmat toimenpiteet hulevesien hallintaa varten. Vapautuksen voi antaa kunnan ympäristönsuojeluviranomainen. /1./

Uudessa laissa kielletään hulevesien johtaminen vesihuoltolaitoksen jätevesiviemäriin ja jätevesiviemärillä tarkoitetaan sekä erillisviemäriä että sekaviemäriä. Tulevaisuuden tavoitteena on kokonaan sekaviemäröinnistä eroon pääseminen ja hulevesien estäminen kokonaisuudessaan jätevesiviemäriissä. Poikkeuksen tähän lakiin voi tehdä silloin, jos sekaviemäri on rakennettu ennen vuotta 2015 ja sen mitoituksessa on huomioitu hulevesien johtaminen. Poikkeuksen voi tehdä myös, jos alueella ei ole rakennettua hulevesiviemäriverkostoa ja vesihuoltolaitos kykenee huolehtimaan sekavesiviemäriin johdetusta hulevedestä taloudellisesti ja asianmukaisesti. /1./

## **2.2 Maankäyttö- ja rakennuslaki**

Rakennetulla alueella perustusten kuivatusvedet, maan pinnalle, rakennuksen katolle tai muulle pinnalle kertyvä sade- tai sulamisvesi ei ole enää osa vesihuoltoa, vaan niiden hallintaa koskevat määräykset ovat osa maankäyttö- ja rakennuslakia. Hulevesiä koskevat pykälät siirrettiin maankäyttö- ja rakennuslakiin, koska hulevesiä pyritään hallitsemaan suunnitelmallisesti. Hallinnalla pyritään viivyttämään ja imeyttämään hulevesiä jo niiden kerääntymispaikalla. Tarkoituksena on se, että ensisijaisesti kiinteistöt hoitaisivat omat hulevetensä omalla kiinteistöllään. Toissijaisena vaihtoehtona on se, että jos hulevesiä ei pystytä hoitamaan omalla kiinteistöllä tai kiinteistö ei liity vesihuoltolaitoksen hulevesiverkostoon, kiinteistön on liityttävä kunnan hulevesijärjestelmää.. /1./

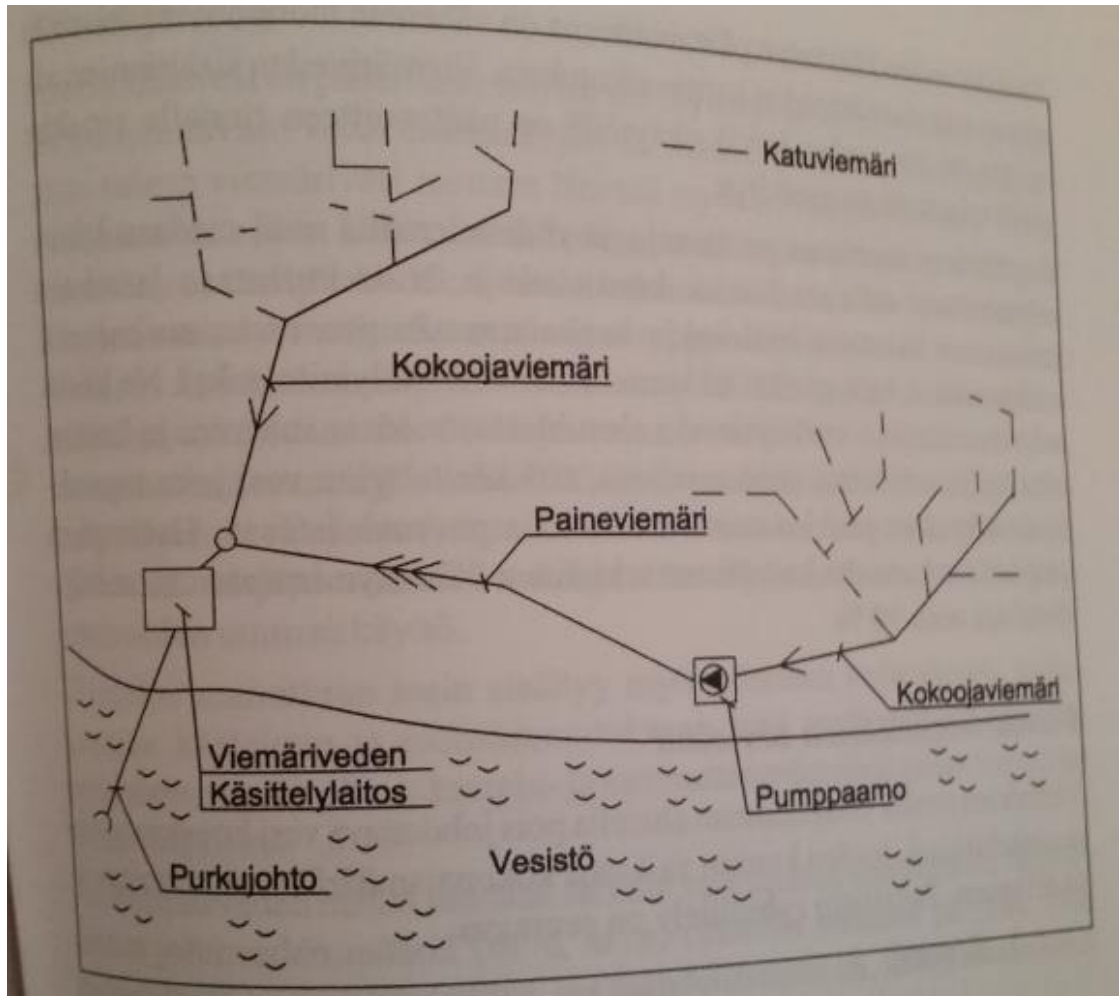
## **3 KIINTEISTÖN ULKOPUOLINEN JÄTEVESIVIEMÄRÖINTI**

### **3.1 Yleistä**

Viemärlaitokseen kuulu kaikki rakenteet ja laitteet, joita tarvitaan yhdyskunnassa eri tarkoituksiin käytetyn veden keräämiseen johtamiseen pois yhdyskunnan alueelta, käsittelyyn ja luonnon ympäristöön palauttamiseksi. Sateena, lumena tai haitallisena pohjavetenä kertyneen veden kokoamiseen ja pois johtamiseen käytettävät rakenteet ja laitteet ovat myös osa viemärlaitosta. Näiden vesien mahdolliseen käsittelyyn tarvittavat laitteet ja rakenteet kuuluvat myös viemärlaitokseen. /2, s.136./

Kiinteistönomistajan ja viemärlaitoksen välinen raja, jolla määritetään, kummalle viemäriosuus kuuluu, sovitaan viemärlaitoksen ja kiinteistönomistajan välisessä sopimuksessa. Useasti osa tonttijohdosta kuuluu viemärlaitokseen. Vesistöön johtavan purkupuutken uloin pää on toinen rakenteellinen raja. Viemärlaitoksen vaikutus purkuvesistöön näkyy pitkässäkin matkassa vesistössä. Siksi viemärlaitoksen vaikutusta purkuvesistöön on tarkkailtava laajemmalla alueella. Viemärlaitokseen ei lasketa kuuluvaksi vedenkäyttäjien kiinteistöjen sisäisiä viemärijohtoja eikä viemärlaitteita. Viemäriverkon rakenne ja toimintaperiaate vaikuttaa kuitenkin kiinteistöjen sisäisiin laitteisiin. Katuviemäriin korkeus määrittää johdetaanko kiinteistön jätevedet vietto-

vai paineviemärissä katuviemäriin. Painovoimaisesti viettoviemärillä johdetut jätevedet ovat aina parempi vaihtoehto. /2, s.136./



**KUVA 1. Viemärlaitoksen osat /2, s. 137/**

Yllä olevassa kuvassa on viemärlaitoksen kaaviopiirros. Kuvassa näkyy viemärlaitoksen osia kuten kokoojaviemärit, pumppaamo ja puhdistamo. Kuvassa oikealta tuleva kokoojaviemäri on niin syvällä maassa, ettei sitä pystytä johtamaan viettoviemäri puhdistamolle asti. Siksi välille on asennettu pumppaamo ja jätevedet johdetaan siitä eteenpäin paineviemärillä.

Viemärlaitoksen toimintatavoitteisiin kuuluu se, että sen on pystyttävä hoitamaan tehtävänsä siten, ettei siitä aiheutuisi ympäristöön hygieenisiiä haittoja, hajuja tai tulvimisia. Myöskään vesistöt, joihin purkuvedet johdetaan, eivät saisi likaantua tai pilaantua. Em. vaatimukset koskevat jätevesien keräämistä, käsittelyä sekä poistoa. /2, s.137./



Viemäriverkko ei saa vuotaa tai tukkeutua ja sen kunnossapito - ja huoltotoimenpiteet pitää olla karsittu mahdollisimman vähäisiksi. Jätevedenpuhdistamojen on puhdistettava jätevedet niin hyvin, ettei purkuvesistöihin johdettavista vesistä aiheudu hygieenisiä haittoja tai muita riskejä. Puhdistamot on myös suunniteltava siten, ettei niissä työskenteleville hoitohenkilöstölle aiheudu työympäristöstä johtuvia hygieenisiä tai muita riskejä. /2, s.137./

Viemärit ja viemäreihin kuuluvat rakenteet tehdään putkista ja muista valmisosista. Viemäriputkimateriaalin tulee kestää vettä, ja sen mukanaan kuljettamaa kiintoainesta sekä viemäriveden aineiden aiheuttamaa kemiallista korroosiota. Putkiston tulee myös kestää siihen vaikuttava maanpaine. Tärkeimpinä putkimateriaaleina ovat muovi ja betoni. /2, s.146 - 147./

Viemäriverkoston hoitamista ja tarkkailua varten verkostoon asennetaan tarkastuskaivoja ja -putkia. Ne sijoitetaan yleensä 50 – 100 m:n välein verkostoon. Viemäriputkiosuus tarkastuskaivojen tai -putkien välillä on suora, huollon ja tarkkailun helpottamiseksi. Tarkastuskaivon täytyy olla sen kokoinen, että sen kautta pystyy puhdistamaan ja tarkastamaan viemäriä. Betonikaivonrenkaita valmistetaan halkaisijaltaan 600, 800, 1000, 1200, 1500, 2000, 2500 ja 3000 mm levyisinä. Tavallisesti tarkastuskaivo on 800 – 1000 mm betonirengaskaivo. Pienemmät tarkastuskaivot, kuten 400 mm, ovat useasti muovisia. /2, s. 153./

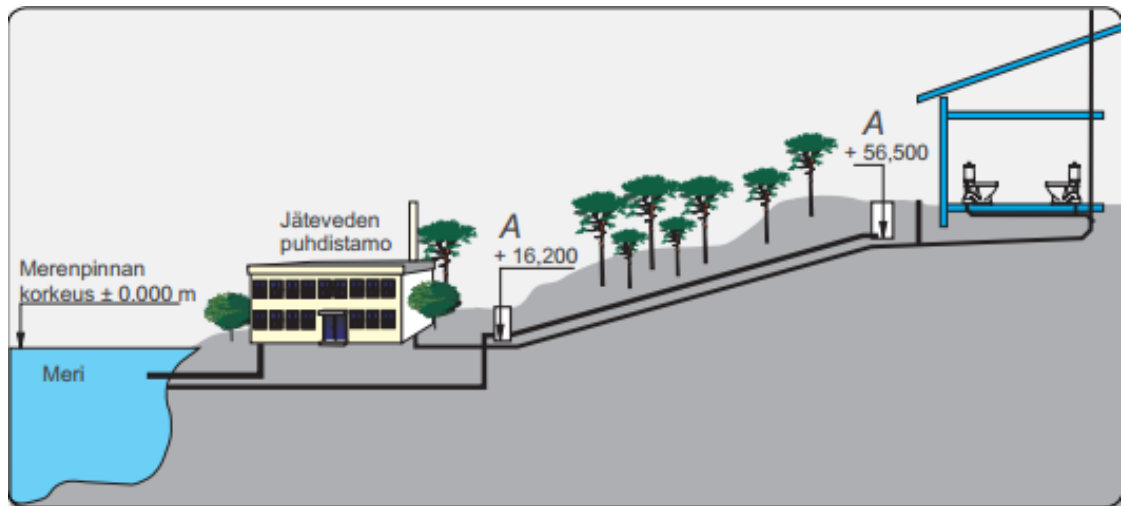


**KUVA 2. Muovinen tarkastuskaivopaketti 400x315 /3/**

Kuvassa on pienin mahdollisin tarkastuskaivo, halkaisijaltaan 400 mm. Alle 400 mm halkaisijaltaan ovat tarkastusputkia, eivätkä -kaivoja.

### **3.2 Erillisviemäröinti**

Erillisviemäröinnillä tarkoitetaan sitä, että jätevesi johdetaan omassa viemärijärjestelmässään ja hulevesi eli sade- ja sulamisvedet, joko omassa erillisessä viemärijärjestelmässä tai avoviemäreissä. Perustusten kuivatusvedet johdetaan hulevesiviemäriin, jos hulevesiviemäri on tarpeeksi syvällä kuivatusvesien johdattamista varten. /4./



**KUVA 3. Erillisviemärointi /4/**

Tiheään rakennetuilla alueilla jätevesi- ja hulevesiviemärit ovat osa erillisviemärointiä. Hulevesiviemärit rakennetaan joko suoraan vesistöihin asti tai avo-ojiin tonttialueen ulkopuolella. Harvempaan rakennetuille alueille ei yleensä rakenneta muuta kuin jätevesiviemäri. Tällöin hulevesille tehdään tarpeeksi avo-ojia. /2, s. 159./

### 3.3 Sekaviemärointi

Sekaviemärointi tarkoittaa viemärointimenetelmää, jossa hule-, jäte- ja kuivatusvedet johdetaan yhdessä samassa putkiviemärissä. Sekaviemäroinnissä käytetään tulvakynnysrakenteita, ja niiden avulla osa viemäreissä kulkevasta vedestä johdetaan tulvien aikana suoraan vesistöön. Tämä menetelmä estää putkikokojen nousemisen kohtuuttoman suuriksi. Sekaviemärointi on aikaisemmin ollut pääsääntöinen viemärointijärjestelmä, mutta siihen on liitetty myöhemmin erillisviemäroityjä alueita. /2, s.159./

### 3.4 Viemärijärjestelmien vertailu

Erillisviemäroinnin etuina sekaviemärointiin voidaan pitää sen hinnan edullisuutta, kun hulevedet pystytään johtamaan avo-ojissa. Viemäri-vesien puhdistus on myös helpompaa, kun viemäri-veden määrä pysyy pienempänä. Erillisviemäroinnin ansiosta ei myöskään tarvita hiekanerottimia jätevedenpuhdistamoissa ja muutenkin viemäri-veden laatu ja määrä pysyvät tasaisempina. Tärkeimpänä asiana ympäristön kannalta on se, että puhdistamattomia jätevesiä ei johdeta vesistöihin, toisin kuin sekaviemäroinnissä. /2, s. 161./ Myös putkikoot pysyvät pienempinä, kun hulevesien osuutta ei tarvitse mitoittaa jätevedenvirtaamaan.

Sekaviemäroinnin tärkeimpiin etuihin kuuluu se, että sekaviemärijärjestelmän rakentaminen on edullisempaa kuin täydellisen erillisviemäroinnin rakentaminen, silloin kun hulevesiä ei voi ohjata avo-ojiin. Kuivalla säällä sekaviemäroinnin tuuletus onnistuu hyvin, kun viemäreissä virtaa vain jätevesi. Hyvä tuuletus vähentää korroosio-ongelmia viemäristössä. /2, s.161./

Vesisuojelutoimenpiteiden tiukentuessa on kiinnitetty tarkemmin huomiota hulevesien mukana kulkevaan lika-ainekseen. Sekaviemärijärjestelmissä tulvakynnyksen yli suoraan vesistöön kulkeutuvan jäteaineksen määrä vaihtelee sen perusteella, miten tulvakynnyksen jätevesi/hulevesi suhde on mitoitettu. Erillisjärjestelmässä kaikki hulevedet voivat joutua suoraan vesistöön. Erikseen käsittelemällä hulevesien päätyminen suoraan vesistöön voidaan ehkäistä. Vaativissa tapauksissa hulevesien käsittelyä pidetään välttämättömänä ja sekaviemärijärjestelmissä huleveden käsittelylaitokset tulevat yksinkertaisemmiksi ja halvemmiksi, joten erillisviemäroinnin edut vesiensuojelu mielessä pienenevät. /2, s.161./

### **3.5 Viemärijärjestelmän toimintahäiriöt**

Jätevesien keräily ja johtaminen puhdistamolle edellyttää häiriöttömän virtauksen verkostossa. Virtausta häiritsevät tai ympäristölle haittaa tuottavat tekijät ovat riskitekijöitä tässä prosessissa. Viemäriverkostossa venttiileihin, kaivoihin tai putkistoon tuleva tekninen vika tai häiriö voi aiheuttaa virtauksen keskeytymisen tai virtauksen viemäriverkoston ulkopuolelle, joka aiheuttaa ympäristöhaittoja. Viemäriverkoston viikoihin vaikuttaa viemärin rakennetyyppi, verkoston kunto, sijaintiympäristö sekä jäteveden virtaaman määrä./5, s.42./ Seuraavassa kuvassa on esitetty viemäriverkoston toiminnan riskit.

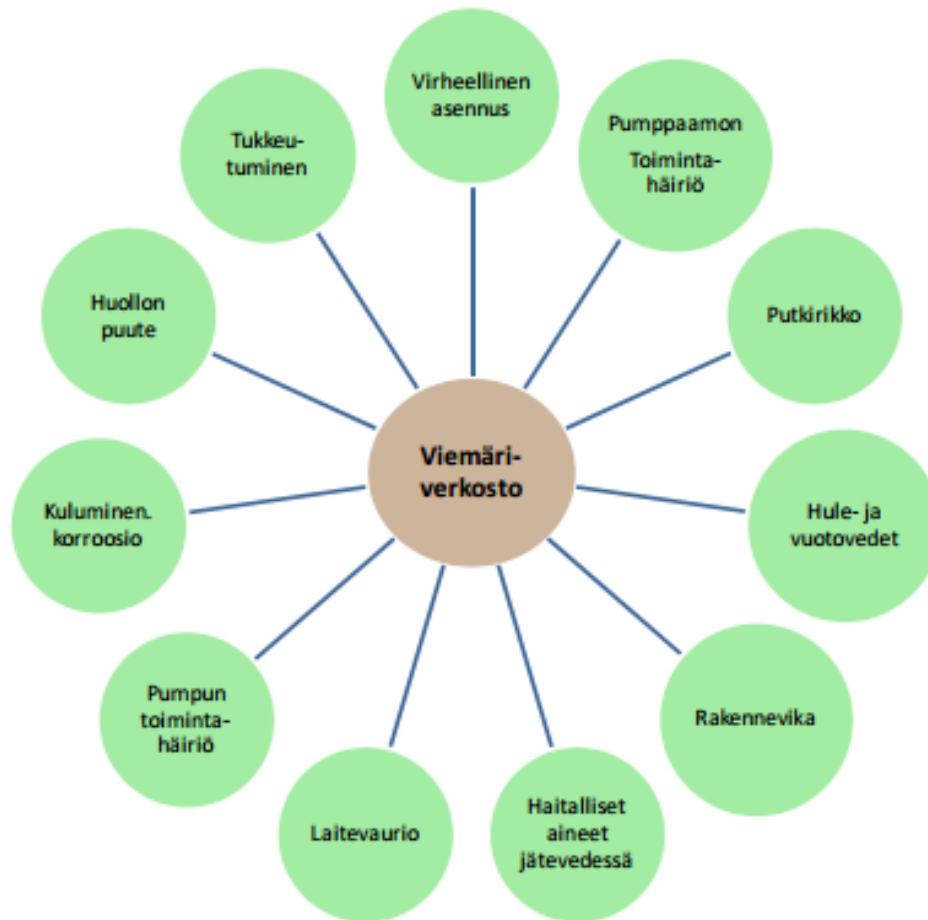


**KUVA 4. Viemäriverkoston riskit /5, s. 42/**

Häiriöt viemäriverkostossa voivat aiheutua verkoston ominaisuuksista, käytetystä tekniikasta, toiminta tavoista sekä laiteviasta. Häiriöitä voivat olla esimerkiksi verkoston tukkeutuminen sinne kuulumattomilla esineillä tai jäätyminen, asennusvirheet, kuluminen tai luonnonolot. Viemäriin tukkeutuminen aiheuttaa ylivuodon verkostossa edeltävällä pumpaamalla ja voi samalla aiheuttaa jäteveden tulvimista kiinteistöissä. /5, s.42./

Viettoviemäri on toimintavarmempi verrattuna paineviemäriin, mutta toisaalta viettoviemäri jääty helpommin ja on herkempi piileville vuodoille. Viettoviemäreissä häiriökohteet löytyvät useimmiten tarkastuskaivoista. Paineviemäriin on vähemmän kaivoja kuin viettoviemäriin ja siksi se on suljetumpi järjestelmä, mutta paineviemäri on täysin riippuvainen käyttöenergiasta. Putkirikkoja viemäriverkostoon voi aiheuttaa joko verkoston sisäiset tai ulkoiset tekijät. Paineviemäreissä putkirikot ovat viettoviemäriä suuremmat. Sähkökatkokset tai vuodot kokooja- tai runkojohdossa aiheuttavat jäteveden pääsyn ympäristöön. Sähkökatkoista ja muista syistä johtuvat ylivuodot

ovat merkittäviä, sillä veden jakelu ei keskeydy vaikka tapahtuisikin ylivuoto. /5, s.43./ Alla olevassa kuvassa näkyy viemäriverkoston toimintahäiriön aiheuttajat.



**KUVA 5. Viemäriverkoston toimintahäiriöiden aiheuttajat /5, s.43/**

Verkoston huollon kannalta tarkastus- ja huoltokaivot ovat välttämättömiä, mutta niiden kautta viemäriverkostoon pääsee useita häiriötekijöitä. Kaivojen kannet ovat rakenteeltaan sellaisia, että ne eivät estä sade- ja tulvavesien sekä mahdollisten ulkoisten saastuttajien pääsyä viemäriverkostoon. /5, s.43./ Kaivojen kansissa ei ole minkäänlaista tiivistystä, joten hulevedet pääsevät suoraan viemäriverkostoon. Kolhiintuneet ja kuluneet kaivojenkannet päästävät myös enemmän vettä verkostoon kuin uudet ja ehjät kannet.

Viemäriverkoston saastumisen voi myös aiheuttaa esimerkiksi kemikaalionnettomuus verkostoalueella. Kemikaalit voivat joutua viemäriverkostoon sadevesiviemäriin tai tarkastuskaivojen kautta. Kemikaaleja voi päästä viemäristöön myös kemikaalien käsittelytilojen lattiakaivoista ja osa kemikaalipäästöistä on aiheutettu tahallisesti. Kemikaalit saattavat vaurioittaa viemäriputkia ja vaikeuttavat jätevedenkäsittelyä. Myös

il kivallalla on vaikutusta viemäriverkoston toimivuuteen. Kiinteistöistä voidaan päästää viemäriverkoston sinne kuulumattomia aineita tai esineitä. Viemärikaivojen kannet ovat myös alttiita il kivallalle, koska niitä ei ole millään tavalla lukittu. /5, s.43 - 44./

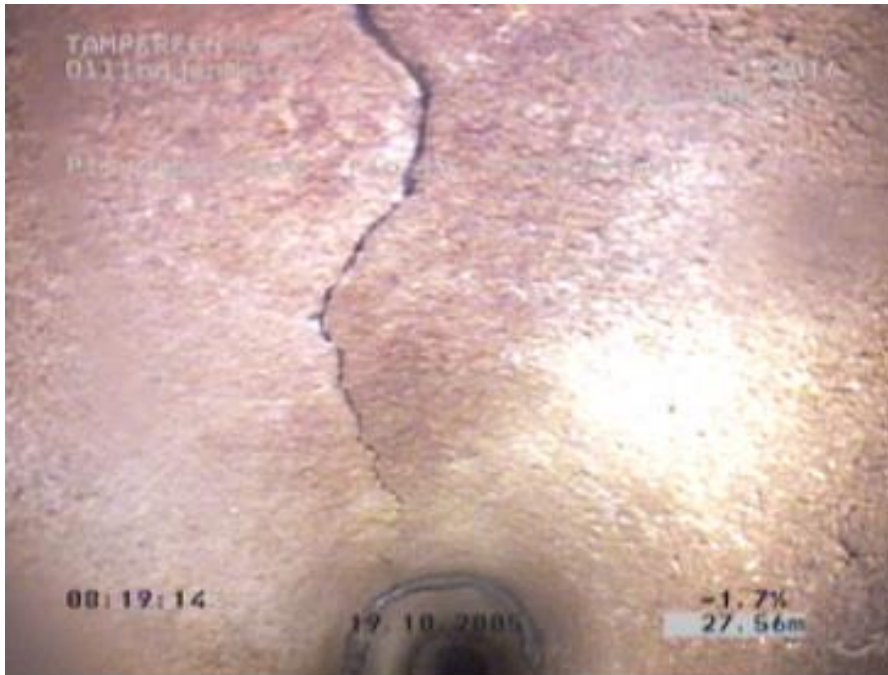
Viemäriverkoston vuotovesiprosentti Suomen vesihuoltolaitoksilla on tällä hetkellä melko korkea. Tähän osasyynä on korroosion, painaumien ja virheellisten asennusten myötä tulleet putkirikot 1960 – 1970-luvun betoniviemäreissä. Korroosion rappauttamat vanhat betoniviemärit ja -kaivot sekä kaivojen kannet ja kaivojen sekä putkien saumat päästävät viemäriverkoston sadevesiä. Sadevesien mukana viemäriin pääsee roskaa, jotka voivat tukkia kaivoja, pumppaamoita ja viemäreitä. Roskat vaurioittavat myös pumppaamojen pumppuja. /5, s.43 – 44./

## **4 VUOTOVEDET**

Viemärlaitoksen toimintatavoitteisiin kuuluu, että viemäriverkko ei vuotaisi eikä tukkeutuisi ja sen kunnossapitotoimenpiteitä tarvittaisiin mahdollisimman vähän. Viemäriverkoston ollessa tiivis eivät vuotovedet pääse jäteveden sekaan eikä jätevesi vuoda viemäriin ulkopuolelle. Viemärlaitoksesta ei saisi myöskään aiheutua ympäristöön hygieenisia haittoja, hajuja tai tulvimisia. /2, s.137./

### **4.1 Vuotovesien alkuperä**

Vuotovesiä ovat kaikki vedet, jotka pääsevät jätevesiviemäriin ympäröivästä maaperästä tai kaivannon täytteestä. Viemäriin vedet pääsevät vuotavista putkiliitoksista, särkyneistä putkiosuuksista tai putkien osista, huokoisten putkenseinämien läpi tai vioittuneiden tarkastuskaivojen kautta.



**KUVA 6. Halkeama betoniviemärissä /6/**

Yllä olevasta kuvasta käy ilmi viemärikameralla kuvattu halkeama betoniviemärissä. Halkeamasta pääsee viemäriin vuotovesiä ja jätevettä viemäristä ympäristöön.

Vuotovesiin lasketaan kuuluvaksi myös tarkoituksella jätevesiviemäriin ajettavat sala-  
ojavedet /2, s.144/. Suurimmat vuotoveden lähteet ovat pohjavesi ja hulevedet.

Vuotovesiin ei ole aikaisemmin kiinnitetty niin paljon huomiota, mutta veden käsitte-  
lyn tehostuessa on alettu keskittyä kaikkiin mahdollisiin keinoihin pienentää käsiteltä-  
vän veden määrää. Vuotovedet ovat alun perin puhtaita vesiä, kuten pohjavesi, joka ei  
tarvitsisi erillistä käsittelyä. /2, s.144./

#### **4.2 Vuotovesien määrä ja siihen vaikuttavat tekijät**

Vuotovesien määrä viemärijärjestelmässä pystytään määrittämään, kun tiedetään alu-  
een talouskäyttöön, yleiseen käyttöön ja teollisuuden käyttöön tulevat vesimäärät.  
Vuotoveden ja jäteveden määrien arvioidaan nykyään yleensä olevan yhtä suuret.  
Viemäriin ikä, putkiliitosten materiaali ja tyyppi sekä rakennustyön suoritustapa vai-  
kuttavat suuresti määrään vuotovesien määrään. Mitoituksen perusteena ei voi käyttää  
sitä, että vuotovesi- ja jätevesivirtaama olisivat yhtä suuret, koska vuotovesien mää-  
rään vaikuttaa paljon em. asiat. Pohjaveden pinnan korkeus vaikuttaa myös suuresti



vuotovesien määrään. Pohjaveden pinnan ollessa viemärin yläpuolella on selvää, että se vaikuttaa vuotovesien määrään. Vuoden ajat muuttavat pohjaveden pinnan korkeutta ja sitä kautta vuotovesien määrää. Keväisin lumien sulaessa pohjaveden pinta nousee ja vuotovesien määrä myös nousee. Loppukesästä pohjaveden korkeus laskee ja vuotovesien määrä laskee. Maan ollessa jäässä talvisin pohjavedestä johtuvien vuotovesien määrä on pienimmillään. /2, s.146./

Vuotovesien määrää arvioidaan joko prosenttilisänä jätevesivirtaamaan tai viemäripituuden ja -koon perusteella. Suomessa jätevedenmitoitusvirtaamaan lisätään 50 – 200 %, koska sen verran arvioidaan olevan vuotovesiä jätevedessä. Viemäripituuden ja -koon perusteella mitoitettuna lisätään viemärivirtaamaan 0,3 – 0,6 l/s vuotovesien osuudeksi. /2, s.146./

#### **TAULUKKO 1. Betoniviemäreille sallitut vuotovesimäärät /2, s.147/**

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

Yllä olevassa taulukossa on esitetty vuotovesimäärät, jotka ovat sallittuja betoniviemäreissä. Määrien ylittyttyä betoniviemärit ovat uusimisen tarpeessa.

Vuotovesien määrään nostavat sateen määrä joko suoranaisesti tai hule- ja pohjaveden välityksellä. Suoranaisesti sadevesi pääsee vaikuttamaan viemäriverkoston vuotavien tai rikkinäisten tarkastuskaivojen ja kattojen syöksyrännien kautta. Hulevedet imeytyvät paremmin täyttömaahan, jota on viemäriputkien ympärillä ja sitä kautta vuotovedet pääsevät viemärijärjestelmän vuotokohtiin. Siksi täyttömaan maalajilla on suuri merkitys vuotovesien määrään. /2, s.144 - 145./

Viemärin rakennusmateriaalilla voi myös olla merkitystä vuotovesien määrään. Pahimmillaan betoniviemärit voivat korroosion takia syöpyä puhki jopa parissa vuodes-

sa. Korroosion aiheuttajia voivat olla teollisuuden jätevedet, puutteellinen ilmanvaihto tai liian pieni jäteveden virtausnopeus, joka aiheuttaa rikkivetyä. Putkien huokoiset seinämät voivat myös aiheuttaa läpivuotoa. Yleensä putket ovat kuitenkin niin tiiviitä, ettei putkenseinämien läpi tulevilla vuotovesiä tarvitse laskea mukaan jätevedenvirtaamaan. Suurin osa vuodoista tulee putkiliitoksista. Vuotovesien määrää vähentäessä onkin kiinnitettävä huomiota erityisesti liitoksiin ja niiden tiiviyteen. Liitostapoja parantamalla vuotovesien määrä vähenee. Tarkastuskaivojen kannet ovat yksi suuri tekijä vuotovesien määrässä. Kannot vuotavat helposti, ja niiden kautta vuodon määräksi on laskettu jopa 150 – 430 l/päivässä (1,7 – 5,0 l/s) aukkojen koosta ja lukumäärästä riippuen. /2, s.145./



**KUVA 7. Kaivonkansi /7/**

Pohjaveden määrään, jota pääsee viemäriputkeen, vaikuttaa suuresti viemärikaivannon täyttämistapa. Veden virtaus voi nousta suureksi, jos kaivanto on väärin täytetty. Täytteen tai putkien perustuksen muodostaessa reitin, jossa vesi pääsee kulkemaan hyvin, muuttuu vuotokohdan vaikutusalue suureksi. Laittomat liitännät jätevesiviemäriin ovat yksi suurimmista vuotovesien aiheuttajista. Tulvia jätevesiviemäriissä aiheuttavat katoilta ja pihamaalta jätevesiviemäriin johdettavat hulevedet. Jos kattovedet johdetaan suoraan jätevesiviemäriin, voi rankkasateen aikana 0,1 ha kokoiselta katolta kertyä sadevesiä jopa 10 l/s. Salaojia ei myöskään saisi liittää jätevesiviemäriin, vaan ne pitäisi ohjata avo-ojiin tai erilliseen hulevesiviemäriin. /2, s.145./

### 4.3 Vuotovesistä aiheutuvat haitat

#### 4.3.1 Ympäristöhaitat

Vuotovesien pääsyllä viemäriin on vaikutusta myös ympäristöön. Jäteveden puhdistamon ylikuormituessa sen puhdistusteho laskee ja puhdistamalla joudutaan tekemään ohijuoksutuksia. Ohijuoksutuksella tarkoitetaan sitä, että osa puhdistamattomasta jätevedestä päästetään suoraan vesistöön. Purkuvesistöjen rehevöitymistä ja muita hygieenisiä haittoja pyritään vähentämään tarkemmilla puhdistusvaatimuksilla. Puhdistusvaatimukset toteutuvat vain jätevedenpuhdistamon moitteettomalla toiminnalla. Erillisviemäröidyillä alueilla rankkasateet voivat aiheuttaa patoutumisia ja tulvimisia, ja niistä voi seurata hygieenisiä vahinkoja /2, s.49,144,145./



**KUVA 8. Ylivuoto Kuopion Savilahdella /10/**

Pohjavesitason alapuolella sijaitseva vuotava putkilinja voi aiheuttaa pohjaveden pinnan laskemisen, jopa pitkässäkin matkassa vuotokohdasta katsottuna. Tästä seurauksena voi tapahtua maanpinnan painautumista. Vuotokohdasta voi myös vuotaa jätevettä ulos viemäristä, ja tämä voi aiheuttaa pohjaveden pilaantumisen. /2, s.144; 7, s.5./

### 4.3.2 Muut haitat

Pohjavesien tai varsinkin rankkasateista tai sulamisvesistä johtuvien hulevesien pääsy jätevesiviemäriin nostaa merkittävästä jätevesiviemärin vesimäärää ja täten ylikuormittaa jätevedenpuhdistamoja. Jäteveden laatua muuttavat viileät sade- kuivatus ja sulamisvedet vaikeuttavat biologista jätevedenpuhdistusta ja samalla puhdistustulos heikkenee. /9, s.14./

Tietyille jätevesimäärille mitoitettavat jätevesiviemärit, jätevedenpumppaamot ja -puhdistamot mitoitetaan myös viemäröintimenetelmästä riippuen 1 - 3 vuoden välein toistuville rankkasateille. Erillisviemäröinnissä ei sade- ja kuivatusvesiä oteta mitoituksessa huomioon, vaan erillisviemäröintiin on laskettu mukaan vain jäte- ja vuoto-vedet. Huomiota pitää kiinnittää myös siihen, että alueen käyttäjämäärä, viemäröinti-tapa ja viemäreiden kunto vaikuttavat jätevesivirtaamien vaihteluun. Erillisviemäröidyillä alueilla rankkasateiden aiheuttamat tulvat voivat aiheuttaa myös taloudellisia vahinkoja. /2, s.49,142,144,145,162./ Viemäritulvat voivat aiheuttaa esimerkiksi kosteusvaurioita rakennusten kellaritiloissa, kun jätevesi pääsee nousemaan lattiapinnalle.

Ilmastonmuutos vaikuttaa myös osaltaan tulevaisuudessa. Ilmastonmuutos lisää rankkasateiden määrää ja muuttaa sateita rankemmiksi, täten rankkasateet tulevat kuormittamaan jätevesiviemäreitä ja jätevedenpuhdistamoja entistä enemmän. /9, s.15./

Jätevesien puhdistusvaatimukset nousevat jatkuvasta ja siirryttäessä keskuspuhdistamoihin on tärkeää pystyä pienentämään jätevesimääriä. Keskuspuhdistamoille tulevat suuret jätevesimäärät vaikeuttavat puhdistusta ja siksi jätevedenlaatu ja -määrä tulisi pitää tasaisena ympäri vuorokauden. Jätevedenlaadun ja -määrän pysyessä tasaisena pystyttäisiin pysymään jäteveden laatuvaatimuksille asetetuissa rajoissa. /2, s.49,142,144,162./

Jätevesimäärien pysyessä alhaisina pysyvät myös jätevedenpuhdistuskustannukset alhaisina. Kaikesta jätevedenpuhdistamolle menevästä vedestä tulee lasku kunnalle, olipa vesi sitten puhdasta tai ei. Sadevedet ja rakennusten kuivatusvedet ovat periaatteessa puhtaita vesiä, eikä niitä siksi olisi välttämätöntä ja järkevää puhdistaa. Puhdistus kustannusten noustessa myös kuntalaisten jätevesimaksut nousevat. /2, s.144./

Jätevesivirtaamien pienentyessä myös puhdistamot ja niiden tarvitsemat laitteet pienenevät ja kustannukset laskevat /9, s.15/.

## **5 VUOTOVESIEN VÄHENTÄMINEN JA ENERGIASÄÄSTÖ**

### **5.1 Jätevedenpumppaamot ja -puhdistamot**

Pumppaamoita suunniteltaessa tulisi ottaa huomioon se, että pumppaamoille ei saa johtaa muita jätevesiä kuin ne, joita ei voida alueelta johtaa pois viettoviemäreillä. Pääosa pumppaamon käyttökustannuksista on muuttuvia kustannuksia, jotka riippuvat pumpattavan viemäriveden määrästä. Energian kulutuksesta ja kunnossapidosta aiheutuvat kustannukset ovat näitä muuttuvia kustannuksia. Pumpattavien vesimäärien ollessa suuria, käyttökustannusten osuus kokonaiskustannuksista on merkittävä ja silloin on kiinnitettävä erityisesti huomiota muuttuviin kustannuksiin. /11, s.13,16./

Pumppaamoiden määrää pitäisi siis rajoittaa mahdollisimman vähäiseksi, ja kaikki jätevedet tulisi johtaa viettoviemäreissä, jos se vain on alueella mahdollista. Viettoviemärin rakentaminen voi monessa paikassa tulla kalliimmaksi esimerkiksi maasto-olosuhteiden takia kuin paineviemärin ja pumppaamon rakentaminen. Viettoviemäri on kuitenkin toimintavarmempi kuin paineviemäri, eivätkä pienet vuodot ole viettoviemärissä ympäristön kannalta niin merkittäviä kuin paineviemärissä.

Pumppaamoiden huollon ja kunnossapidon tulisi myös olla mahdollisimman helppoa. Siksi kulkureitit pumppaamoille ja muutenkin pumppaamon sijoittaminen tuli olla tarkkaan mietitty. Jos pumppaamossa sattuu käyttöhäiriö tai tukos, on pumppaamolle päästävä helposti ja nopeasti. Myös pumppaamon sisällä on oltava hyvät huoltotilat, jotta rikkoutuneita tai tukkeutuneita pumppuja, takaiskuventtiileitä ym. päästäisiin huoltamaan mahdollisimman helposti.

Pumppaamon ulkokuoren tai kannen vuotaessa tai pumppaamoon ajettaessa jätevetä sekaviemäristä tai jos pumppaamolle tulevan jätevesiviemärin vuotovesimäärät ovat suuria, pumppaamon käsittelemä veden määrä moninkertaistuu ja pumppujen energiankulutus kasvaa. Energian kulutuksen kasvaessa myös käyttökustannukset nousevat. Hulevesien mukana pumppaamoon kulkeutuu myös puiden lehtiä ja muuta sinne kuu-

lumatonta materiaalia. Lehdet, oksat, hiekka ja muu vastaava materiaali saattaa vahingoittaa tai tukkia pumput tai aiheuttaa jonkun muun häiriötilan pumppaamalla, jolloin pumppaamon toiminta pysähtyy ja se alkaa täyttyä jätevedestä. Pumppaamon täytyttyä tarpeeksi se alkaa laskea jätevettä ympäristöön ylivuotona.

Jätevedenpuhdistamoilla ongelmakohdat ovat melko samanlaisia kuin jätevedenpumppaamoilla. Suuret virtaamat vuotovesien tai hulevesien takia voivat ylikuormittaa puhdistamoita, jolloin puhdistamolta kulkeutuu puhdistamatonta tai vain osittain puhdistettua jätevettä ympäristöön. Myös tukkeutumiset ja puhdistamon laiteviat voivat aiheuttaa puhdistusprosessin ohituksen.

Yksi puhdistamoilla energiaa säästävä keino olisi ABB:n Energy Manager -järjestelmän (EM) käyttöön ottaminen. ABB kertoo nettisivuillaan, kuinka Helsingin seudun ympäristöpalvelut HSY on ottanut käyttöönsä kyseisen järjestelmän Viikinmäen jätepuhdistamolla. Järjestelmän avulla on mahdollista saavuttaa säästöä jätevedenpuhdistuksen energiankulutuksessa, kun energianhallintajärjestelmä toimii osana energiatehokkuusohjelmaa. EM-järjestelmä on yleiskäyttöinen, ja se helposti määritettävissä kunkin asiakkaan tarpeita varten. Viikinmäessä järjestelmään käytetään poistovesipumppaamossa ja sen energiankulutusta tarkkaillaan ja tuloksia analysoidaan kehittämiskohteita etsien. EM-järjestelmällä on saavutettavissa jopa 15 – 25 % säästöt energiankulutuksessa, kun järjestelmää käytetään energiatehokkuusohjelmien osana. Jätevedenpuhdistamoissa käyttövarmuus on ykkösasia, eikä siitä ole varaa tinkiä. Tiettyissä rajoissa on kuitenkin mahdollista tehostaa energiankulutusta, esimerkiksi ajotapoja optimoimalla. Ajotapoja optimoimalla puhdistamoissa pystyttäisiin sopeutumaan paremmin vuotovesistä johtuviin vaihteleviin jäteveden virtaamiin. /12./

Viikinmäen jätevesiosastolla on ollut vuosien varrella useita energian säästöprojekteja. Aikaisempien projektien pohjalta pumppaamalla onkin muutettu pumppujen tyyppiä ja hankittu uusia laitteita, joiden energian kulutus on ollut entisiä laitteita vähäisempää. /12./ EM-järjestelmällä pystyttäisiin selvittämään puhdistamon laitekannan uudistustarpeita energiaa säästävimmiten.

## 5.2 Viemäröintiverkosto

Viemäreitä rakennettaessa tulisi suosia viettoviemäreitä paineviemäreiden sijaan niiden toimintavarmuuden takia, mutta viettoviemärin rakentaminen monessa paikkaa voi tulla paineviemäriä huomattavasti kalliimmaksi.

Sellaisilla alueilla, joilla on käytössä sekaviemärijärjestelmä, paras ratkaisu energian säästämiseksi olisi rakentaa ja muuttaa viemäröintijärjestelmä erillisviemäröinniksi. Monissa paikoissa se on kuitenkin lähes mahdotonta, kustannusten noustessa liian korkeiksi. Toinen vaihtoehto olisi ohjata hulevedet pois sekaviemäristä avo-ojiin ja niiden kautta suoraan vesistöihin, jos avo-ojia pystytään tekemään ja hyödyntämään. Avo-ojien kaivaminen tulisi monessa paikkaa halvemmassi kuin viemärijärjestelmän vaihtaminen, mutta esimerkiksi kaupunkialueilla ei pystytä avo-ojia tekemään. Rankkasateiden aikaan hulevesiä pääsee paljon sekaviemärijärjestelmään. Pintavaluntavesinä kulkeutuvia hulevesiä viivytämällä pystytään ehkäisemään ylivuotoja jätevedenpumppaamoilla ja -puhdistamoilla. Joissakin tapauksissa pelkkä sadevesiviemärin saneeraus voi olla taloudellisesti kannattavampaa kuin hulevesien kitkeminen, mutta aina olisi parempi, jos hulevedet saataisiin kokonaan pois jätevedestä. /13./

Erillisviemäröintijärjestelmissä tehokkain tapa energian säästämiseksi on jätevesiverkoston saneeraus. Verkoston saneeraus tulee kuitenkin erittäin kalliiksi, vaikka verkosto saneerattaisiin pieni alue kerrallaan. Alueilla, joilla on aikaisemmin ollut sekaviemäröinti, on monesti vääränlaisia sade- ja kuivatusvesiliitännöitä. Näitä vääränlaisia kytkentöitä voi olla myös alueilla, joille on suoraan rakennettu erillisviemäröinti. Vääränlaisista kytkennöistä tulisi päästä eroon mahdollisimman hyvin. Näin estetään sade- ja kuivatusvesien pääsy jätevesiverkostoon. /13./

Varsinaisia vuotoveden lähteitä ovat pohjavesi ja maahan imeytyneet hulevedet. Vuotovesiksi lasketaan myös tarkoituksella jätevesiviemäriin ajettavat salo-ojavedet. Vuotovesiksi lasketaan myös vuotavien tai rikkinäisten tarkastuskaivojen ja kattojen syöksyrännien kautta jätevesiviemäriin kulkeutuvat hulevedet. /2, s.144./ Vuotovesiä viemäreihin pääsee rikkinäisistä viemäriputkista/viemäriosista, huokoisten tai puhki kuluneiden viemäriputkien seinämien läpi, huonosti tehdyistä/irronneista putkiliitoksista tai jo edellä mainittujen vioittuneiden tarkastuskaivojen kautta. Vuotavat viemäriput-

ket lisäävät vuotovesien määrää suuresti, ja siksi ne tulisivat korjata mahdollisimman nopeasti.

Kaksi hyvää keinoa rikkiäisten putkien ja vuotokohtien löytämiseen suurissa viemäriverkostoissa ovat viemäreiden TV-kuvaus ja viemäreiden savukoe. TV-kuvaus on käytetyin keino viemäriverkoston kunnan selvittämisessä. TV-kuvauksella tarkoitetaan viemäreiden sisäpuolista kuvaamista. TV-kuvauksella saadaan tietoa viemärien vuotokohtien lisäksi myös mm. mahdollisista viemäritukoksista. /14, s.21./

Alla olevassa kuvassa on ajettava viemärikamera, jota voidaan ohjata maan päältä. Ajettavan viemärikameran yksi tärkeimpiä ominaisuuksia on sen toimintasäde. Ajettavalla kameralla pystytään tutkimaan laajempia alueita nopeammin kuin kaapelikameroilla. Ajettavan viemärikameran huonoihin puoliin voi laskea sen koon, mikä on kaapelikameraa huomattavasti suurempi



**KUVA 9. Viemärikamera /14, s.22/**

Jo pelkällä silmämääräisellä tarkastelulla voi huomata joitain vikoja verkostossa, mutta silti viemäreidenkuvaus kannattaa /14, s.24/.

Savukokeessa viemäriverkostoon puhalletaan savua tarkastuskaivon kautta. Savukokeen avulla nähdään verkoston vuotokohdat tarkasti, kun savu nousee maanpinnalle suoraan vuotokohdan yläpuolelta. /14, s.24./

Kaikkien vuotokohtien korjaaminen uusilla putkilla ja osilla vaatisi järjettömän suuren työmäärän ja sitä kautta työn kustannukset nousisivat liian korkeiksi. Suurimmat vuo-



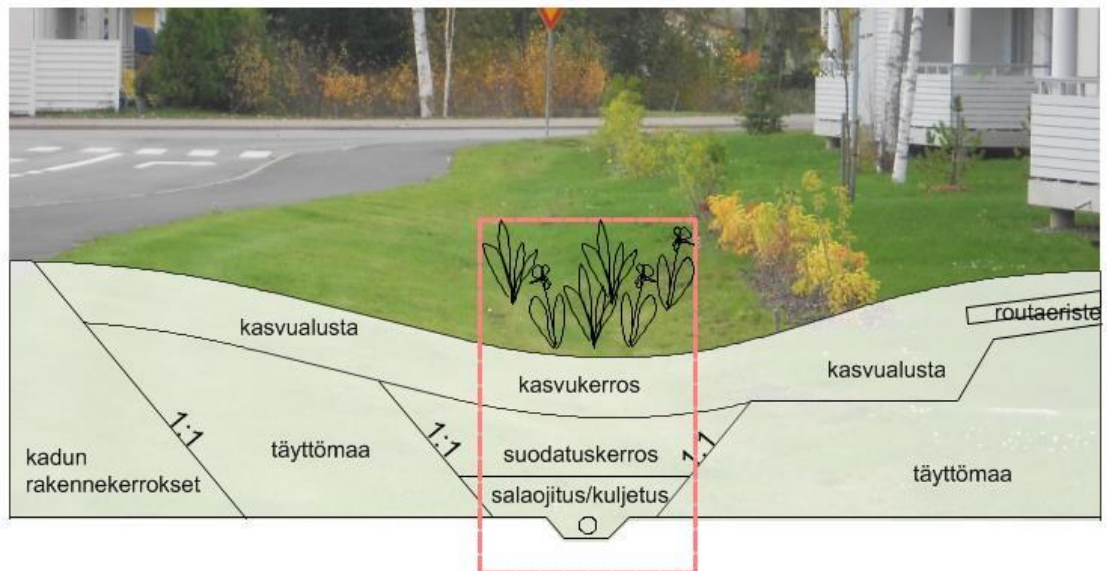
tokohdat tai useat peräkkäiset vuotokohdat kannattaisi korjata kokonaan uudet viemärit vaihtamalla. Joissakin paikoissa kannattaa hyödyntää viemäreiden sukitusmenetelmää, jos se vaan on mahdollista, esimerkiksi tonttviemäreissä. Sukituksessa viemäriin sisäpuolelle asennetaan uusi pinta, eikä sukitus vaadi viemäreiden esiin kaivamista.

Kymen Vesi Oy:n tekemässä diplomityössä tarkasteltiin Kouvolan Myllykoskella pientalo aluetta. Alueella on käytössä vain osittainen sekaviemärointi, viemäriin johdetaan jätevedenlisäksi vain salaojavedet. Tutkimuksissa selvisi, että suurin osa viemäriverkoston vuotovesistä on peräisin kiinteistöiltä, runkoviemäriin sijaan. /15./ Sukituksesta olisi paljonkin hyötyä tällaisissa tapauksissa.

Vioittuneiden viemärikaivojen ja varsinkin niiden kansien kautta pääsee jätevesiverkostoon suuria määriä hulevettä rankkasateiden ja lumen sulamisen aikoihin. Kannot vuotavat helposti, ja niiden kautta vuodon määräksi on laskettu jopa 150 – 430 l/päivässä (1,7 – 5,0 l/s) aukkojen koosta ja lukumäärästä riippuen. /2, s.145./ Kaivojen kansia ei myöskään ole tiivistetty mitenkään, joten kokonaisuudessaan vuotovesien ehkäisemisen kannalta halvimmaksi ja helpoimmaksi keinoksi tulisi kaivojen ja kaivonkansien välin tiivistäminen. Tällöin hulevesien kulkeutuminen jätevesijärjestelmään hankaloituisi. Kolhiintuneet ja rikkinäiset kaivojen kannot tulisi myös vaihtaa uusiin mahdollisimman nopeasti vuotovesien vähentämiseksi. Monesti varsinkin ajoiteilla pienet kivet päätyvät kaivon ja kaivonkannen väliin, jolloin kaivonkansi nousee hieman ja hulevesille syntyy suora kulkuyhteys jätevesiverkostoon. Samalla kaivonkannen kolhiintumisriski nousee, joten kaivon ja kaivonkansien välit tulisi puhdistaa tietyin väliajoin.

### **5.3 Hulevedet**

Luonnonmukainen hulevesien hallinta on nousemassa tämän hetken trendiksi. Luonnonmukaisella hulevesien hallinnalla pyritään säilyttämään rakennetulla alueella syntyvän huleveden laatu ja määrä niin lähellä rakentamista edeltänyttä tilannetta kuin mahdollista. Hulevesiä on tarkoitus hidastaa, imeyttää ja viivyttää hajautetusti niiden kerääntymispaikalla. Suosittuja pienen mittakaavan menetelmiä ovat sadepuutarhat, imeytyspainanteet ja -ojat, viherkatot sekä erilaiset vettä läpäisevät päällysteet. Luonnonmukaisia hulevesien hallintamenetelmiä käytetään usein hulevesiviemäroinnin rinnalla. Jos hulevesiviemäriä ei ole, tulvimisreitit on otettava huomioon. /16./



**KUVA 10. Periaatekuva sadeputarhasta /16/**

Sadeputarhan toiminta perustuu kasvien kykyyn pidättää ja haihduttaa vettä. Samalla kasvit muokkaavat maata huokoisemmaksi, jolloin maa imee paremmin vettä.

Alla olevassa kuvassa näkyy kerrostalon katolle rakennettu viherkatto, jonka avulla vähennetään hulevesien määrää.



**KUVA 11. Chicagon kaupungintalon viherkatto /17/**

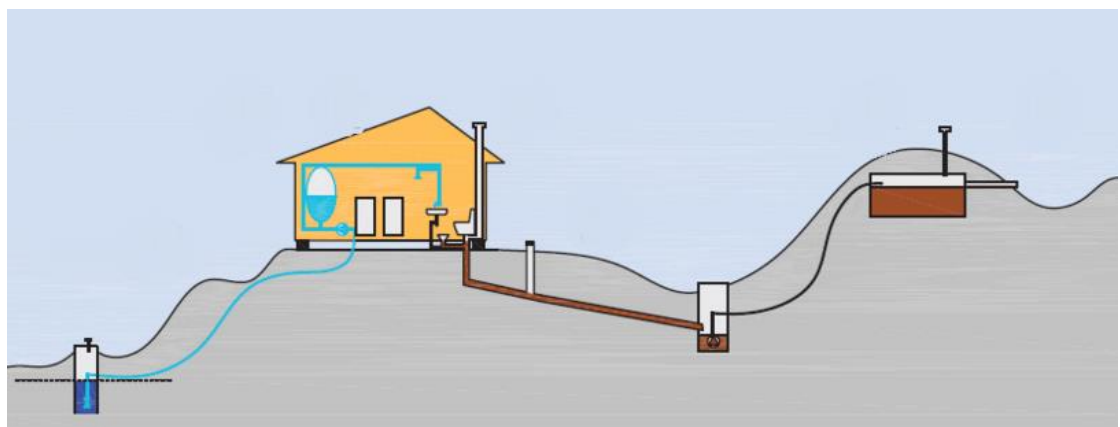
Luonnonmukaisia hulevesien hallintamenetelmiä ja erillistä hulevesiviemäriä käytettäessä pystytään estämään paljon vuotovesien syntymistä. Työmäärältään ja kustannushinnoiltaan monesti luonnonmukaiset järjestelmät ovat kannattavia.

Suuri osa hulevesistä kulkeutuu jätevesijärjestelmään sekaviemärijärjestelmien kautta ja väärin sekä laittomasti liitetyistä kiinteistöjen sade- ja kuivatusvesijärjestelmistä. Laittomasti liitetyistä sade- ja kuivatusvesijärjestelmistä tulisikin päästä eroon, mutta monissa paikoissa se voi tulla kohtuuttoman kalliiksi, jos alueilla ei esimerkiksi ole erillistä hulevesijärjestelmää.

## 6 JÄTEVEDENPUMPPAAMOT JA – PUHDISTAMOT

### 6.1 Pumppaamot

Viemäriverkoissa ja viemärijärjestelmissä jätevedenpumpkauksella on kaksi perustettavaa. Niistä ensimmäinen on viemäriveden nostaminen maan sisällä syvällä sijaitsevasta viettoviemäristä toiseen korkeammalla sijaitsevaan viettoviemäriin, mikä on jatkoa edelliselle viemäriosuudelle tai viemäriveden nostaminen jäteveden puhdistamolle. Toisena tehtävänä jätevedenpumpulla voi olla viemäriveden siirtäminen ns. paineviemäriin toiseen paikkaan, puhdistamolle tai purkuvesistöön, jos viettoviemärointiä ei pystytä toteuttamaan kyseisellä alueella tai sen rakentaminen tulisi liian kalliiksi. /11, s.9./



**KUVA 12. Periaatekuva jäteveden pumppaamosta /18/**

Yläpuolella olevasta periaatekuvasta käy ilmi, kuinka jätevedenpumppaamolta lähtevää paineviemäriä käytetään hyödyksi sellaisissa paikoissa, joissa viettoviemärin rakentaminen ei onnistu.

Pumppaamoita suunniteltaessa on kiinnitettävä huomiota moniin asioihin. Pumppaamoille ei johdeta muita vesiä kuin ne, joita ei voida alueelta johtaa pois viettoviemäreissä. Pumppaamon paikka tulisi valita siten, että sen käytöstä ympäristölle aiheutuu mahdollisimman vähän melu-, haju- yms. haittoja. Jos pumppaamoon tulee käyttöhaiiriö, on sen ohitus- ja ylivuotomahdollisuus vesistöön hoidettu esteettisiä haittoja aiheuttamatta. Myös pumppaamon rakennekorkeus (maan alla) tulisi olla mahdollisimman pieni. Pumppaamolle tulee myös järjestää hyvät kulkuyhteydet kunnossapitoa ja huoltoa varten. /11, s. 13./

Pumppaamoja mitoitettaessa mitoituksen pääperusteina ovat jätevedentulovirtaama ja nostokorkeus /18, s.13/. Täten pumppaamon ja sen laitteiston kokoon vaikuttaa suuresti, jos viemärivedessä on paljon vuotovesiä, hulevesiä tai muita sinne kuulumattomia vesiä.

Jos pumppaamolle tulevaa jätevesimäärää ei tiedetä, on se silloin arvioitava. Arvioinnissa on otettava huomioon se, rakennetaanko pumppaamo vanhan vai uuden viemäristön yhteyteen, onko viemäröintijärjestelmä erillis- vai sekajärjestelmä sekä onko lähitulevaisuudessa tarkoitus muuttaa alueen sekaviemärijärjestelmä erillisviemäröintijärjestelmään. Jätevedenmäärän arviointiin vaikuttaa myös se, onko pumppaamon palveleva viemäröintialue jo valmis vai onko alueelle tulossa lisää asutusta tai muuta vastaavaa viemärivedenmäärää nostavaa toimintaa. Tulovirtaaman suuruus pystytään arvioimaan asukasmäärän ja veden ominaiskulutuksen perusteella. /11, s. 14./

Betonisen pumppaamon käyttöikäksi lasketaan n. 30 vuotta, kun taas pumppujen käyttöikä vaihtelee 10 – 15 vuoden välillä. Siksi tulovirtaama pumppaamon rakenteiden, paineputkiston ja pumppujen osalta saattaa olla mitoituksessa erilainen. Pumppaamon kestäessä 30 vuotta, on sen mitoituksessa otettu huomioon se, kuinka paljon tulovirtaama kasvaa 30 vuoden aikana. Pumppujen kestäessä vain n. 15 vuotta, on niiden mitoituksessa otettu huomioon tulovirtaaman kasvu 15 vuoden aikana. Yleensä pumppaamot mitoitetaan suurimman tulovirtaaman mukaan, mutta pumppaamoon varataan tilaa lisää pumppuja varten pumppaamon toiminta-aikana tapahtuvan virtaaman kasvun

varalle. Usein kuitenkin riittää vanhojen pumppujen vaihto suurempiin pumppuihin virtaaman kasvaessa. Suurin tulovirtaama määritetään vedenkulutusennusteiden ja vuoto- sekä hulevesien määräärvion perusteella. /11, s.14./

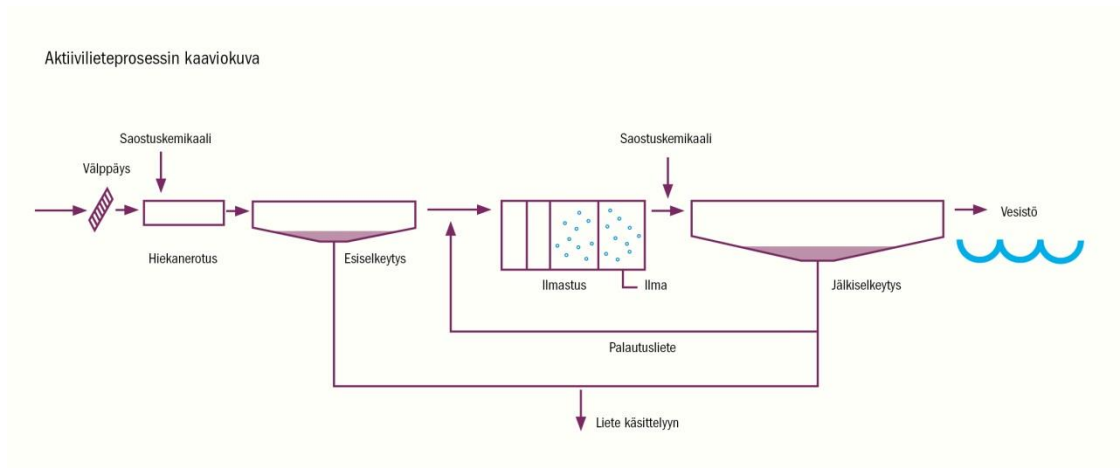


**KUVA 13. Pumppaamon sisätilat /19/**

Yllä olevassa kuvassa näkyy Lammaisissa sijaitseva Harjavallan jätevedenpumppaamo. Kuvasta käy ilmi myös hyvin järjestetyt pumppujen ja muiden laitteiden huoltotilat.

## **6.2 Puhdistamot**

Suomessa on tällä hetkellä noin 500 yhdyskuntien jätevedenpuhdistamoja, ja niistä noin 90 palvelee yli 10 000 asukasta. Jätevedenpuhdistamo on tehdas, joka poistaa erilaiset jäteainekset jätevedestä eri prosessivaiheissa. Suurella osalla Suomessa olevista puhdistamoista on käytössään mekaanis-biologis-kemiallinen prosessi. /20./



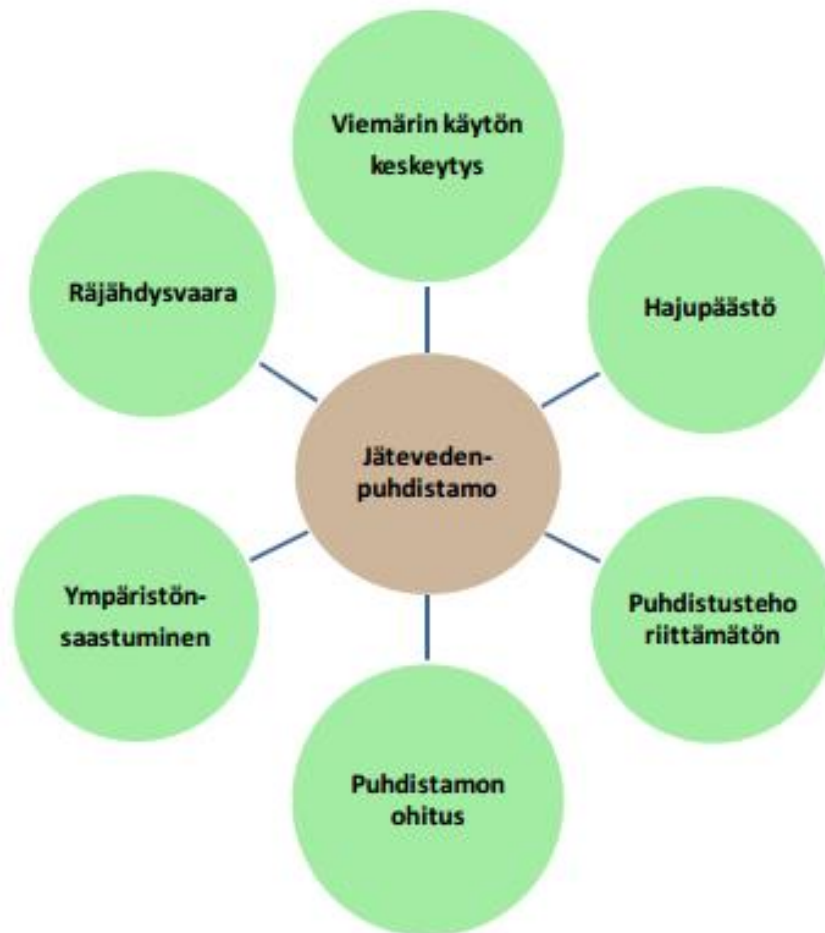
**KUVA 14. Jäteveden mekaanis-biologis-kemiallinen puhdistusprosessi /20/**

Yläpuolella olevassa kuvassa on esitetty jäteveden kulkeutumisreitti mekaanis-biologis-kemiallisen puhdistusprosessin läpi. Alussa jätevesi kulkeutuu välppäyksen kautta hiekkanerottimeen. Hiekkanerottimesta jätevesi kulkeutuu esiselkeytyksen kautta ilmastukseen ja sieltä jälkiselkeyttimeen.

Prosessilla tarkoitetaan sitä, että kiinteät aineet erotellaan mekaanisesti jätevedestä, fosfori saostetaan kemiallisesti ja orgaaninen aines sekä typpi poistetaan biologisesti. Biologisessa puhdistusvaiheessa vedessä oleva bakteerimassa käyttää jätevedessä olevaa lika-ainesta ravintonaan ja prosessin lopussa bakteerimassa eli liete erotetaan puhtaasta vedestä painovoiman avulla jälkiselkeyttimessä. Jälkiselkeyttimestä puhdistettu vesi johdetaan vesistöön purkuputkea pitkin. /20./

Mekaanisessa puhdistuksessa jätevedestä poistetaan kaikki kiinteä materiaali, kuten hiekka, sora, rasva ja muu sekajäte. Ihmisten syömästä ruuasta ja pesuaineista jäteveeteen pääsee paljon fosforia. Kemiallisessa puhdistuksessa jäteveeteen lisätään rautasuola, joka saostaa fosforin biofosforiksi ja biofosfori valuu saostusaltaan pohjalle osaksi lietettä. Biologisessa puhdistuksessa hyödynnetään jätevedessä olevia bakteereja, veteen johdetaan ilmaa ja bakteerit alkavat kasvaa ja lisääntyä. Bakteerien lisääntyessä muodostuu aktiivilietettä ja bakteerit alkavat kuluttamaan jätevedessä olevia eloperäisiä aineita ja ilmaan vapautuu typpikaasua. Jälkiselkeytyksessä liete vajoaa jälkiselkeyttimen pohjalle ja puhdas vesi jää altaan yläosaan. Jätevedestä erotetusta lietteestä tehdään mädätyksen jälkeen biokaasua ja multaa, joita voidaan käyttää muissa tarkoituksissa, kuten biokaasua energianlähteenä ja multaa lannoitteena. /21./

Jätevedenpuhdistuksesta aiheutuvia riskejä ovat jäteveden puhdistusprosessin tehokkuuden laskeminen ja sitä kautta aiheutuvat jätevesi päästöt ympäristöön. Ympäristöriskit kohdistuvat lähinnä purkuvesistöihin, joihin jätevettä joudutaan ohittamaan käsittelemättömänä tai osittain käsiteltynä. Jätevedenpuhdistamon toimintahäiriöstä voi myös aiheutua haittaa viemärin käyttäjille tai lähi alueella sijaitseville kiinteistöille. /4, s.46/. Seuraavassa kuvassa on esitetty jäteveden puhdistuksen riskit.



**KUVA 15. Jäteveden puhdistuksen riskit /5, s.47/**

Puhdistamolle tulevan jäteveden laatu tai määrä tai tekninen vika puhdistamon laitteistossa voi aiheuttaa toimintahäiriön jätevedenpuhdistamolla. Puhdistamon häiriöherkkyyteen vaikuttaa puhdistamon käyttämä puhdistustekniikka ja puhdistamon tekninen kunto. /5, s.47./

Jos viemäriverkostossa on riskitekijöitä, voi niiden vaikutus kertautua puhdistamon häiriönä /5, s.47/. Seuraavassa kuvassa on esitetty jätevedenpuhdistamon toiminnan yleisimmät häiriötekijät.



**KUVA 16. Jätevedenpuhdistamon toiminnan riskitekijät /5, s.48/**

Yksittäisissä puhdistuksen prosesseissa voi aiheutua prosessihäiriöitä suuren virtaaman, kylmien sulamisvesien tai biologisen prosessin häiriintymisen jäteveden sisältämien myrkyllisten aineiden takia. Suuret vuotovesimäärät voivat aiheuttaa ohituksia pelkästään prosessiyksiköissä tai koko puhdistamossa, jolloin jätevesi kulkeutuu puhdistamattomana ympäristöön. Sähkökatko tai sähkökeskuslaitteen vika pysäyttävät myös puhdistuksen ja tällöin puhdistamo toimii läpivirtausaltaana jätevedelle. /5, s.48./

## **7 JÄTEVEDENPUMPPAAMON PUMPPUJEN UUSIMINEN, MIKKELI**

### **7.1 Mikkelin alue**

Mikkelin kaupungin alueeseen kuuluu Mikkelin lisäksi Anttola, Otava, Haukivuori, Ristiina ja Suomenniemi. Anttolassa, Otavassa, Haukivuorella ja Suomenniemellä on omat jätevedenpuhdistamot. Otavasta tulevat jätevedet ohjataan nykyään Mikkelin



Kenkäveronniemen jätevedenpuhdistamolle. Kuomiokoskella on myös oma jätevedenpuhdistamo. Vesiosuuskuntien jätevedet käsitellään myös Mikkelin Vesilaitoksen jätevedenpuhdistamoilla. /22./

**TAULUKKO 2. Mikkelin alueen talousveden kulutus ja jäteveden tuotto vuonna 2012 /22/**

Mikkelin kau- punkki	Vesimäärä		Laskutettu vesimäärä		Laskuttamaton vesimäärä	
	Vuonna 2012 m <sup>3</sup> /a	m <sup>3</sup> /d	m <sup>3</sup> /a	m <sup>3</sup> /d	m <sup>3</sup> /a	%
Vedenkulutus yhteensä	3 302 400	9 000	2 835 600	7 800	466 800	14%
Jätevedet yhteensä	5 564 600	15 200	2 783 900	7 600	2 780 700	50%

Taulukossa esitetyt vesimäärät sisältävät vesiosuuskuntien vesimäärät. Kuten taulukosta käy ilmi, laskuttamattomia jätevesiä kertyy vuodessa noin puolet. Myös kokonaisvedenkulutuksen ollessa vain noin 59 % jätevedenmäärästä voi päätellä vuotovesienmäärän olevan suuri.

Mikkelin Kenkäveronniemen jätevedenpuhdistamolle jätevedet tulevat kolmea päälinjaa pitkin. Kaksi linjoista on viettoviemärilinjoja ja yksi on Tuppuralasta tuleva paineviemäri. Tuppuralassa sijaitseva pumppaamo on ainut pumppaamo, jossa on jätevedenvirtaaman mittaus. Mikkelin alueella on kokonaisuudessaan 128 pumppaamoja, jotka toimivat kaukovalvonnalla. /22./

**TAULUKKO 3. Viemäriverkoston pituusputkimateriaaleittain vuonna 2012 /22/**

Mikkelin kaupunki	Ko- konais- pituus km	Materiaali			
		Viemäriverkostot	Vuonna 2012	muovi	teräs / valurauta
Mikkelin vesilaitos	491	309	-	182	-
Ristiina	36	-	-	-	36
Suomenniemi	17	-	-	-	17
Kaikki vesiosuuskunnat	253	253	-	-	-
<b>Viemäriverkostot</b>	<b>797</b>	<b>562</b>	<b>0</b>	<b>182</b>	<b>53</b>
<b>Osuudet %</b>		<b>70,5</b>	<b>0,0</b>	<b>22,8</b>	<b>6,7</b>

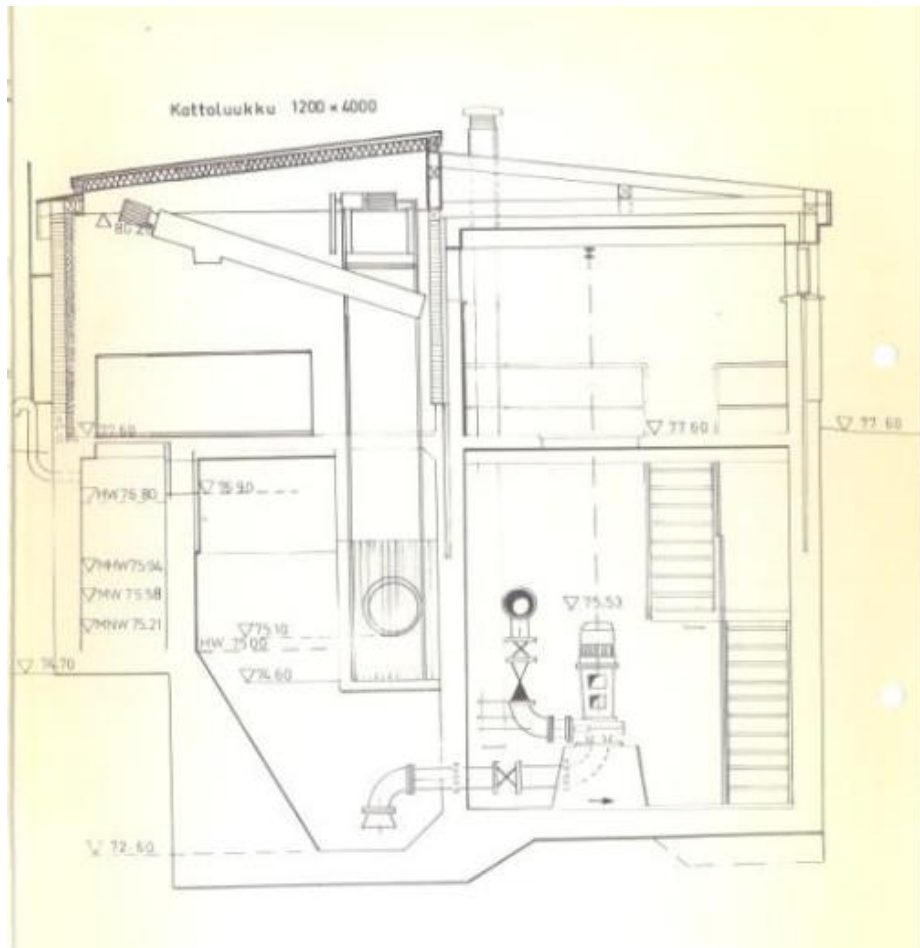
Yllä olevasta taulukosta käy ilmi, että suurin osa Mikkelin alueen viemäreistä on jo muoviviemäreitä, ja siihen pyritäänkin, että kaikki viemärit saataisiin muovisiksi /22/.

Mikkelin kantakaupungin alueella suurin osa sekaviemäreistä on jo muutettu erillisviiemäreiksi. Jäljellä olevista sekaviiemäreistä ei tarkkaa tietoa ole, mutta ainakin Emolassa ja Lehmuskylässä on yhteensä 630 metriä sekaviiemäriä. Lähemäen alueella on monta katua, joilla ei ole erillistä hulevesiverkostoa. Se mahdollistaa sen, että joidenkin kiinteistöjen hulevedet sillä alueella on liitetty jätevesiverkoston. /22./

## 7.2 Tuppuralan jätevedenpumppaamo

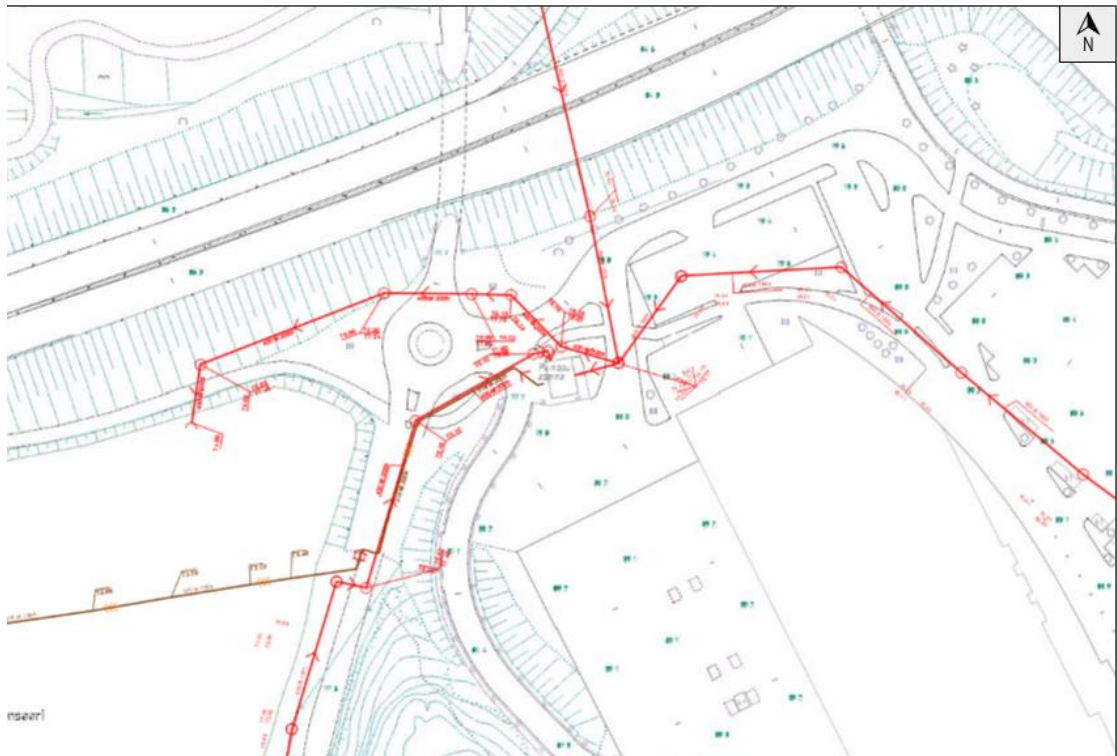
Tuppuralan jätevedenpumppaamo on Mikkelin pääpumppaamoita, ja se sijaitsee Graanin ostoskeskuksen takana Ankkurikadulla. Noin 30 % Kenkäveronniemen jätevedenpuhdistamolle tulevasta jätevedestä kulkee Tuppuralan pumppaamon kautta.

Tuppuralan pumppaamo on rakennettu vuonna 1964 ja saneerattu vuonna 1995. Pumppaamon sisäinen putkisto on kooltaan DN 150 ja pumppaamolta lähtevän paineviemärin sisähalkaisija on 277,6 mm. /22./



**KUVA 17. Tuppuralan jätevedenpumppaamo /22/**

Rankkasateiden aikaan pumppaamolla on ollut vaikeuksia toimittaa kaikki jätevesi puhdistamolle, mutta ainakin vielä veden toimittaminen on onnistunut, mutta pumppaamon kaikki 3 pumppua ovat joutuneet olemaan yhtä aikaa päällä. /22./



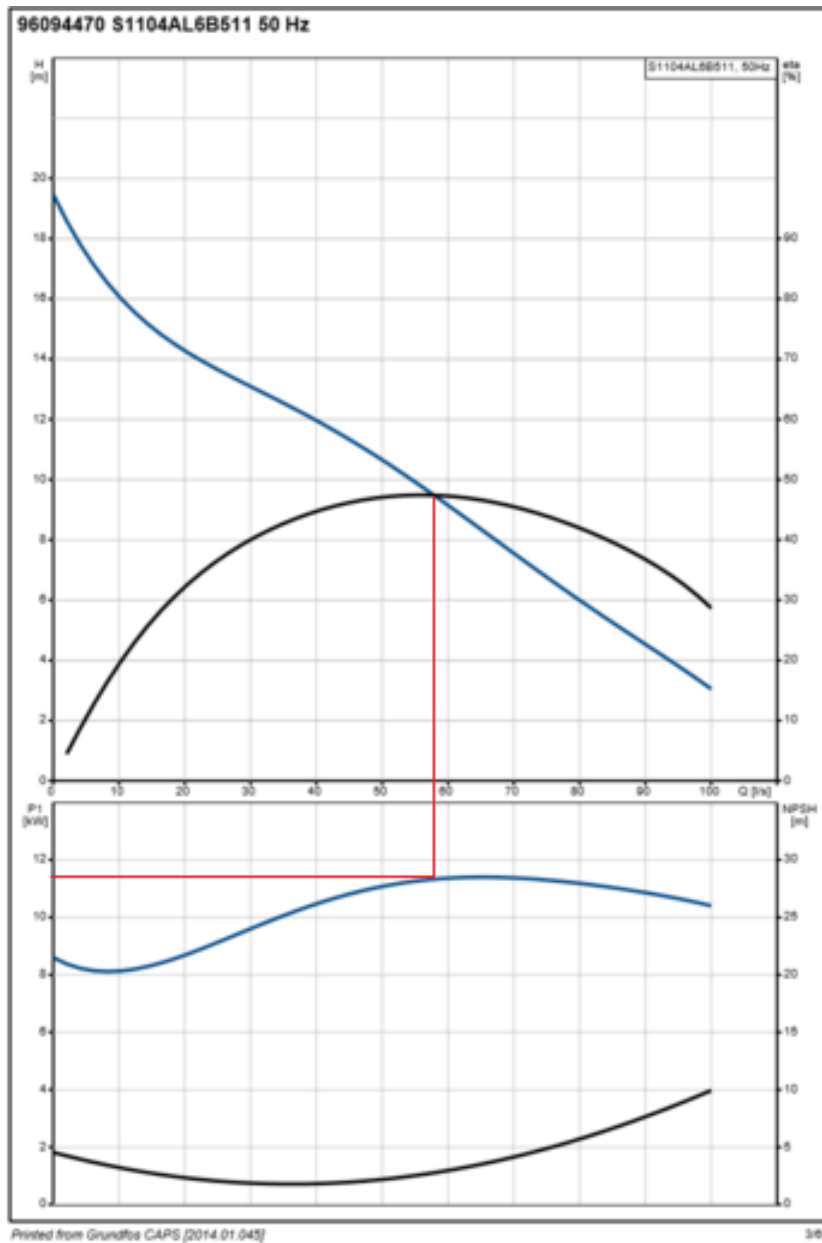
**KUVA 18. Tuppuralan jätevedenpumppaamoon tulevat viemäriinjat /22/**

Tuppuralan pumppaamon nykyiset pumput ovat Grundfosin S1-sarjan pumppuja, ja tarkoituksena olisi vaihtaa pumput energiatehokkaampiin pumppuihin /22/.

**TAULUKKO 4. S1-sarjan pumput /22/**

<b>Valmistaja</b>	Oy Grundfos Pumput Ab	<b>Käyttö jännite</b>	400 V (kolmio) / 690 V (tähti)
<b>Nimi</b>	Grundfos S1 104 AL6 B511	<b>Nimellisvirta</b>	22,2 A (kolmio) / 12,9 A (tähti)
<b>Pumpun tyyppi</b>	S1 104 AL6 B511	<b>Moottorin tyyppi</b>	50 Hz 1459 rpm
<b>Nimellistuotto</b>	Qmax = 100 l/s	<b>Teho</b>	Ottoteho = 12,5kW/ Nimellisteho = 10,5kW
<b>Nostokorkeus</b>	Hmax = 19 m	<b>Lisätiedot</b>	ASTA-S- pehmo- käynnistimet 3kpl, paino 290 kg

Vanhat pumput ovat vain 10 vuotta vanhoja, mutta hyötysuhteeltaan kaukana Grundfosin nykypäivän pumppuista /23/.



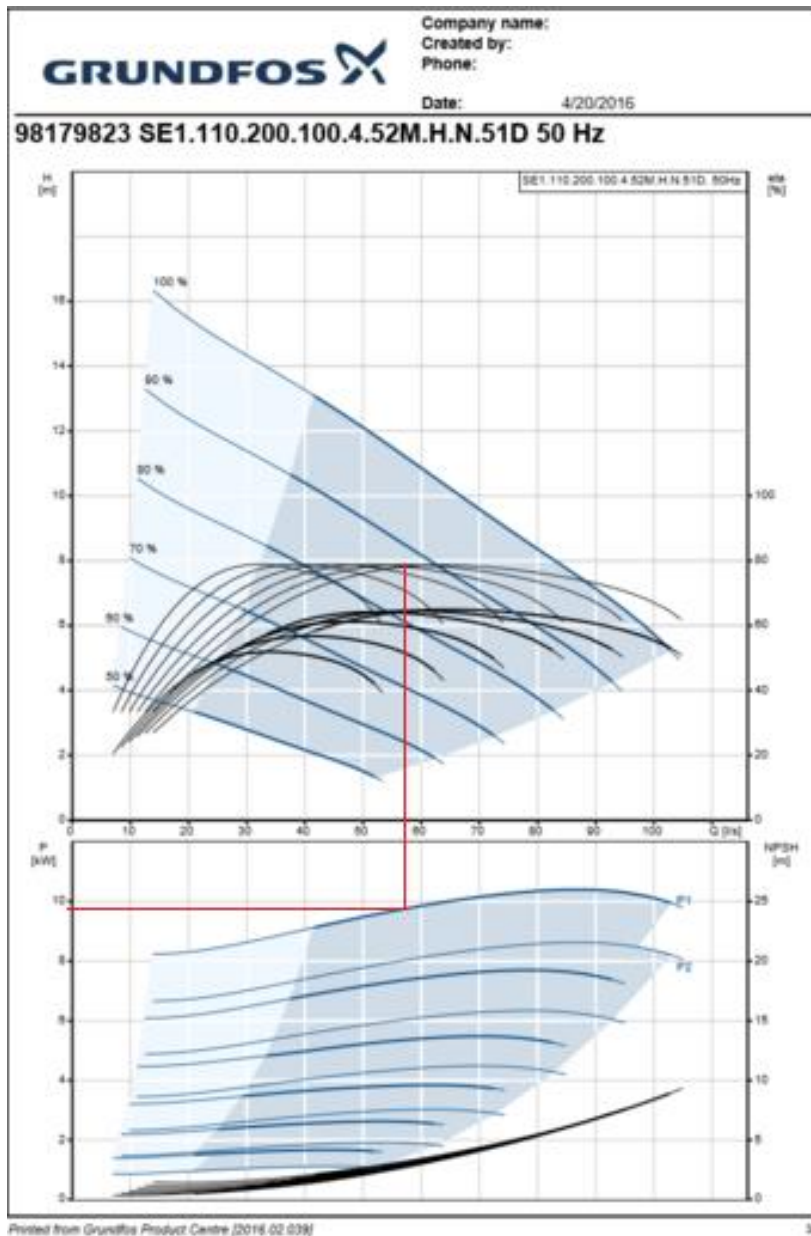
**KUVA. 19. S1-pumpun ominaiskäyrä /23/**

Kuten yllä olevasta pumpun ominaiskäyrästä käy ilmi, pumpun hyötysuhde jää n. 48 % pumpun toimintapisteessä. Ottoteho ja virtaama samassa pisteessä ovat n. 11,5 kW ja 58 l/s.

**TAULUKKO 5. SE1-sarjan pumput /23/**

Valmistaja	Oy Grundfos Pumput Ab	Käyttö jännite	400 V (kolmio) / 690 V (tähti)
Nimi	Grundfos SE1.110.200.100.4.52M.H.N.51D	Nimellisvirta	21 - 23 A (kolmio) / 13 A (tähti)
Pumpun tyyppi	SE1.110.200.100.4.52M.H.N.51D	Moottorin tyyppi	50 Hz 1482 rpm
Nimellistuotto	Q <sub>max</sub> = 103 l/s	Teho	Ottoteho = 12 kW/ Nimellisteho = 10 kW
Nostokorkeus	H <sub>max</sub> = 13 m	Lisätiedot	Paino 425 kg

Uudet pumput on varustettu hyvän hyötysuhteen tarjoavilla S-tube-juoksupyörillä, ja niiden tuottoarvot ovat suunnilleen vanhoja pumppuja vastaavia. Uusissa pumpuissa on tehokas IE3-moottori, joka jo itsessään säästää merkittävästi energiaa. Pumput on varustettu myös mukautuvalla ohjausjärjestelmällä, mikä takaa pumppujen luotettavan käytön ja alhaisen energiankulutuksen. /23./



**KUVA 20. SE1-sarjan pumpun ominaiskäyrä /23/**

Uusien pumpputen hyötysuhde on täysikuormituksella 86 %,  $\frac{3}{4}$  kuormituksella 85 % ja  $\frac{1}{2}$  kuormituksella 84 %. Pumpun toimintapisteessä hyötysuhde on n. 85 % ja ottoteho sekä virtaama 9,5 kW ja 58 l/s (208,8m<sup>3</sup>/h).

### 7.3 Tuppuralan jätevedenpumppaamon pumput

Vuonna 2015 Tuppuralan jätevedenpumppaamon kautta pumpattiin yhteensä 1 369 438 m<sup>3</sup> jätevettä eli n. 456 479,3 m<sup>3</sup> per pumpput jos lasketaan, että jokainen pumpput on pumpannut saman verran jätevettä. Tällä jätevedenmäärällä ja ESE:n sivuilta tä-

män hetkiselällä sähkön siirto- ja myyntihinnalla (n. 0.096 € / kWh) /24/ saadaan lasketua vuotuiset energiakustannukset.

Vuotuiset energiakustannukset lasketaan kaavalla 1.

$$p = \frac{V}{qv} \times P_{otto} \times p_{sähkö} \quad (1)$$

missä  $p$  = Vuotuinen energiakustannus, €/a

$V$  = Vuotuinen jätevesimäärä, m<sup>3</sup>/a

$qv$  = Tilavuusvirta, m<sup>3</sup>/h

$P_{otto}$  = Ottoteho, kW

$p_{sähkö}$  = Sähkön hinta, €/kWh

Vanhalle pumppumallille lasketut energiakustannukset:

$$456479,3 \text{ m}^3/\text{a} : 208,8 \text{ m}^3/\text{h} = 2186,2 \text{ h/a}$$

$$2186,2 \text{ h/a} * 11,5 \text{ kW} = 25141,3 \text{ kWh/a}$$

$$25141,3 \text{ kWh/a} * 0,096 \text{ €/kWh} = 2413,6 \text{ €/a}$$

Uudelle pumppumallille lasketut energiakustannukset:

$$456479,3 \text{ m}^3/\text{a} : 208,8 \text{ m}^3/\text{h} = 2186,2 \text{ h/a}$$

$$2186,2 \text{ h/a} * 9,5 \text{ kW} = 20768,9 \text{ kWh/a}$$

$$20768,9 \text{ kWh/a} * 0,096 \text{ €/kWh} = 1993,8 \text{ €/a}$$

Laskuissa on eritelty eri laskuvaiheet. Molemmille pumppumalleille on laskettu ensin käyntiajat vuodessa. Käyntiajat saatiin jakamalla vuotuinen jätevesimäärä pumppujen tuottamalla tilavuusvirralla. Sitten kerrottiin käyntiajat moottorin ottoteholla. Lopuksi kerrottiin vuotuinen ottoteho energianhinnalla ja saatiin vanhalle pumppumallille vuotuisiksi energiakustannuksiksi 2413,6 euroa vuodessa ja uudelle mallille 1993,8 euroa vuodessa. Energiakustannuslaskuissa on kustannukset laskettu yhdelle pumpulle.

Grundfosin internetsivuilta löytyvän pumpunvaihtolaskurin mukaan vanhojen pumppujen vuotuinen energiankulutus oli samaa luokkaa omien laskelmieni kanssa.



Uusien Grundfos SE1.110.200.100.4.52M.H.N.51D -pumppujen hinta on 8500 € (alv 0%) /17/. Pumppujen hankintaan olisi myös saatavana energiatukea. Motivan internet-sivuilla mainitaan, että energiansäästöä ja energiatehokkuutta edistäviin investointeihin on mahdollista saada 20 % tukea, kun yritys on liittynyt energiatehokkuussopimukseen. Investointitukea voi hakea jatkuvasti ja hakemus on toimitettava ELY-keskukselle /25./

Uusilla pumpuilla saavutettava vuotuinen energiansäästö lasketaan kaavalla 2.

$$p = p_{vanha} - p_{uusi} \quad (2)$$

missä  $p$  = Säästö vuodessa, €/a

$p_{vanha}$  = Vanhan pumppumallin energiakustannukset vuodessa, €/a

$p_{uusi}$  = Uuden pumppumallin energiakustannukset vuodessa, €/a

Uusilla pumpuilla syntyisi säästöä vuodessa 2413,6 € - 1993,8 € = 419,8 €/a per pumppu eli yhteensä 1259,4 €/a.

Uusien pumppujen hankintahinta olisi 8500 € \* 3 = 25500 €. Investointiin saatavan energiantuen jälkeen pumpuille jäisi hintaa 25500 € \* 80 % = 20400 €.

Takaisinmaksuaika lasketaan kaavalla 3.

$$T = \frac{p_{kustannus}}{p} \quad (3)$$

missä  $T$  = takaisinmaksuaika vuosina, a

$p_{kustannus}$  = pumppujen hankintahinta, €

$p$  = vuotuinen säästö, €

Takaisinmaksuaika pumpuille olisi 20400 € : 1259,4 €/a = 16,2 vuotta

Laskuissa ei otettu huomioon asennuskustannuksia, koska asennuksen voisi tehdä vesilaitos itse, ja näin asennus tulisi edullisemmaksi kuin ulkopuolisella taholla teetettynä.

## 8 JOHTOPÄÄTÖKSET

Opinnäytetyö oli minusta hyvinkin tärkeä korkeiden vuotovesimäärien takia ja siksi, että vuotovesiin ja yleisesti kunnallistekniikkaan emme ole juurikaan perehtyneet koulutuksen aikana. Opinnäytetyö ja sitä varten tekemäni kirjallisuustutkimukset nostivat tietouttani kunnallistekniikasta. Työssä oli tarkoitus löytää energiaa säästäviä keinoja vuotovesien vähentämiseksi ja mahdollisesti tulevaisuudessa hyödyntää näitä keinoja.

Vesihuoltolain sekä maankäyttö- ja rakennuslain hulevesipykälissä on hieman ristiriitaa. Vesihuoltolaissa määrätään kiinteistö liittymään vesihuoltolaitoksen hulevesiviemäriin, jos kiinteistö sijaitsee sen alueella. Maankäyttö- ja rakennuslaissa taas hulevedet pyritään hoitamaan jo niiden kerääntymispaikalla. Maankäyttö- ja rakennuslaissa on kuitenkin todettu, että jos hulevesiä ei voida hoitaa omalla kiinteistöllä tai vesihuoltolaitoksen hulevesiviemäriin ei pystytä liittymään, silloin kiinteistön on liitettävä kunnan hulevesijärjestelmään. Maankäyttö- ja rakennuslaissa annetaan siis mahdollisuuksiksi kaksi eri tapaa hulevesien käsittelyyn, joko liittymällä vesihuoltolaitoksenhulevesiviemäriin tai kiinteistöllä toteutettava hulevesien hallinta. Laki on varmasti tulkinnanvarainen, ja uskon, että kiinteistöillä toteutettava hulevesien hallinta on parempi vaihtoehto, ainakin energian säästön kannalta.

Vuotovesien vähentämiseksi on monia keinoja, mutta suurin osa keinoista koituisi kohtuuttoman kalliiksi. Jos keinot olisivat halvempia, olisi niitä jo toteutettu Suomessa. On kuitenkin muutamia pieniä keinoja vähentää vuotovesien määrää, ja ne liittyvät pääsääntöisesti hulevesien hallintaan. Siksi luonnonmukaisia hulevesien hallintamenetelmiä tulisikin suosia, erityisesti haja-asutusalueilla. Haja-asutusalueilla pystytään toteuttamaan sadepuutarhoja, imeytyspainanteita ja -ojia kaupunkialueita paremmin. Viherkattoja pystytään toteuttamaan hyvin jokaisella alueella.

Sekaviemärijärjestelmistä ja laittomasti liitetyistä sade- ja kuivatusvesijärjestelmistä olisi tärkeää päästä eroon. Pitkällä kaavalla toteutettu täydellinen erillisviemäröinti olisi tehokkain keino vuotovesien vähentämiseksi. Pitkällä kaavalla toteutuksessa kustannukset saataisiin jaettua tasaisesti pitkälle aikavälille.

Viemäriverkoston kuvauksella tai savukokeella saataisiin selville kaikki vuotokohdat jätevesiverkostossa. Jos verkostossa on kokonaan puhki kuluneita tai rikkoutuneita

putkiosuuksia, tulisi ne korjata. Kuten Kymen Vesi Oy:n tekemässä vuotovesitutkimuksessa selvisi, voi hyvinkin suurin osa vuotovesistä johtua kiinteistöjen viemäreistä, runkoviemäriin sijaan. Tällöin suurilta runkoviemäriin esiin kaivamisilta vältyttäisiin ja pelkät tonttviemärit pystyttäisiin korjaamaan esimerkiksi sukituksella.

Omasta mielestäni huomiota kannattaisi kiinnittää myös kaivojen kansiin ja niiden tuotekehitykseen. Tiivistämällä kannet hulevedet päätyisivät niille tarkoitetuille kaivoille jätevesikaivojen sijaan.

Vuotovesiä vähentämällä jätevedenpumppaamot ja -puhdistamot olisivat myös paljon toiminta varmempia ja suurista vesimääristä johtuvat ylivuodot pystyttäisiin välttämään. Puhdistamoille suosittelisin ABB:n Energy Manager -järjestelmää, vaikka se ei vuotovesiin pääsääntöisesti liitykään, mutta sillä pystyttäisiin säästämään puhdistuksen vaatimaa energiaa.

Tuppuralan jätevedenpumppaamon pumppujen uusimisen takaisinmaksuaika on melko pitkä, mutta hyvällä huollolla pumput maksavat itsensä takaisin ja toimivat vielä pitkään sen jälkeenkin. Jo olemassa olevien pumppujen energiatehokkuutta voisi myös todennäköisesti parantaa lisäämällä pumpuille taajuusmuuttajaohjauksen, jos uusia pumppuja ei vaihdeta.

## LÄHTEET

/1/ Kuntaliiton sivuilta PDF - dokumentti.

<http://www.kunnat.net/fi/tietopankit/tapahtumat/aineisto/2014/kuntamarkkinat/ayk-kuma-2014/hulevedet/RontuKirsi.pdf> Tehty 10.9.2014. Luettu 21.3.2016.

/2/ Vesihuoltotekniikan perusteet (Erkki Karttunen, opetushallitus, RIL. Siilinjärvi 1998)

/3/ Onninen OY:n WWW-sivut. Linkki sivuille

[http://products.onninen.com/catalog/207004/product/113207/AAX240\\_FIN1.html](http://products.onninen.com/catalog/207004/product/113207/AAX240_FIN1.html)  
Luettu 21.3.2016.

/4/ Penantieto-opus WWW-sivut. Linkki sivuille

[http://www.penantieto-opus.fi/files/viemarointitekniikan\\_oppikirja.pdf](http://www.penantieto-opus.fi/files/viemarointitekniikan_oppikirja.pdf) Luettu 21.3.2016.

/5/ Vesihuoltolaitoksen riskikartoituksen malli (Leena Vihavainen, opinnäytetyö)

<https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/29718/vesihuoltolaitoksen%20riskikartoitus%20malli.pdf?sequence=1>

/6/ Tampereen veden WWW-sivut. Linkki sivuille

<http://www.tampere.fi/vesi.html> Luettu 22.3.2016.

/7/ Uusi Suomi lehden WWW-sivut. Linkki sivuille

<http://www.uusisuomi.fi/autot/88999-paivan-kuva-miksi-katujen-kaivonkannet-ovat-pyoreita> Päivitetty 14.5.2015. Luettu 22.3.2016.

/8/ Vesijohtoverkon ja viemäreiden kunnan ja toimivuuden selvittäminen 1984. (Helsinki: Kaupunkien talon monistamo)

/9/ Vuotovedet ja niiden seuraukset jätevesiviemärissä (Katri Harju, opinnäytetyö)

<https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/8568/Harju.Katri.pdf?sequence=2>

/10/ Yle.fi:n WWW-sivut. Linkki sivuille

[http://yle.fi/uutiset/savilahden\\_ylivuodosta\\_ei\\_ymparistohaittoja\\_jarviveteen/5546076](http://yle.fi/uutiset/savilahden_ylivuodosta_ei_ymparistohaittoja_jarviveteen/5546076)  
Päivitetty 3.6.2012. Luettu 23.3.2016.

/11/ Viemärivedenpumppaamoiden suunnittelu – ja hankintaohje (Suomen rakennusinsinöörien liitto RIL ry 102-1994. Helsinki 1993)

/12/ ABB:n WWW-sivuilta löytyvä artikkeli. Linkki sivuille

<http://www.abb.fi/cawp/seitp202/26569badc97259b0c12577c400249c76.aspx> Luettu 31.3.2016

/13/ Ympäristöliiton sivuilta ladattu PDF - tiedosto. Sekaviemäri\_hulvesi\_vahentaminen\_Seppinen\_11\_2010.pdf

/14/ Viemäriverkoston vuotovesin tutkimusohje (Tuppurainen Marko, opinnäytetyö)

[https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/58717/Tuppurainen\\_Marko.pdf?sequence=3](https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/58717/Tuppurainen_Marko.pdf?sequence=3)

/15/ Vesilaitosyhdistyksen WWW-sivut. Linkki sivuille  
[http://www.vvy.fi/kehittamisrahasto/yh\\_vanhat\\_ei\\_saa\\_poistaa/verkostot/hulevesikuorimituksen\\_vahentaminen\\_sekaviemarijarjestelmassa](http://www.vvy.fi/kehittamisrahasto/yh_vanhat_ei_saa_poistaa/verkostot/hulevesikuorimituksen_vahentaminen_sekaviemarijarjestelmassa)

/16/ Docpalyerin sivuilta löytynyt dokumentti <http://docplayer.fi/docs-images/17/161973/images/14-0.jpg>

/17/ Inside inside WWW-sivut. Linkki sivuille  
<http://insideinside.org/green-roof-city-hall-chicago/> Luettu 6.5.2016.

/18/ Docpalyerin sivuilta löytynyt dokumentti  
<http://docplayer.fi/6278005-Vapaa-ajan-asunnon-vesihuollon-ekotehokkuus.html>  
Luettu 24.3.2016

/19/ Satakunnan lehden WWW-sivut. Linkki sivuille  
<http://www.sydansatakunta.fi/Uutiset/1194982045780/artikkeli/jatevesien+toimitus+poriin+oli+onnistunut+ratkaisu.html> Päivitetty 22.5.2015. Luettu 28.3.2016.

/20/ Vvy.fi:n WWW-sivut. Linkki sivuille  
[http://www.vvy.fi/vesihuolto\\_linkit\\_lainsaadanto/jatevedet/jatevesien\\_puhdistaminen/jatevedenpuhdistus](http://www.vvy.fi/vesihuolto_linkit_lainsaadanto/jatevedet/jatevesien_puhdistaminen/jatevedenpuhdistus) Luettu 29.3.2016.

/21/ Hsy.fi:n WWW-sivut. Linkki sivuille  
<https://www.hsy.fi/fi/asiantuntijalle/vesihuolto/jatevedenpuhdistus/Sivut/default.aspx>  
Päivitetty 26.6.2015. Luettu 29.3.2016.

/22/ Mikkelin Vesilaitos / Mikkelin kaupungin vesihuollon kehittämissuunnitelma.  
Linkki kehittämissuunnitelmaan  
[http://www.mikkeli.fi/sites/mikkeli.fi/files/atoms/files/tl\\_2014\\_10\\_21.pdf](http://www.mikkeli.fi/sites/mikkeli.fi/files/atoms/files/tl_2014_10_21.pdf)

/23/Grundfos asiakaspalvelu (11 – 24.4.2016 puhelut ja sähköpostit)

/24/ Etelä-Savon Energian WWW-sivut. Linkki sivuille <http://ese.fi/fi-fi/sahko/hinta/31/> Luettu 18.4.2016

/25/ Motivan WWW-sivut. Linkki sivuille  
[http://www.motiva.fi/toimialueet/uusiutuva\\_energia/uusiutuva\\_energia\\_suomessa/uusi\\_utuvan\\_energian\\_tuet/investointituet\\_uusiutuvalle\\_energialle](http://www.motiva.fi/toimialueet/uusiutuva_energia/uusiutuva_energia_suomessa/uusi_utuvan_energian_tuet/investointituet_uusiutuvalle_energialle) Päivitetty 26.5.2015.  
Luettu 18.4.2016.