

Metropolia Ammattikorkeakoulu  
Talotekniikan koulutusohjelma

**Aki Rinne**

**Nummi-Pusulan kunnan viemäriverkoston  
vuotovesiselvitys**

Insinööritö 20.4.2009

Ohjaaja: tekninen johtaja Jorma Lehtonen  
Ohjaava opettaja: lehtori Sakari Sainio

**Metropolia Ammattikorkeakoulu****Insinööriytyön tiivistelmä**

Tekijä	Aki Rinne
Otsikko	Nummi-Pusulan kunnan viemäriverkoston vuotovesiselvitys
Sivumäärä	39 sivua
Aika	20.4.2009
Koulutusohjelma	Talotekniikka
Tutkinto	insinööri (AMK)
Ohjaaja	tekninen johtaja Jorma Lehtonen
Ohjaava opettaja	lehtori Sakari Sainio
<p>Insinööriytyössä selvitettiin Nummi-Pusulan kunnan viemäriverkoston pääsevien lisävesien osuutta käsiteltävässä jätevedessä. Selvitystä tehtiin viiden vuoden ajalta perustuen taustatietoihin sekä tihennettyyn käyttötarkkailuun pintavaluntakauden aikana keväällä 2009.</p> <p>Tihennettyä seurantaä suoritettiin 12 jätevesipumppaamon ja Saukkolan jätevedenpuhdistamon osalta. Pumppaamojen käyntiaikojen muutosta tarkkailtiin lumien sulamisen aikana, jolloin lisävesien osuus on suurin. Jäteveden puhdistamolla tarkkailtiin vuorokausivirtaamia samalta ajalta, jotta nähdään kokonaistilanne. Pumppaamojen seurannalla pystytään kohdistamaan suurimmat vuoto-ongelmat tietylle alueelle, jotta yksittäisten vuotokohtien etsintä olisi helpompaa.</p> <p>Tehtyjen tutkimusten perusteella todettiin, että suurimmat vuotokohteet sijaitsevat Nummen kirkonkylän alueella. Kyseisissä paikoissa välittömien vuotovesien osuus pumpattavista jätevesistä on pahimman pintavaluntakauden aikana jopa 75 %. Alueella tulee suorittaa kaivotutkimukset ja mahdolliset viemärin kuvaukset, joiden perusteella voidaan tehdä saneeraussuunnitelma.</p>	
Hakusanat	vuotovesiselvitys, Nummi-Pusula, viemäriverkosto, jäteveden käsittely, jätevesipumppaamot

## Helsinki Metropolia University of Applied Sciences

### Abstract

Author Title	Aki Rinne A leaking water survey of the sewer system in a municipality
Number of Pages	39
Date	20 April 2009
Degree Programme	Building Services Engineering
Degree	Bachelor of Engineering
Instructor Supervisor	Jorma Lehtonen, Technical Manager Sakari Sainio, Senior Lecturer
<p>The purpose of this final year project was to study the proportion of extra water in the sewer system of the municipality of Nummi-Pusula. The survey was done by using five years' background information and increased control during the surface flow season in spring 2009.</p> <p>Increased control was carried out at 12 sewage pumping stations and also in the sewage treatment plant in Saukkola. While the snow was melting and there was much extra water in the sewer system, The change of the function time at the sewage pumping stations was observed. At the same time the amount of flow at the sewage treatment plant was observed, in order to see the overall picture. By controlling the pumping stations it is possible to direct the largest leaking problems to a certain area, so that it is easier to find the location of single leaks.</p> <p>Based on results of this survey, the worst leaking water situation is in Nummi. In this area the proportion of extra water was 75 % of the whole sewage in the surface flow season. In this area it is necessary to do well investigations and to take videos of sewage pipes. After that researchs it will be possible to do a renovation plan.</p>	
Keywords	leaking water survey, Nummi-Pusula, sewersystem, waste water process, sewage pumping station

# Sisällys

<b>1 Johdanto</b>	<b>6</b>
<b>2 Vuotovedet</b>	<b>6</b>
<b>2.1 Välittömät vuodot</b>	<b>7</b>
<b>2.2 Pohjavesivuodot</b>	<b>7</b>
<b>2.3 Hulevedet</b>	<b>8</b>
<b>3 Selvityksen lähtötiedot</b>	<b>8</b>
<b>3.1 Viemäriverkosto</b>	<b>8</b>
<b>3.2 Jätevesipumppaamot</b>	<b>9</b>
<b>3.3 Jätevedenpuhdistamo</b>	<b>12</b>
<b>3.4 Ilmasto-olosuhteet</b>	<b>13</b>
<b>4 Suoritetut selvitykset</b>	<b>14</b>
<b>4.1 Vesijohtoverkoston pumpattu vesi</b>	<b>14</b>
<b>4.2 Jätevedenpuhdistamolla käsitelty jätevesi</b>	<b>15</b>
<b>4.3 Pumppaamojen käyntiseuranta</b>	<b>16</b>
4.3.1 Pidemmän aikavälin seuranta	16
4.3.2 Tihennetty seuranta	17
<b>5 Tulokset</b>	<b>18</b>
<b>5.1 Viemäriverkoston johdettu vesi</b>	<b>18</b>
<b>5.2 Jätevedenpuhdistamon virtaamat</b>	<b>19</b>
<b>5.3 Pumppaamojen käyntiajat</b>	<b>21</b>
<b>5.4 Pumppaamokohtaiset tarkastelut</b>	<b>23</b>
5.4.1 Jaakkola	23
5.4.2 Pusula	24
5.4.3 Heijala	24
5.4.4 Röhkölä	25
5.4.5 Saukkola	25
5.4.6 Huhti	26
5.4.7 Oinola	27
5.4.8 Koulu	27
5.4.9 Mylly	28
5.4.10 Urheilukuja	29
5.4.11 Nummi	29
5.4.12 Karhunpelto	30

<b>6 Yhteenveto</b>	<b>31</b>
<b>Lähteet</b>	<b>32</b>
<b><i>Liitteet</i></b>	
<b>Liite 1: Kunnan vesitilastot</b>	<b>33</b>
<b>Liite 2: Ilmastotilastot</b>	<b>36</b>

## 1 Johdanto

Nummi-Pusulan kunnan Saukkolassa sijaitsevan jätevedenpuhdistamon virtaamia seuraamalla on huomattu, että viemäriverkoston pääsee huomattavan paljon sinne kuulumattomia vesiä. Lisävesien määrä korostuu erityisesti sateisina ajanjaksoina ja keväisin sulamisvesien ansiosta.

Jätevedenpuhdistamolle pumpatun veden määrä reagoi lähes reaaliajassa sademääriin ja ympäristöstä tuleviin valumavesiin. Syynä lisävesien verkoston pääsulle ovat rikkiäiset verkoston osat (mm. betoniputket ja kokoomakaivot) sekä verkoston liitetyt kiinteistökohtaiset perus- sekä sadevesiviemäroinnit.

Jätevesivirtaaman suuri vaihtelu vaikeuttaa merkittävästi puhdistamon toimintaa ja saa aikaan myös heikompia puhdistustuloksia. Lisäksi se aiheuttaa turhia kustannuksia, jotka näkyvät mm. merkittävinä pumppaamojen sähkönkulutuksen nousuina märkinä aikoina.

Viemäriverkoston vuotovesiselvityksestä tekee ajankohtaisen mahdollinen siirtoviemärihanke, joka toteutettaisiin Saukkolan ja Lohjan välille. Hankkeen toteuduttua Nummi-Pusulan kunta ostaisi jätevedenpuhdistuspalvelut Lohjan kaupungilta. Jätevedenpuhdistuksessa hinnoittelun perusteena käytetään käsitellyn jäteveden määrää, joten hinta määräytyy sen mukaan, paljonko vettä laitokselle pumpataan. Mahdollisesta muutoksesta johtuen olisi ensiarvoisen tärkeää saada karsittua turhat lisävedet pois jäteveden seasta, koska jokainen ylimääräinen kuutiometri maksaa kunnalle. Tämän vuoksi teen insinööriöni viemäriverkoston vuotovesistä.

## 2 Vuotovedet

Vuotovedet voidaan jakaa kahteen ryhmään: välittömät vuodot ja pohjavesivuodot. Välittömät vuodot pääsevät viemäriverkoston verkoston maanpinnallisten osien, kuten kaivonkansien ja korotusrenkaiden kautta. Pohjavesivuodot taas kulkeutuvat viemäriverkoston viemärisortumien, putkiliitosten ja kaivojen tiivistämättömien saumojen kautta. (1, s. 1.)

## **2.1 Välittömät vuodot**

Välittömät vuodot koostuvat lähinnä maanpinnalla kulkevista vesistä, jotka syntyvät keväisin lumen sulamisesta sekä sateisina aikoina sateen aiheuttamista valumavesistä. Välittömät vuodot ovat hetkellisiä ja vesimäärältään paljon suurempia, välittömiä vuotoja synnyttäviä ajanjaksoja kutsutaan pintavaluntakaudeksi. Näiden ajanjaksojen aikana jäteveden puhdistamolle pumpatun veden määrä saattaa kasvaa hetkellisesti todella rajusti, mikä aiheuttaa ongelmia mm. puhdistustuloksissa.

Pintavaluntakausien aikana maan päällä liikkuva vesimäärä on suuri, jolloin järvien, jokien ja oijen vedenpinnat nousevat normaalia korkeammalle. Tällöin on suuri vaara, että pintavedet pääsevät valumaan kaivonkansien välistä suoraan viemäriverkoston, mikä aiheuttaa äkillisen jäteveden määrän kasvun. (1, s. 1.)

## **2.2 Pohjavesivuodot**

Pohjavesivuodoista puhuttaessa tarkoitetaan maanpinnan alapuolella virtaavia ns. maavesiä, jotka pääsevät viemäriverkoston erinäisten verkoston puutteiden johdosta. Maavesien osalta viemäriverkoston pääsyä helpottaa se, että viemäriputkien sekä kaivojen ympärillä on rakennusvaiheessa tehty sorakerros. Ympärillä oleva sorakerros toimii käytännössä salojana, jota pitkin vesi pääsee liikkumaan helpommin.

Pohjavesivuodot ovat yleisesti ottaen pienempiä ja pidempiaikaisia, kuin välittömät vuodot. Näin ollen voidaan todeta, että pohjavesivuodot aiheuttavat vuositasolla suuremman osuuden. Suurimmat pohjavesivuodot muodostuvat keväisin lumen ja roudan sulamisesta sekä pitkien sadejaksojen aikana kastuneesta maasta; näitä ajanjaksoja kutsutaan pohjavaluntakausiksi. (1, s. 1.)

### **2.3 Hulevedet**

Välittömien vuotojen ja pohjavesivuotojen lisäksi verkostoon pääsee hulevesiä. Hulevesiä ei voida luokitella suoranaisesti vuotovesiin, joten ne lukeutuvat ns. verkostoon pääseviin lisävesiin. Lisävedet koostuvat kiinteistöjen tekemistä sadevesi- ja kattoviemäröinneistä, jotka ovat kytketty kunnan viemäriverkostoon erillisviemäröinnin puuttuessa. Lisäksi verkostoon on kytketty erilaisia kuivatusjärjestelmiä.

Sadevesi- ja kattoviemäröinneistä johdetut hulevedet näkyvät välittömästi sateisina aikoina ja keväällä sulamisen yhteydessä, joten ne muodostavat rajun piikin verkostoon johdetun veden määrässä. Kuivatusjärjestelmistä johdetut vedet nostavat verkostoon johdetun veden määrää vähemmän, mutta pitkäkestoisesti. Voidaan todeta, että sade- ja kattoviemärijärjestelmistä johdetut vedet voidaan rinnastaa välittömiin vuotoihin ja kuivatusjärjestelmistä johdetut vedet taas pohjavesivuotoihin. (1, s. 2.)

## **3 Selvityksen lähtötiedot**

### **3.1 Viemäriverkosto**

Nummi-Pusulan kunnan viemäriverkoston yhteispituus on n. 34,7 km, joista 14,6 km on paineviemäriä ja 20,1 km viettoviemäriä. Verkosto koostuu kolmesta eri osasta: Pusulan, Nummen ja Saukkolan taajamien viemäreistä. Näiden lisäksi taajamien välissä on pitkät siirtoviemäri osuudet. (2)

Pusulan taajaman jätevedet johdetaan Pusulan järven ali ja siitä edelleen Jättölän kautta Oinolaan. Oinolan jätevesipumppaamolle johdetaan myös Nummen taajaman jätevedet, josta ne pumpataan kohti Saukkolassa sijaitsevaa jätevedenpuhdistamoaa. Saukkolan jätevedet johdetaan vietto viemärinä suoraan jäteveden puhdistamolle.



Pusulän ja Nummen taajamissa on paljon myös betoniviemäreitä, jotka ovat suurempi vuotoriski, kuin muoviset viemäriputket. Saukkolan taajamassa ylipuolet verkostosta on muoviviemäreitä. Muoviviemäreiden osuus kokonaisverkostosta on n. 75 %, koska paineellisten viemäreiden osuus verkostosta on huomattavan suuri. (1, s. 4.)

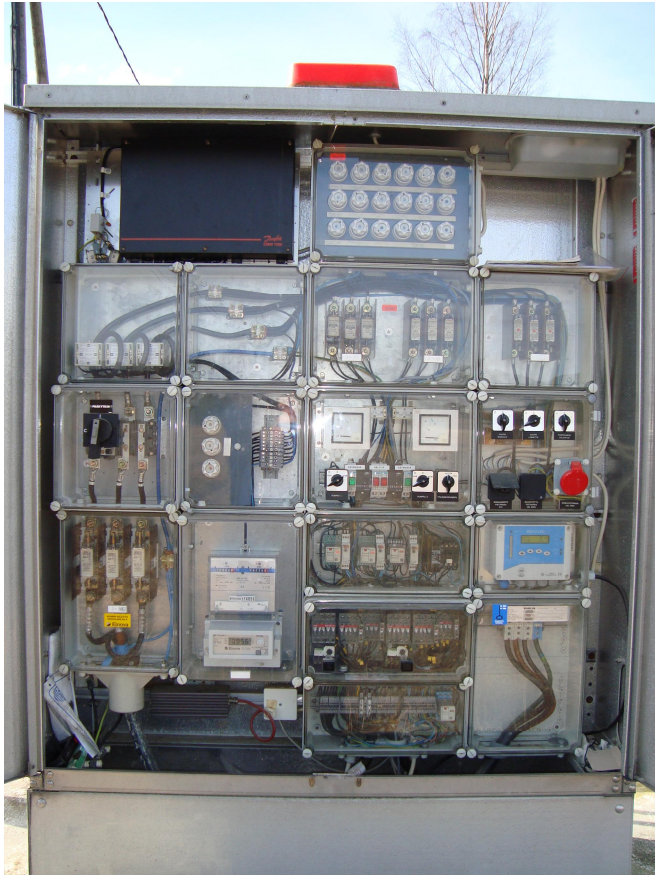
### **3.2 Jätevesipumppaamot**

Kunnan verkostossa on 16 jätevesipumppaamoja, joista 6 pumppaamoja kuuluu taajamien väliseen siirtoviemäriverkostoon. Pusulassa on Kaukelantien kunnallistekniikan rakentamisen myötä 4 sisäistä pumppaamoja, jotka johtavat siirtoviemäripumppaamolle. Nummella on 3 sisäistä pumppaamoja ja Oinolan koulun alapuolella 1 pumppaamo. Saukkolassa 2 taajaman sisäistä pumppaamoja, jotka johtavat viettoviemäreiden kautta suoraan jäteveden puhdistamolle.

Käytössä olevat tärkeimmät jätevesipumppaamot toimivat kahden pumpun voimin, jotka käynnistyvät pinnankorkeusanturin ohjaamana vuorotellen. Pumput ovat pääsääntöisesti Grundfosin valmistamia ja pumppaamon ohjauskeskukset ovat Sarlinin tekemiä. Kuvassa 1 ja 2 on esitetty yleisin malli Nummi-Pusulän kunnan käytössä olevista pumppaamoista, ja kuvassa 3 on vanhemman mallin Sarlin-pumppaamo.



*Kuva 1. Sarlin-pumppaamo*



*Kuva 2. Ohjauskeskus sisältä*



*Kuva 3. Vanhan mallin Sarlin- pumppaamo*

Jätevesipumppaamot on mitoitettu eri paikoissa tulevan virtaaman mukaisiksi. Lisäksi pumppujen tehoissa on otettu huomioon putkiosuuksilla syntyvät painehäviöt, jotka riippuvat matkasta ja korkeuserosta. Pumppaamojen tiedot selviävät taulukosta 1.

*Taulukko 1. Pumppaamojen tuotot*

<b>Pumppaamo</b>	<b>Q max (l/s)</b>
<b>Jaakkola</b>	<b>18</b>
<b>Pusula</b>	<b>32</b>
<b>Heijala</b>	<b>32</b>
<b>Röhkölä</b>	<b>32</b>
<b>Saukkola</b>	<b>21</b>
<b>Huhti</b>	<b>73</b>
<b>Oinola</b>	<b>82</b>
<b>Koulu</b>	<b>28</b>
<b>Mylly</b>	<b>20</b>
<b>Urheilukuja</b>	<b>23</b>
<b>Nummi</b>	<b>24</b>
<b>Karhunpelto</b>	<b>26</b>

### **3.3 Jätevedenpuhdistamo**

Nummi-Pusulan kunnan jätevedenpuhdistamo sijaitsee Saukkolan taajamassa, Nummenjoen tuntumassa. Puhdistamo on vuonna 1988 rakennettu kaksilinjainen aktiivilietelaitos. Puhdistamolla käsitellyt jätevedet johdetaan suoraan Nummenjokeen puhdistamon kohdalla. (1, s. 4.)

Puhdistamon kapasiteettia kuvaavat seuraavat mitoitusarvot:

- vesimäärä MQ                      1110 m<sup>3</sup>/d
- q mit                                91 m<sup>3</sup>/h
- q max                                161 m<sup>3</sup>/h
- BHK<sub>7</sub> -kuorma                      203 kg/d
- P-kuorma                              9,8 kg/d
- N-kuorma                              46 kg/d

Kunnan jätevedenpuhdistamon vuorokausivirtaamia tarkastellessa voidaan todeta, että viiden vuoden (2003–2008) tarkkailujaksolla puhdistamon

vuorokautinen maksimivirtaama ylittyy suhteellisen harvoin ja kuukausitasolla vuorokautinen virtaamien keskiarvo pysyttelee pääsääntöisesti alle puolessa puhdistamon mitoitusvirtaamasta.

### **3.4 Ilmasto-olosuhteet**

Vuotovesimääriin vaikuttavat lumen- ja roudan sulaminen sekä sademäärät. Lumen sulaminen aiheuttaa suuria hetkellisiä huippuja, mutta ei ole pitkällä aikavälillä niin merkittävä tekijä, kuin kuukausittaiset sademäärät. Pohjaveden pinnankorkeuden merkitys pohjavesivuotoihin näkyy vain harvoilla alavilla paikoilla. Pintavaluntakauden aikana jäätyneet ojarummut ja vesistöjen korkeat pinnat puolestaan vaikuttavat merkittävästi hetkittäiseen kuormitukseen. Paras tapa tutkia puhdistamon ja pumppaamojen virtaamia pidemmällä aikavälillä on verrata niitä kuukausittaisiin sademääriin (taulukko 2).

*Taulukko 2. Kuukausittaiset sademäärät (mm/m<sup>2</sup>) Nummi-Pusulassa (3).*

	<b>2004</b>	<b>2005</b>	<b>2006</b>	<b>2007</b>	<b>2008</b>
<b>tammikuu</b>	47,8	119,6	27,0	105,5	98,2
<b>helmikuu</b>	51,2	36,6	25,2	11,8	92,3
<b>maaliskuu</b>	38,5	7,4	33,7	39,9	46,2
<b>huhtikuu</b>	14,6	12,7	39,6	46,2	33,0
<b>toukokuu</b>	57,0	42,8	34,4	51,6	13,2
<b>kesäkuu</b>	99,8	66,5	28,0	31,6	90,9
<b>heinäkuu</b>	170,6	96,2	11,6	175,3	55,1
<b>elokuu</b>	82,0	188,9	49,3	112,8	108,6
<b>syyskuu</b>	88,9	20,4	46,0	72,7	48,8
<b>lokakuu</b>	41,4	48,4	169,0	54,8	180,6
<b>marraskuu</b>	65,8	104,3	67,3	65,7	114,2
<b>joulukuu</b>	108,5	37,9	78,4	97,7	65,9
<b>koko vuosi</b>	866,1	781,7	609,5	865,6	947,0

## 4 Suoritetut selvitykset

### 4.1 Vesijohtoverkoston pumpattu vesi

Vesijohtoverkkoon pumpatun veden määrä oli selvitettävissä kunnan vedenottamon päämittarista. Päämittarin lukemaa oli seurattu suhteellisen aktiivisesti, joten sain kuukausittaiset vesijohtoverkkoon pumpatun veden määrät viiden vuoden ajalta tarkasti.

Kirjanpito kertoo sen, kuinka paljon vettä on pumpattu verkostoon, joten vuotojen osuus tulee arvioida. Lisäksi kunnan vesijohtoverkosta ostaa vettä useat vesiosuuskunnat ja kiinteistöt, jotka eivät ole liittyneet kunnan viemärijärjestelmään. Veden myymisestä vastaavan kunnan teknisen toimiston vesi- ja jätevesilaskutuksen tilastoinnin puutteellisuuden /virheellisyysden vuoksi ei ole mahdollista saada täysin tarkkaa laskutettua jätevesimäärää, joten tuloksissa on otettava virhemarginaali huomioon (Taulukko 3.)

*Taulukko 3. Vesijohtoverkkoon pumpattu vesimäärä*

#### Vesijohtoverkkoon pumpattu vesimäärä (m3)

	2004	2005	2006	2007	2008
tammikuu	14215	11970	14108	14178	13943
helmikuu	13910	11744	12809	12698	12608
maaliskuu	12906	11566	13953	15279	13690
huhtikuu	13102	11141	14923	14486	13915
toukokuu	14787	14364	14232	15710	15572
kesäkuu	12100	14988	16235	15370	15341
heinäkuu	13052	14107	18499	13091	14149
elokuu	13056	13744	15835	14792	16137
syyskuu	13074	13570	14056	13172	12143
lokakuu	12248	14139	14383	13640	12398
marraskuu	12220	14338	12652	13334	12337
joulukuu	11749	12386	14129	13829	12555
<b>Yhteensä</b>	<b>156 419</b>	<b>158 057</b>	<b>175 814</b>	<b>169 579</b>	<b>164 788</b>

#### **4.2 Jätevedenpuhdistamolla käsitelty jätevesi**

Jätevedenpuhdistamolla käsitellyn veden määrän sain selville puhdistamon henkilökunnan täyttämistä käyttötarkkailun yhteenvetolomakkeesta. Käsiteltyt jätevesimäärät on tilastoitu viikoittain, mutta pidemmän aikavälin taustatiedoissa käytin tarkkailuvälinä yhtä kuukautta. Käytettäessä hieman pidempää tarkkailuväliä pystytään tasoittamaan hetkellisiä virheitä ja saadaan parempi kokonaiskuva.

Jätevedenpuhdistamon virtaamamittauksen tarkkuudesta ei ole täyttä varmuutta, koska mittari on kalibroitu n. 10 vuotta sitten. Mittauksen oikeellisuuden merkitys selvityksen tekemisessä on melko vähäinen, koska käsitellyn vesimäärän keskinäinen suhde on tärkein tekijä, muodostaessa vertailua pidemmällä aikavälillä.

Tutkittaessa keskimääräisiä vuorokausivirtaamia eri vuodenaikoina viiden viime vuoden ajalta taulukosta 4, voidaan todeta virtaaman vaihdelleen selvästi ilmasto-olosuhteiden mukaan. Suurimmat vuorokausivirtaamat ajoittuvat pääsääntöisesti kevään pintavaluntakaudelle. Muina vuodenaikoina ilmenneet virtaamahuiput selviävät tutkittaessa kuukausittaisia sademääriä ja talvella keskilämpötilaa, joka vaikuttaa siihen, tuleeko sade lumena vai vetenä.

*Taulukko 4 Jätevedenpuhdistamolla käsitelty jätevesi (4).*

**Nummi-Pusula, Saukkolan puhdistamolla käsitelty jätevesimäärä m<sup>3</sup>**

	<b>2004</b>	<b>2005</b>	<b>2006</b>	<b>2007</b>	<b>2008</b>
<b>tammikuu</b>	8704,0	20565,0	11479,0	19802,0	21534,0
<b>helmikuu</b>	13130,0	9483,0	8425,0	8281,0	21062,0
<b>maaliskuu</b>	19790,0	9696,0	9484,0	17882,0	17159,0
<b>huhtikuu</b>	18261,0	17502,0	27305,0	14185,0	17665,0
<b>toukokuu</b>	15043,0	9135,0	11299,0	12686,0	12149,0
<b>kesäkuu</b>	15097,0	10443,0	10141,0	10189,0	9904,0
<b>heinäkuu</b>	19130,0	11130,0	8548,0	14482,0	9671,0
<b>elokuu</b>	12890,0	17097,0	7738,0	13635,0	8872,0
<b>syyskuu</b>	11634,0	11358,0	7896,0	15021,0	9426,0
<b>lokakuu</b>	14365,0	11793,0	13737,0	15468,0	16119,0
<b>marraskuu</b>	11618,0	17451,0	19081,0	17135,0	22259,0
<b>joulukuu</b>	15176,0	15688,0	18276,0	21200,0	20250,0
<b>Yhteensä</b>	<b>174838,0</b>	<b>161341,0</b>	<b>153409,0</b>	<b>179966,0</b>	<b>186070,0</b>

### **4.3 Pumppaamojen käytiseuranta**

#### **4.3.1 Pidemmän aikavälin seuranta**

Pidemmän aikavälin seuranta koski vuosia 2004–2008. Aikaväiltä saadut tulokset ovat kerätty tarkastuskäyntien yhteydessä tehtyjen merkintöjen perusteella. Ainoa kirjanpito pumppaamojen toiminnasta löytyy jokaisen pumppaamon ohjauskeskuksesta (kuva 1). Tarkastuskäyntien välit vaihtelivat suuresti muutamasta päivästä jopa kuukausiin, joten kyseistä tietoa ei voi käyttää hyödyksi muodostaessa yleiskuvaa viemäriverkoston ongelmista.

Jätevedenpuhdistamon virtaamia tarkastellessa on tullut eteen muutama huomattavan suuri virtaamapiikki, mitkä poikkeavat normaalista virtaamien heittelystä. Näissä tilanteissa on ollut apua vuosien varrella kerätyistä tiedoista. Niiden perusteella pystyy selvittämään, mistä pumppaamolta tavallista suurempi vesimäärä on peräisin. Kun alueen pystyy rajaamaan pieneksi, on helpompi selvittää ongelman aiheuttaja. Haastatellessa vesilaitoksen henkilökunta kertoi



että suurimpien virtaamapiikkien aiheuttajat on pyritty paikallistamaan ja korjaamaan mahdollisimman pian. (2)

Jätevedenpumppaamojen käyntiaikoja seuraamalla huomaa myös hyvin, kuinka joka keväinen pintavaluntakausi vaikuttaa niihin. Leutoina talvina myös sademäärät ovat vaikuttaneet merkittävästi pumppaamojen käyntimääriin.

2003	PI	h	PII	h	SÄHKÖ	X20	HUOM.	2003	PI	h	PII	h	SÄHKÖ	X20	Huomioit
6.6	10481	16	10904	14	781,234	240		3.11	11504	42	11686	43	1019,215	400	
11.6	10490	9	10912	8	704,235	80		6.11	11509	5	11690	4	1019,215	40	
4.7	10547	57	10951	39	721,240	440		19.12	11587	78	11759	69	1082,323	620	
6.8	10636	89	10987	36	743,246	520		7.1	11657	70	11821	62	1061,331	540	Hudet
14.8	10654	18	10995	8	748,247	720		13.2	11720	63	11876	55	1081,337	520	Pumppaamo kunnostettu
20.9	10727	73	11039	44	769,251	500		24.2	11735	15	11890	14	1084,338	120	Rele uusittu
22.9	10735	11	11049	10	773,252	100		24.2	11740	5	11902	2	1083,338	80	Vuorokello relet vaihdettu
I								1.3	11756	16	11917	15	1034,340	120	Rele vaihdettu
II								11.3	11756	16	11917	15	1034,340	120	3h/d
								12.3	11757	1	11918	1	1034,340		
								1.4	11856	99	11994	76	1120,351	740	3h/d
1.11	10780	52	11088	49	791,256	440		13.4	11924	68	12025	31	1135,357	420	2h/d
2003								20.4	11958	34	12036	11	1142,360	280	7h/d
8.1	10900	110	11203	105	827,266	920		22.4	11967	9	12039	3	1143,361	40	
3.2	10943	43	11244	41	841,270	360		7.10	12015	48	12057	18	1154,364	280	4h/d
12.3	11000	57	11297	53	860,275	480		11.5	12026	11	12060	3			
22.4	11125	125	11390	93	898,284	940		17.5	12039	13	12065	5	1153,366	140	
22.5	11217	92	11447	57	922,292			18.5	12042	3	12067	2	1160,366	20	Ilmaa ontta
28.5	11234	17	11457	10	926,294	120		19.5	12044	2	12068	1	1160,366		
16.6	11274	30	11486	29	938,297	300		24.5	12056	12	12073	5	1163,367	80	
16.7	11330	56	11531	45	957,302	480		26.5	12060	4	12075	2	1164,367	20	Käynnistys onnistunut
25.7	11347	17	11543	12	963,303	440		28.5	12064	4	12077	2	1165,368	40	Uudet releet
28.8	11406	59	11593	50	983,308	500		30.5	12071	7	12081	4	1167,368	40	Ilmaa ontta
3.10	11456	50	11643	50	1001,311	420		1.6	12073	2	12082	1	1168,368	20	Ilmaa ontta
								3.6	12077	4	12085	3	1169,369	40	
								4.6	12078	17	12086	13	1169,369		

Kuva 4. Erään pumppaamon kirjanpito

#### 4.3.2 Tihennetty seuranta

Pumppaamoilta keräämiä vanhempien tietojen lisäksi suoritin itse tehostettua käyttötarkkailua keväällä 2009. Ajoin tehostetun tarkkailun suurimman pintavaluntakauden ajalle, joka sijoittui vuonna 2009 maaliskuun ja huhtikuun vaihteeseen. Seurannassa oli Nummi-Pusulan kunnan 12 jätevesipumppaamoja, jotka ovat merkittävimpiä. Seurannassa eivät olleet Kaukelantien uudet pumppaamot eikä Pahassuon pumppaamo, koska näiden kautta tulevat jätevesimäärät ovat erittäin vähäiset.

Ensimmäiset arvot tihennettyä seuranta koskien keräsin 12.3.2009. Aluksi kiersin pumppaamot läpi viikon välein, mutta lumen sulamisen aikana arvot otettiin talteen hieman useammin. Tuoreimmat arvot ovat peräisin 16.4.2009, joissa oli jo huomattavissa laskua käyntiajoissa, koska kaikki lumet olivat sulanut ja maasto alkanut kuivua.

Tihennetyn seurannan päätarkoituksena oli kerätä tietoa eri pumppaamoiden virtaamien muutoksista suurimpien olosuhdevaihtelujen aikana. Suurimmat olosuhdevaihtelut tapahtuvat juuri keväällä lumen ja roudan alkaessa sulaa. Kerättyjen arvojen avulla on pystytty luomaan graafisia kuvaajia (kuvat 6–17) jokaisen pumppaamon käyntiajan muutoksista. Kuvaajista on helpompi nähdä käyntiajan muutokset ja niiden perusteella päätellä, missä suurimmat ongelmat piilevät.

## **5 Tulokset**

### ***5.1 Viemäriverkostoon johdettu vesi***

Saatuja tietoja veden myymisestä, vesijohtoverkkoon pumpatusta vesimäärästä ja jätevedenpuhdistamolla käsitellyn veden määrästä voidaan kuitenkin käyttää hyväksi määrittäessä viemäriin tulevan veden osuutta. Kun tarkastellaan ajanjaksoja, jolloin sadanta on ollut hyvin vähäistä tai pakkasta on ollut pidemmän aikaa, saadaan luvut, joiden keskiarvosta voidaan laskea, kuinka monta prosenttia vesijohtoverkkoon pumpatusta vedestä päättyy jätevedenpuhdistamolle käsittelyyn. Lisäksi täytyy ottaa huomioon, että kesäisin käytetään vesijohtovettä paljon muuhunkin kuin talouskäyttöön, joten viemäriverkostoon tulevan veden määrä pienenee rajusti veden kulutukseen nähden.

Laskemalla pumpatun vesijohtoveden ja käsitellyn jäteveden suhdetta optimitilanteessa saadaan keskiarvoksi n. 70 %. Tämä tarkoittaa, että 70 % vesijohtoverkkoon pumpatusta vesimäärästä päättyy kunnan viemärijärjestelmän

kautta jatkokäsittelyyn. Loput 30 % koostuvat viemäriverkkoon liittymättömille asiakkaille myydystä vedestä ja vesijohtovuodoista. Runkolinjojen ollessa muovia ja suojassa fyysiseltä rasitukselta, ovat suuret vuodot harvinaisia. Saatujen tulosten perusteella voidaan todeta, että vesijohtovuotojen osuus vuositasolla on n. 10 % ja nekin useimmiten kiinteistön tonttijohdoissa. Tällöin vesiosuuskunnille myydyin veden osuus on n. 20 % koko kulutuksesta.

## **5.2 Jätevedenpuhdistamon virtaamat**

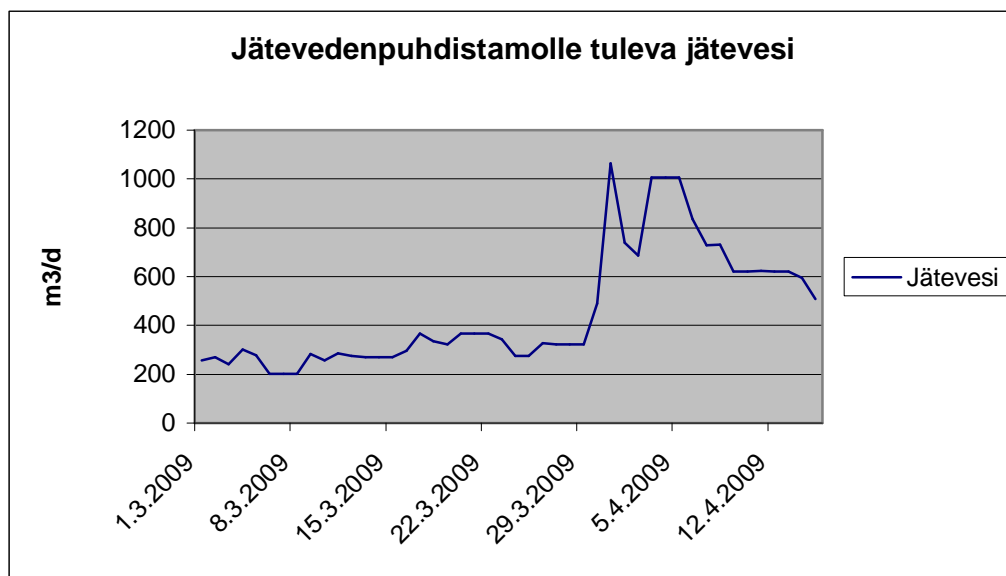
Jätevedenpuhdistamolla pidettiin myös tehostettua tarkkailua tulevan jätevesimäärän seuraamiseksi maaliskuun alusta huhtikuun puoleen väliin. Keväällä 2009 pintavaluntakausi oli poikkeuksellisen lyhyt, koska osa sulaneesta lumesta haihtui ilmaan auringon ja pakkasen vaikutuksesta. Sulamisen tapahtuessa erittäin nopeasti, se näkyy terävänä piikkinä jätevedenpuhdistamon vuorokausivirtaamissa (taulukko 5, kuva 5).

*Taulukko 5. Jätevedenpuhdistamon vuorokausivirtaamat*

### **Jäteveden puhdistamon vuorokausivirtaamat**

<b>pvm</b>	<b>(m<sup>3</sup>/d)</b>
1.3.	256
2.3.	269
3.3.	242
4.3.	301
5.3.	277
6.3.	201
7.3.	201
8.3.	201
9.3.	284
10.3.	256
11.3.	286
12.3.	275
13.3.	271
14.3.	271
15.3.	271
16.3.	296
17.3.	366
18.3.	335
19.3.	323

20.3.	368
21.3.	368
22.3.	368
23.3.	344
24.3.	276
25.3.	276
26.3.	328
27.3.	321
28.3.	321
29.3.	321
30.3.	491
31.3.	1063
1.4.	739
2.4.	687
3.4.	1006
4.4.	1006
5.4.	1006
6.4.	835
7.4.	728
8.4.	731
9.4.	622
10.4.	622
11.4.	623
12.4.	622
13.4.	622
14.4.	596
15.4.	508



Kuva 5. Jätevedenpuhdistamon vuorokausivirtaamat

Kuvassa 5 voidaan hyvin huomata, kuinka jyrkästi jätevesimäärä nousee 30.3.2009 kohdalla. Jätevesivirtaama on pysytellyt kuivana aikana suhteellisen tasaisena, kuten kuvassa 5 näkyvänä ajanjakso 1.3.–29.3.2009. Kun lähes kaikki lumi oli sulanut 6.4.2009, tulevan jäteveden määrässä näkyy todella suuri notkahdus vuorostaan alaspäin.

### **5.3 Pumppaamojen käyntiajat**

Jäteveden pumppaamojen käyntiaikoja tarkastellessa taulukosta 6, nähdään monissa pumppaamoissa suuri virtaaman nousu viikon 14 aikana. Tämä johtuu siitä, että lämpötilat kääntyivät nopeaan nousuun ja satoi vettä. Käytännössä lumen sulaminen alkoi 1.4.2009, ja miltei kaikki lumi oli sulanut 6.4.2009. Lumien sulamisen jälkeen käyntiajat kääntyivät heti laskuun. (Taulukko 6.)

*Taulukko 6. Jätevedenpumppaamojen käyntiajat*

<b>Pumppaamo</b>	<b>h/d</b>	<b>h/d</b>	<b>h/d</b>	<b>h/d</b>	<b>h/d</b>
	vk 12	vk 13	vk 14	vk 14	vk 15
Jaakkola	1	1,42	1,4	2	1,8
Pusula	4	4	7	8,6	7,1
Heijala	3,43	3,71	6,2	8	6,3
Röhkölä	2	2,29	3,4	5	3,5
Saukkola	0,57	0,57	1,36	2,6	0,9
Huhti	1,43	1,57	2,6	3,8	2,7
Oinola	2,57	2	3	5	3,4
Koulu	0,59	0,53	0,92	1,31	0,84
Mylly	2,28	2	5,5	6,5	4,9
Urheilukuja	0,16	0,17	0,31	0,51	0,22
Nummi	0,84	0,92	2,04	3,56	1,91
Karhunpelto	2,71	0,65	1,62	2,48	1,77

## Käyntiajan muutokset

Taulukko 7. Käyntiaikojen muutokset

Pumppaamo	Käyntiaika min h/d	Käyntiaika max h/d	Käyntiaika max %	Käyntiajan muutos %
Jaakkola	1	2	200 %	100 %
Pusula	4	8,6	215 %	115 %
Heijala	3,43	8	233 %	133 %
Röhkölä	2	5	250 %	150 %
Saukkola	0,57	2,6	456 %	356 %
Huhti	1,43	3,8	266 %	166 %
Oinola	2	5	250 %	150 %
Koulu	0,53	1,31	247 %	147 %
Mylly	2	6,5	325 %	225 %
Urheilukuja	0,16	0,51	319 %	219 %
Nummi	0,84	3,56	424 %	324 %
Karhunpelto	0,65	2,48	382 %	282 %

Taulukosta 7 voidaan tarkastella käyntiajan muutoksia tiheennetyn tarkkailujakson aikana. Käyntiajan muutoksia ei täysin voi suoraan verrata pumpattuun vesimäärään, koska käynnistyskerrat lisääntyvät myös samassa suhteessa, kun virtaama kasvaa. Käynnistyskertojen lukumäärä vaikuttaa pumpattuun vesimäärään siten, että pumpulla kestää muutama sekunti kerätä painetta, minkä jälkeen se vasta alkaa pumpata täydellä teholla.

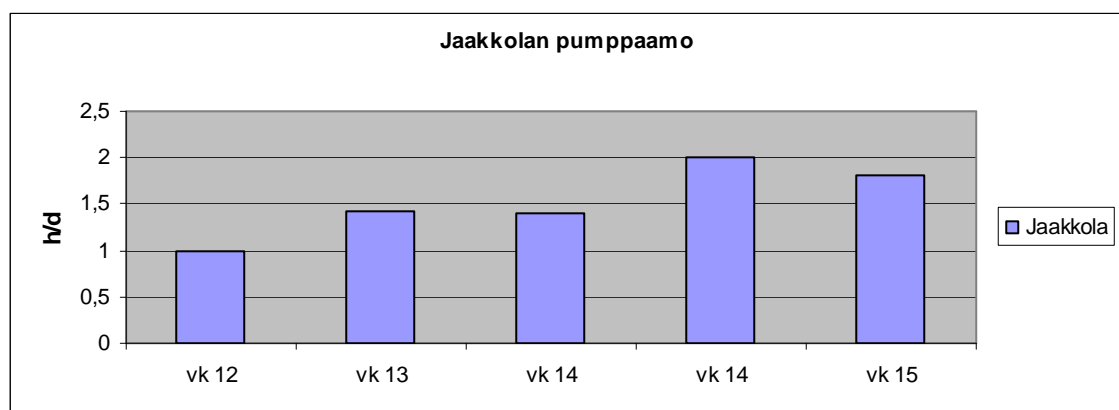
Eri pumppaamoiden käyntiä seurattaessa huomattiin, että aina pumpun käynnistyessä paineen keräämiseen kuluu n. 5 % käyntiajasta. Kyseinen tulos on saatu kuivan ajan mittauksia tehdessä. Tulevan vesimäärän kasvaessa yhden käynnistyskerran pumppausaika pitenee, joten saavutetaan parempi hyötysuhde pumpattuun vesimäärään nähden. Pahimmassa tapauksessa pumput saattavat käydä koko ajan, eivätkä ne pysty pumppaamaan yhtä paljon, kuin vettä tulee lisää.

Käyntiajan muutoksia tarkastellessa nähdään, että pahimmillaan vuorokautiset käyntiajat nousevat yli nelinkertaisiksi optimitilanteeseen nähden. Tämä tarkoittaa sitä, että kyseisiin verkosto-osuuksiin tulee nelinkertainen määrä vettä normaalitilanteeseen verrattuna. Vaikka verkosto-osuuksissa onkin joitain kohteita, jotka vaativat korjaustoimenpiteitä, voidaan kuitenkin todeta, että näin suuret ja nopeat virtaaman muutokset vaativat paljon vettä kerralla. Tällainen vesimäärä tulee helposti, kun viemärijärjestelmään on liitetty kiinteistöjen sadevesiviemäreitä, joita pitkin sulamisvesien on erittäin helppo päästä jätevesiviemäriin ja nostaa vesimääriä.

## 5.4 Pumppaamokohtaiset tarkastelut

### 5.4.1 Jaakkola

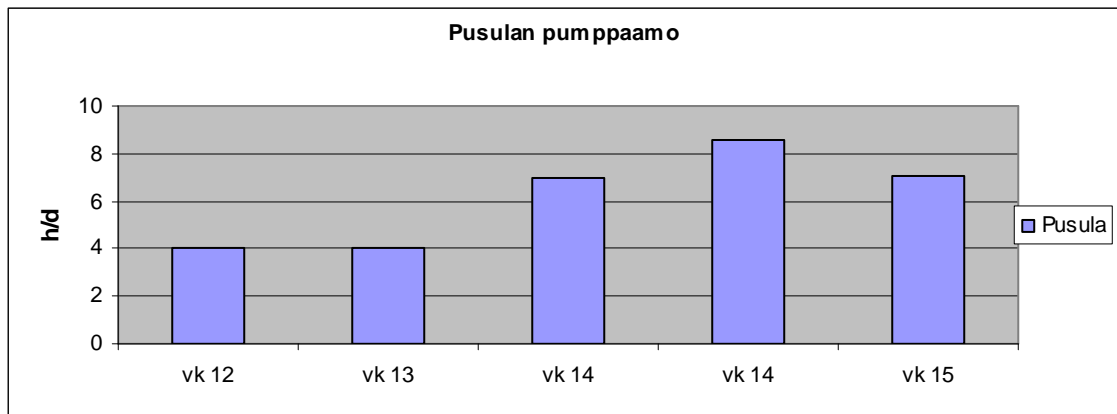
Jaakkolan pumppaamon käyntiajat (kuva 6) nousivat pahimman pintavaluntakauden aikana kaksinkertaisiksi normaaliin tilanteeseen nähden. Tälle pumppaamolle tuleva jätevesimäärä kasvoi vähiten tarkkailussa olleista pumppaamoista, joten kyseiseen pumppaamoon johtavat viemärit ovat melko hyvässä kunnossa. Lisäksi pumppaamon virtaama on sen verran vähäinen, ettei parannuksilla saavutettava hyöty maksaisi itseään takaisin.



Kuva 6. Jaakkolan pumppaamon käyntitunnit

### 5.4.2 Pusula

Toiseksi pienimmän kasvukertoimen sai Pusulan siirtopumppaamo, jonne johdetaan kaikki Pusulan jätevedet. Pusulan taajamassa on käytössä paljon myös betoniviemäriä, joka nostaa pohjavesivuotojen riskiä, mutta pintavaluntakauden aikana tälle pumppaamolle kertyi yllättävän vähän lisävesiä. Pusulan taajamassa sijaitsevat viemärikaivot ovat pääsääntöisesti paikoissa, minne ei vettä kerääny, joten välittömien vuotojen synty on tällöin epätodennäköisempää. (Kuva 7.)

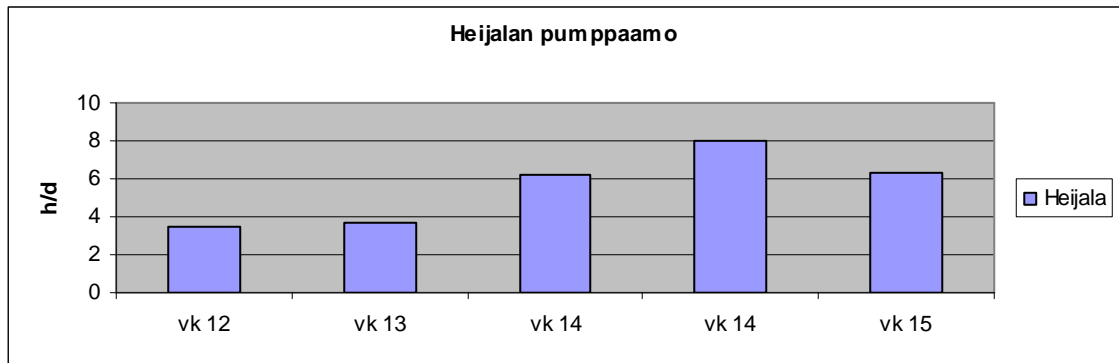


Kuva 7. Pusulan pumppaamon käyntitunnit

### 5.4.3 Heijala

Heijalan pumppaamo on Pusulan ja Oinolan välisen siirtoviemäriin ensimmäinen välipumppaamo, jonne johdetaan Pusulan jätevesien lisäksi vain muutaman asuinkiinteistön jätevedet. Tästä syystä eivät myöskään tämän pumppaamon käyntiajat olleet kohonneet 133 % enempää. Nousu on hieman suurempi kuin Pusulassa, mikä selittyy viettoviemäriosuudella. (Kuva 8.)

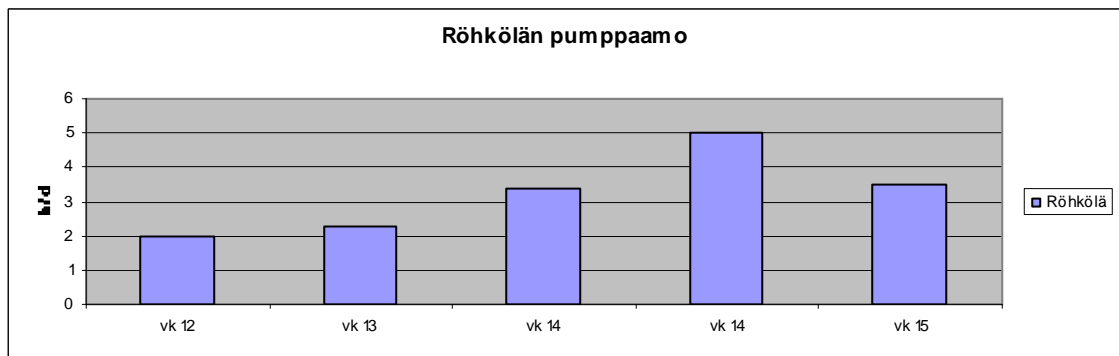




Kuva 8. Heijalan pumppaamon käyttöajat

#### 5.4.4 Röhkölä

Röhkölän pumppaamo kuuluu samaan siirtoviemäriketjuun, mutta tälle pumppaamolle johdetaan lisäksi myös yhden vesiosuuskunnan jätevedet. Virtaamahuipun aikana tämä pumppaamo pumppasi 2,5-kertaisen määrän verrattuna optimitilanteeseen. Tämä on mielestäni melko maltillinen luku, kun otetaan huomioon, että vesiosuuskunnalla on myös vietto-osuuksia omassa verkostossaan. (Kuva 9.)

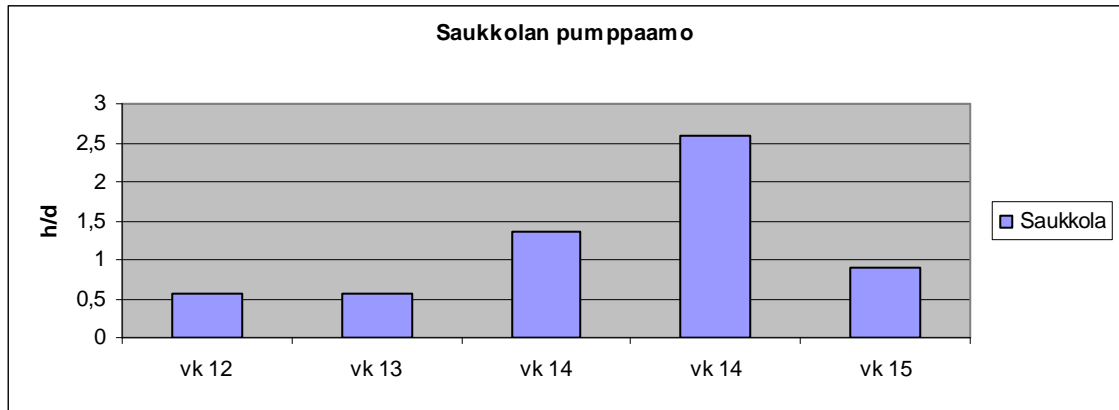


Kuva 9. Röhkölän pumppaamon käyttöajat

#### 5.4.5 Saukkola

Saukkolan pumppaamon jätevesimäärä kasvoi 4,5-kertaiseksi normaalitilanteeseen nähden. Luku on huomattavasti suurempi kuin kyseiseltä alueelta oli odotuksena. Asiaa selvitettyä kävi ilmi suuri piikki virtaamissa juuri pahimman pintavaluntakauden aikana, se koostuu suurelta osin Saukkolan meijerin kiinteistökohtaisen pumppaamon tuovista vesistä. Meijerin omissa

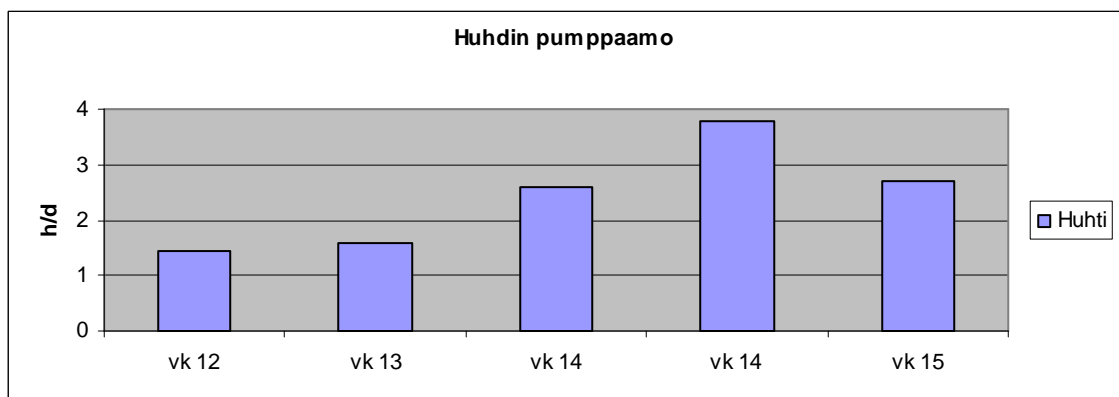
viemäreissä saattaa olla kytkentöjä, jotka mahdollistavat hulevesien pääsyn jätevesiviemäriin. (Kuva 10.)



Kuva 10. Saukkolan pumppaamon käyntitunnit

#### 5.4.6 Huhti

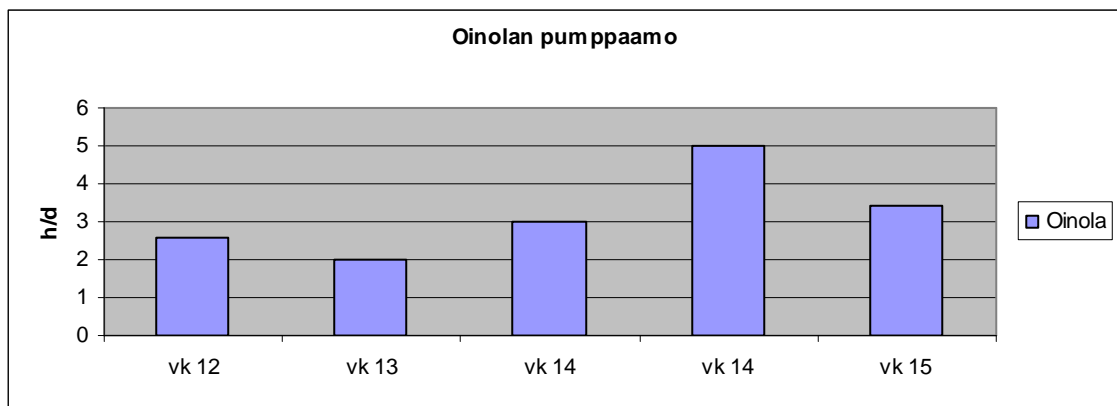
Huhdin pumppaamo pumppaa jätevedenpuhdistamolle kaikki jätevedet, jotka tulevat Nummelta ja Pusulasta. Huhdin pumppujen käyntiajat olivat pahimmillaan n. 2,7-kertaiset normaalitilanteeseen verrattuna. Pumppaamo on suuri, sen maksimi virtaama on 73 l/s, ja siihen johdetaan jätevettä useasta paikasta. Tämän vuoksi virtaama on kohtuuden rajoissa, vaikka takana on paljon huolestuttaviakin lukemia. (Kuva 11.)



Kuva 11. Huhdin pumppaamon käyntitunnit

### 5.4.7 Oinola

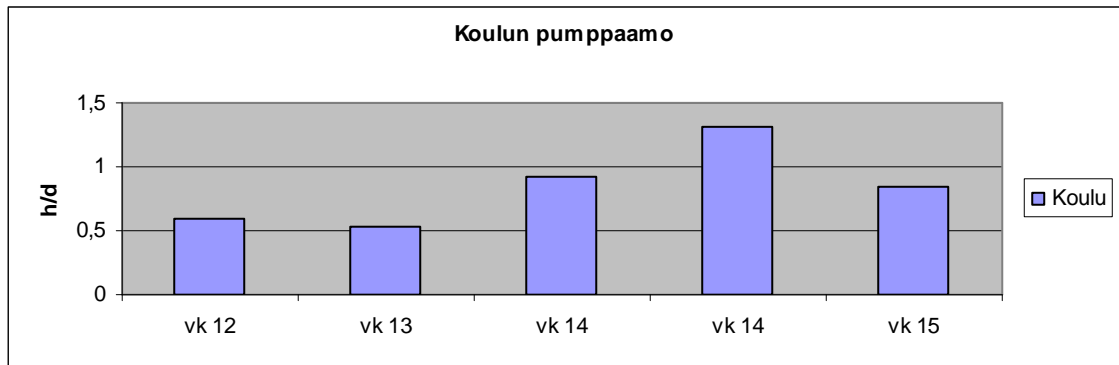
Oinolan pumppaamo on toiseksi viimeinen pumppaamo ennen Saukkolan jätevedenpuhdistamoa. Oinolassa yhdistyvät Pusulan ja Nummen siirtoviemärit, sekä koulun pumppaamolta tulevat vähäiset jätevesimäärät. Oinolan pumppaamo on tuotoltaan suurin ja sen maksimi tuotto on 82 l/s. Pumppujen vuorokautinen käyntiaika on kuivaan aikaan 2 h/d, mutta huippuvirtaamien aikana se nousee 250 %:iin, eli 2,5-kertaiseksi. (Kuva 12.)



Kuva 12. Oinolan pumppaamon käyntitunnit

### 5.4.8 Koulu

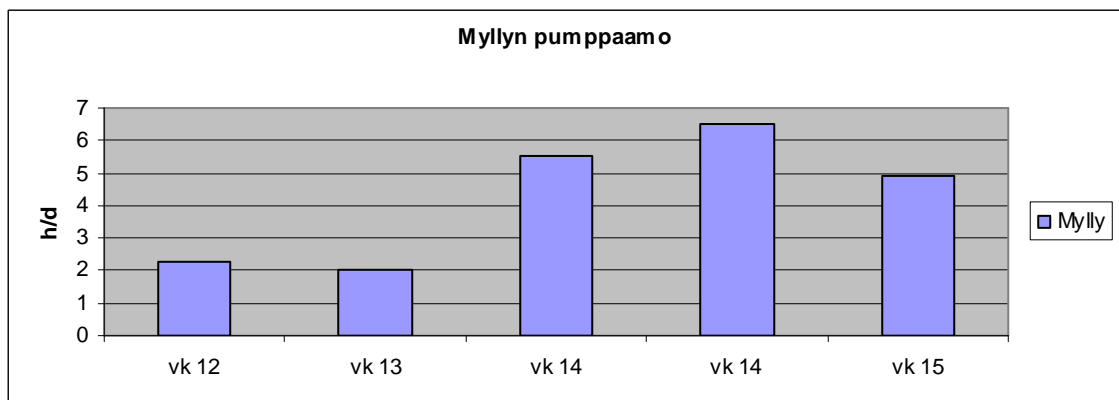
Koulun pumppaamolla käyntiajat nousivat n. 2,5-kertaisiksi, ja on näin samaa tasoa siirtoviemäripumppaamoiden kanssa. Täältä tulevat jätevesimäärät ovat vähäisiä, joten virtaamapiikkien aikana tapahtunut nousu ei juurikaan vaikuta jätevedenpuhdistamolla kokonaisvirtaamiin. (Kuva 13.)



Kuva 13. Koulun pumppaamon käyntitunnit

#### 5.4.9 Mylly

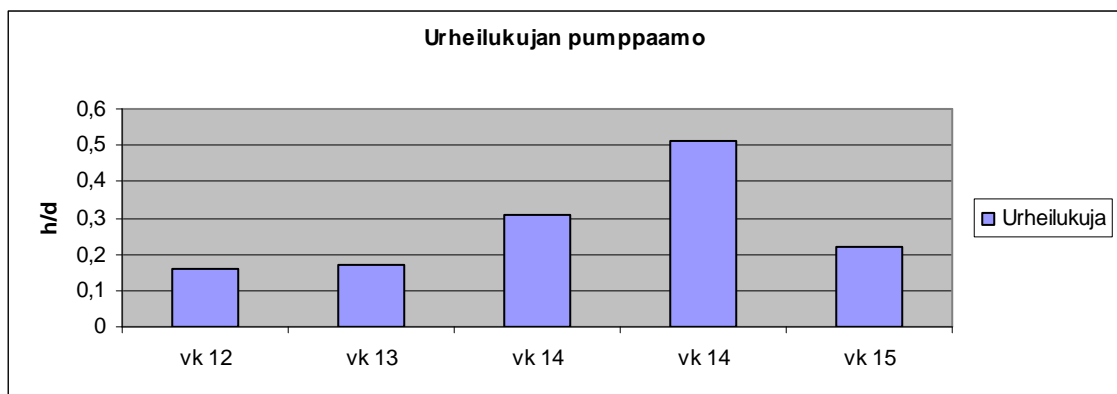
Myllyn pumppaamolle tulee koko Nummen taajaman jätevedet. Tulevat jätevedet kertyvät kolmen sisäisen pumppaamon voimin tälle Nummen siirtopumppaamolle, josta jätevesi pumpataan edelleen kohti Oinolaa. Nummella syntyvien suurien virtaamahuippujen aikaan Myllyn pumppaamon tuoton riittävyys on aivan rajalla, joten ylärajahälytykset työllistävät teknistä päivystäjää märkinä aikoina. Pumppaamossa olevien pumppujen tuotto on 20 l/s yhtä pumppua kohden, joten kyseessä on seurannassa olleista pumppaamoista toiseksi pienitehoisin. Lisävesien tulo viemäriin kasvattaa vesimäärän huippuhetkinä jopa 3,25-kertaisiksi, joten voidaan todeta, että lisävesiä tulee reilusti. (Kuva 14.)



Kuva 14. Myllyn pumppaamon käyntitunnit

#### 5.4.10 Urheilukuja

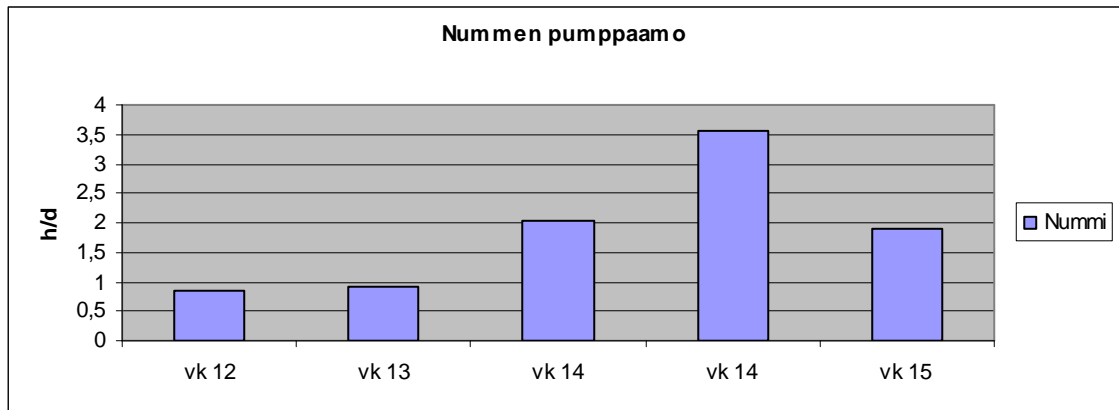
Urheilukujan pumppaamolle kertyvät Nummen urheilukentän eteläpuolella sijaitsevien kiinteistöjen tuottamat jätevedet, joten ei ole kyse kovin suurista virtaamista. Tihennetyn seurannan tuloksen huomattiin, että lisävesien osuus kokonaismäärästä on n. 2/3. Lisävesien ja jäteveden suhde on huolestuttavan korkea, vaikka määränä se ei olekaan kovin merkittävä. (Kuva 15.)



Kuva 15. Urheilukujan pumppaamon käyntitunnit

#### 5.4.11 Nummi

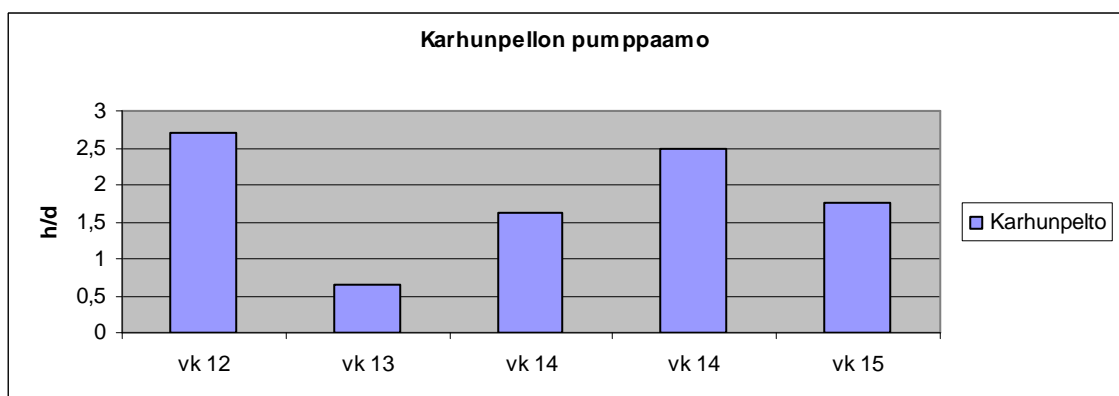
Nummen pumppaamon käyntiaika (kuvassa 16), kasvoi n. 4,2-kertaiseksi, joten kyseessä on toiseksi suurin nousu, mitä tutkittavissa kohteissa on havaittu. Kyseessä on kuitenkin merkittävin vuotoalue koko verkostossa. Nummen pumppaamoon kertyvät kaikki Nummenjoen rannassa sijaitsevien omakotitalojen ja Pitkäjärven eteläpään rannassa olevien rivitalojen jätevedet. Vuotovesimäärästä päätellen tähän pumppaamoon johtavat viemärit tulisi tutkia tarkemmin. Ensimmäisenä tulee suorittaa kaivotutkimus ja betoniviemäreiden osalta viemäreiden videokuvaus.



Kuva 16. Nummen pumppaamon käyntitunnit

#### 5.4.12 Karhunpelto

Karhunpellossa tulos oli myös huolestuttava, vaikka alueella onkin uutta muoviviemäriä. Suurimpana välittömien vuotojen aiheuttajana alueella on ojien alla kulkevien viemäreiden väliin tehdyt kaivot. Muovikaivon yläpäässä olevan teleskoopin tiivistekumien pitävyys on kyseenalainen, etenkin jos routa on päässyt liikuttelemaan kaivoa tai teleskoopin yläpäätä. Lisäksi pahimman pintavaluntakauden aikana kaikki valumavesi ei ole mahtunut ojarummuista, tai ne ovat olleet tukossa. Näiden syiden seurauksena valumavesien pinta on saattanut nousta kansien tasolle ja näin päästä kaivonkannen rei'istä viemäriverkostoon. Kuvassa 17 nähdään viikon 12 kohdalla suuri pylväs, joka johtuu toisen jätevesipumpun takaiskun jumiutumisen auki asentoon, jolloin toinen pumpu vain kierrätti vettä pumppaamon sisällä. (Kuva 17.)



Kuva 17. Karhunpellon pumppaamon käyntitunnit

## 6 Yhteenveto

Nyt tehdyn vuotovesiselvityksen avulla pystytään kohdentamaan varsinainen kenttätutkimus oikeisiin kohteisiin. Tutkimusten ja taustatietojen perusteella voidaan sanoa, että Nummi-Pusulan kunnan viemäreiden suurin ongelma on niin sanotut välittömät vuodot, eikä niinkään pohjavesivuodot. Mikäli tarkastellaan tilannetta pidemmällä aikavälillä, huomataan että suurimmat virtaamahuiput ovat hyvin hetkellisiä normaaleissa olosuhteissa. Pitkien sadejaksojen aikana saattaa tosin mennä pidempiäkin aikoja, niin että virtaamat ovat koholla.

Jätevedenpuhdistamo on alun perin rakennettu väljällä mitoituksella, mikä on ollut pelastus monissa virtaamahuipuissa. Puhdistamolla ei ole koskaan sen historian aikana tarvinnut juokсутtaa jätevettä puhdistamattomana ohi, vaan kaikki ovat kulkeneet puhdistusprosessin läpi. Puhdistamon mitoituksen ollessa näinkin väljä tämä vaikuttaa myös siihen, että suurillakin virtaamilla puhdistustulokset pysyvät sallituissa rajoissa.

Käyntiaikojen muutoksia tutkiessa voidaan todeta, että merkittävimmät vuotokohteet ovat Nummen kirkonkylässä. Yksittäiskohteiden etsintä tulisi aloittaa viemäriosuuksilta, jotka johtavat Nummen pumppaamolle. Kyseisten viemäriosuuskien ollessa suhteellisen pieniä, olisi järkevää harkita kyseisten osuuksien korjaamista järjestelmällisesti, koska yksittäiskohteiden saneeraus teettää suhteettoman paljon vaivaa sekä tulee kalliimmaksi toteuttaa. Etenkin betonisista viemärikaivoista tulisi päästä eroon tai ne täytyisi saneerata ruiskubetonoinnilla, jotta niistä saataisiin veden pitävät.

Akuuttia saneerausta vaativat yksittäiskohteet pyritään kuitenkin korjaamaan heti, koska järjestelmällinen saneeraus vaatii suunnitelmien tekemisen ja rahoituksen varmistuksen. Yksittäiskohteiden etsintä toteutetaan käymällä läpi viemärikaivoja yhteistyössä kunnan vesilaitoksen työntekijöiden kanssa.

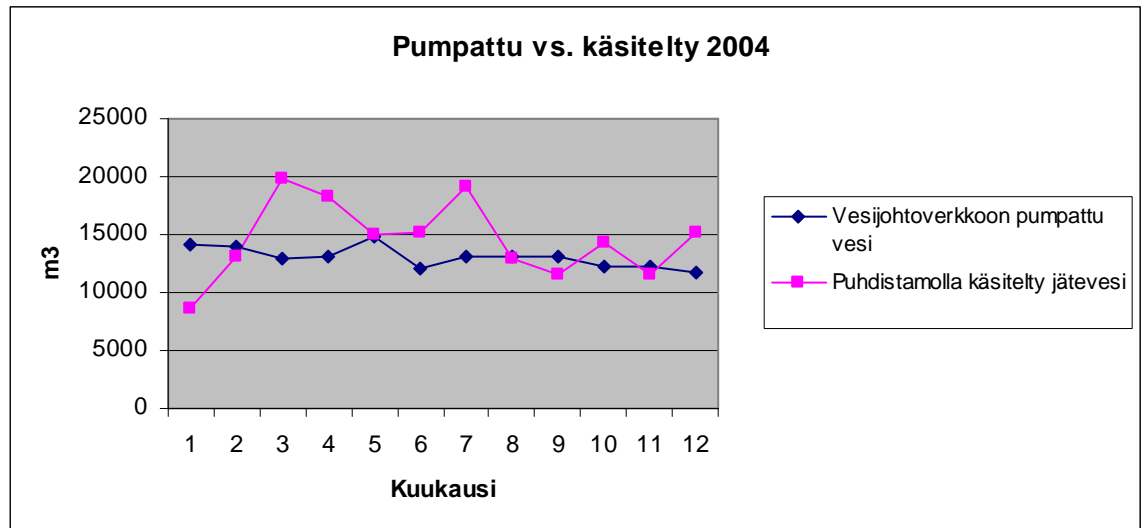
## Lähteet

- 1 Nummi-Pusulan kunta, Viemäriverkoston lisäselvitys, loppuraportti. Insinööritoimisto Paavo Ristola Oy, 1997
- 2 Lehtonen, Jorma. Tekninen johtaja, Nummi-Pusulan kunta. Keskustelu 7.4.2009
- 3 Käyttötarkkailunyhteenvetolomakkeet. Nummi-Pusulan kunta, Saukkolan puhdistamo. 2003 – 2008.
- 4 Ilmastotilastot, Leppäkorven havaintoasemalla. Ilmatieteenlaitos, Ilmastopalvelu. 6.3.2009

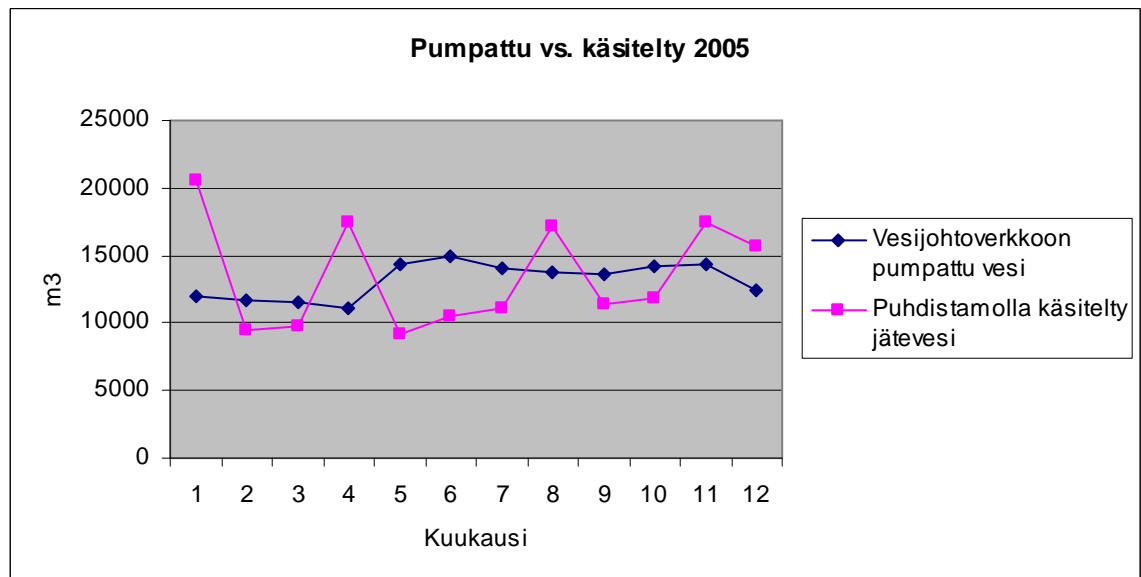


### Liite 1: Kunnan vesitilastot

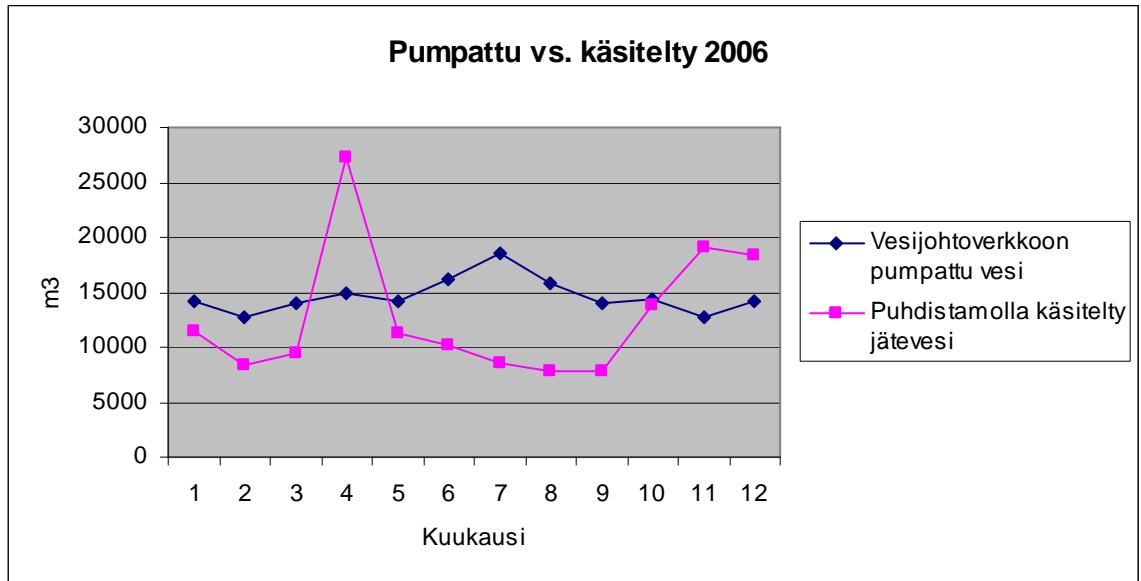
Kuvissa 1–5 on esitetty graafisesti vesijohtoverkkoon pumpatun veden ja jätevedenpuhdistamolla käsitellyn jäteveden suhdetta toisiinsa vuosina 2004–2008.



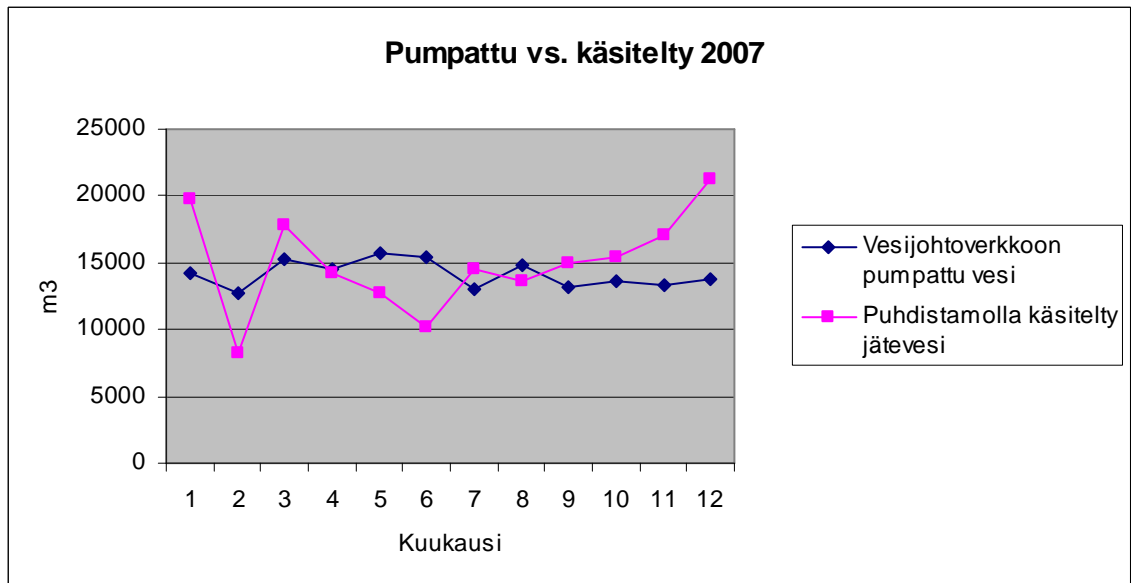
Kuva 1. Talousveden ja jäteveden suhde, 2004



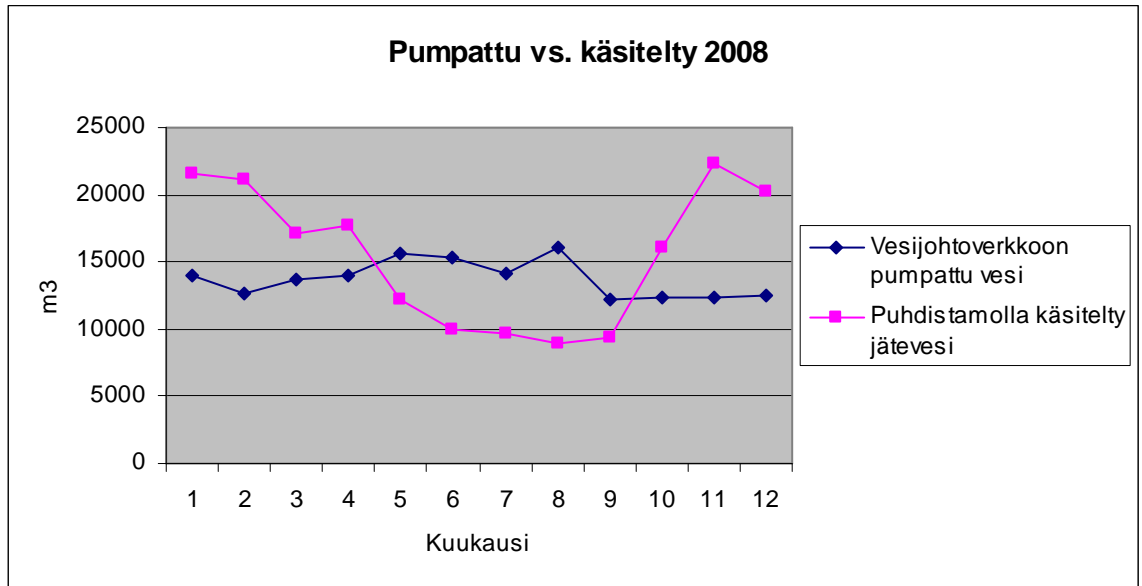
Kuva 2. Talousveden ja jäteveden suhde, 2005



*Kuva 3. Talousveden ja jäteveden suhde, 2006*



*Kuva 4. Talousveden ja jäteveden suhde, 2007*

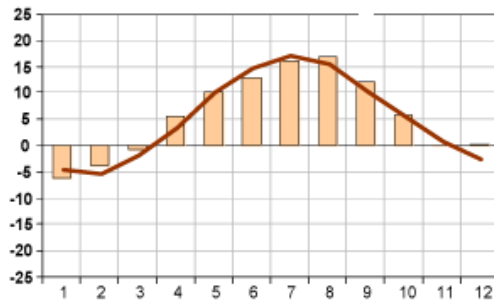


*Kuva 5. Talousveden ja jäteveden suhde, 2008*

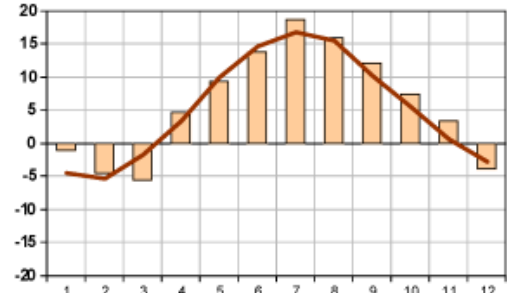
## Liite 2: Ilmastotilastot

### 1. Keskilämpötilat

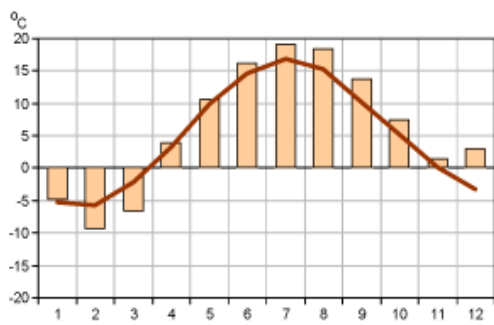
Vuoden 2004 keskilämpötilat



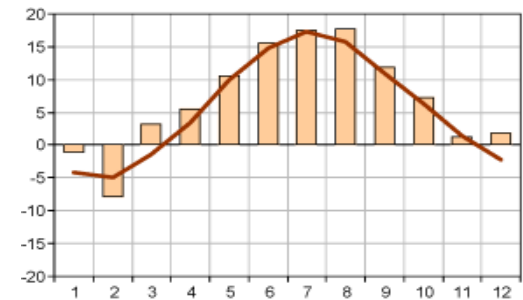
Kuva 1. Vuoden 2004 keskilämpötilat



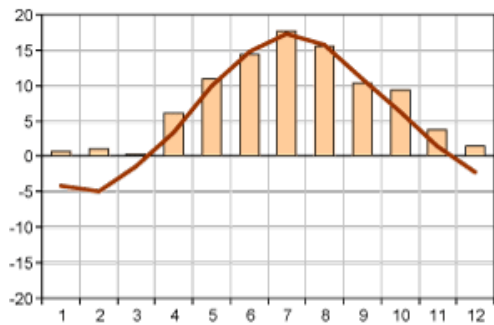
Kuva 2. Vuoden 2005 keskilämpötilat



Kuva 3. Vuoden 2006 keskilämpötilat

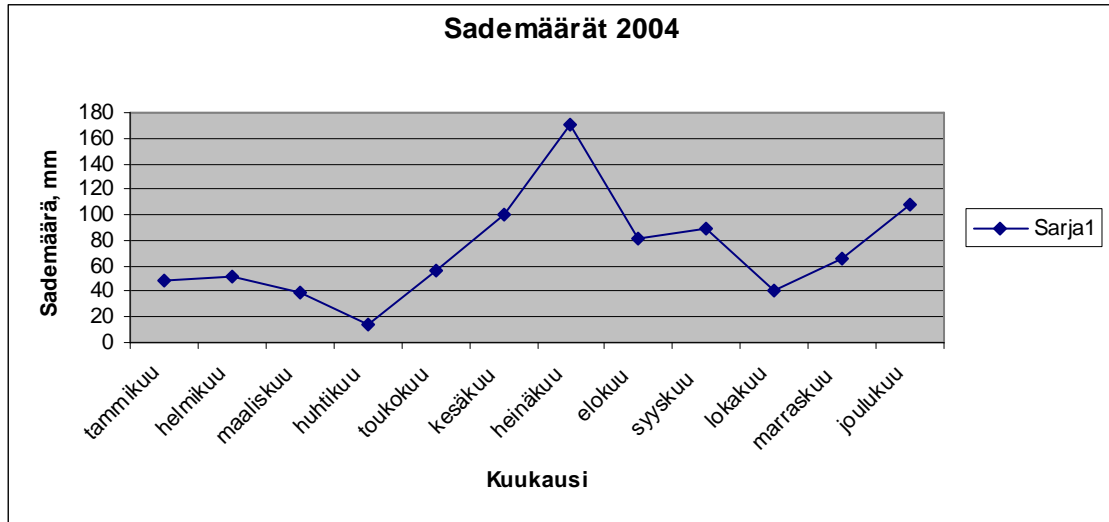


Kuva 4. Vuoden 2007 keskilämpötilat

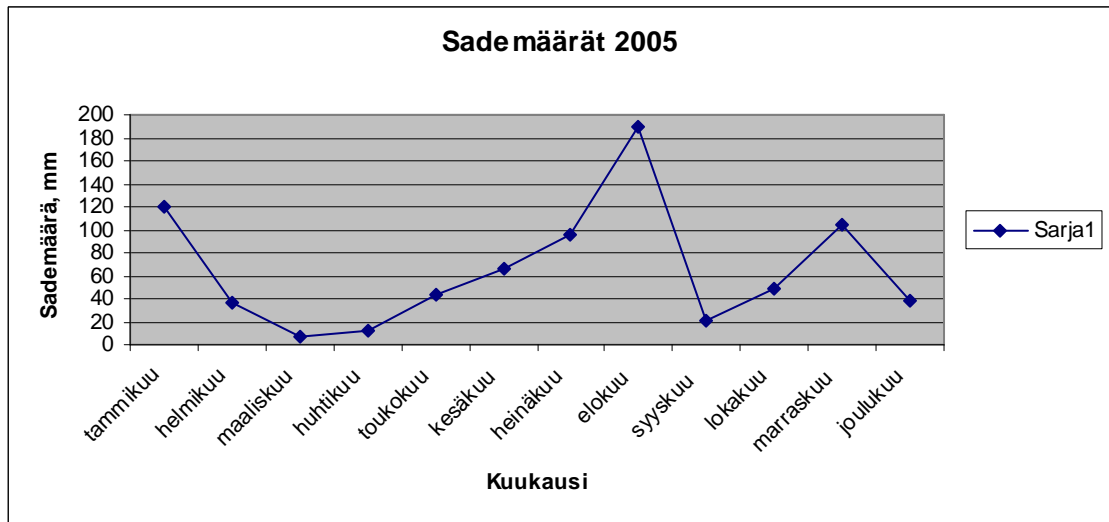


Kuva 5. Vuoden 2008 keskilämpötilat

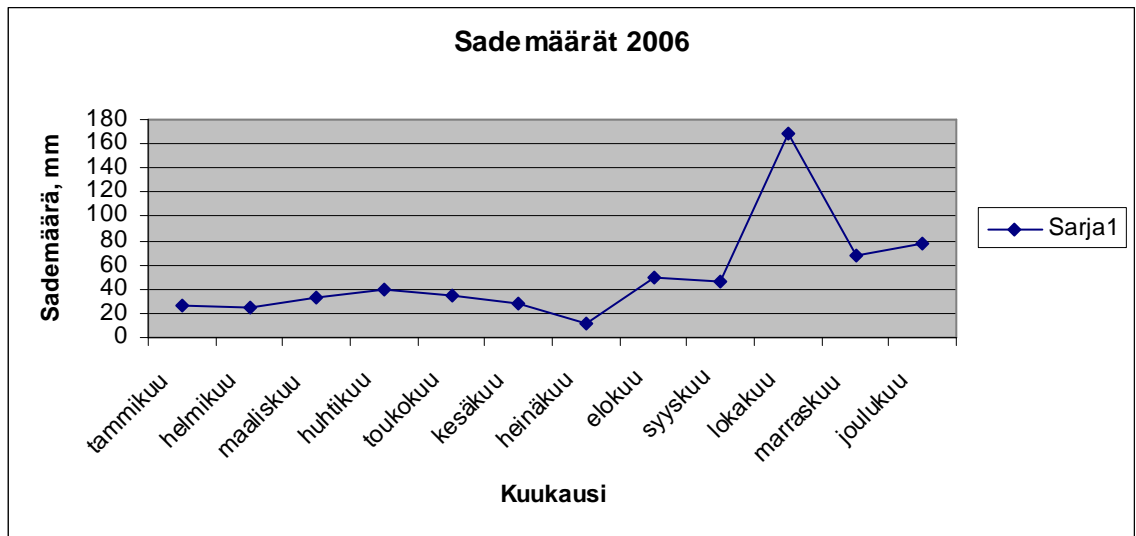
## 2. Sademäärät



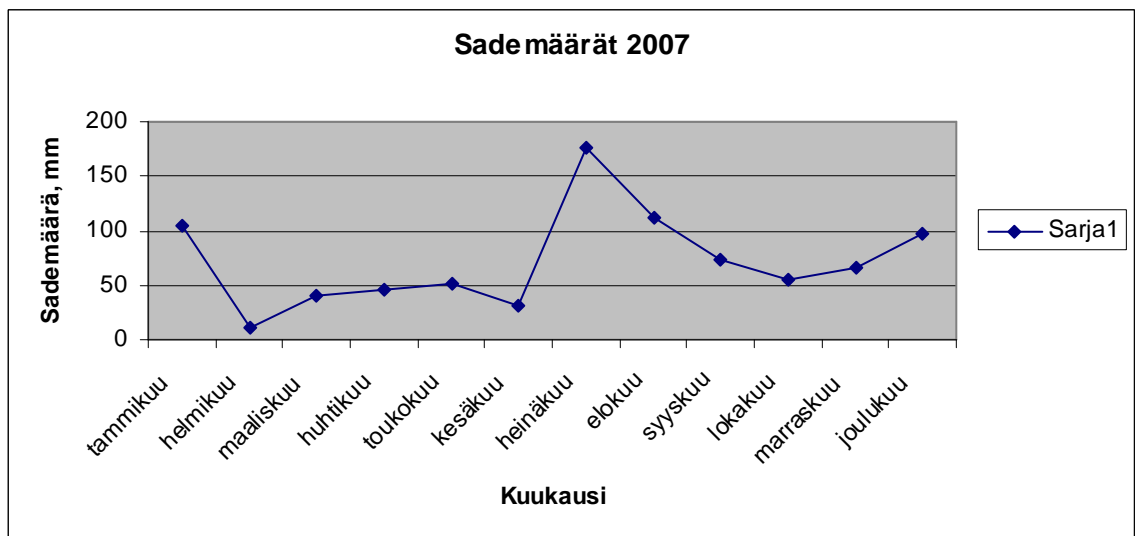
Kuva 6. Sademäärät 2004



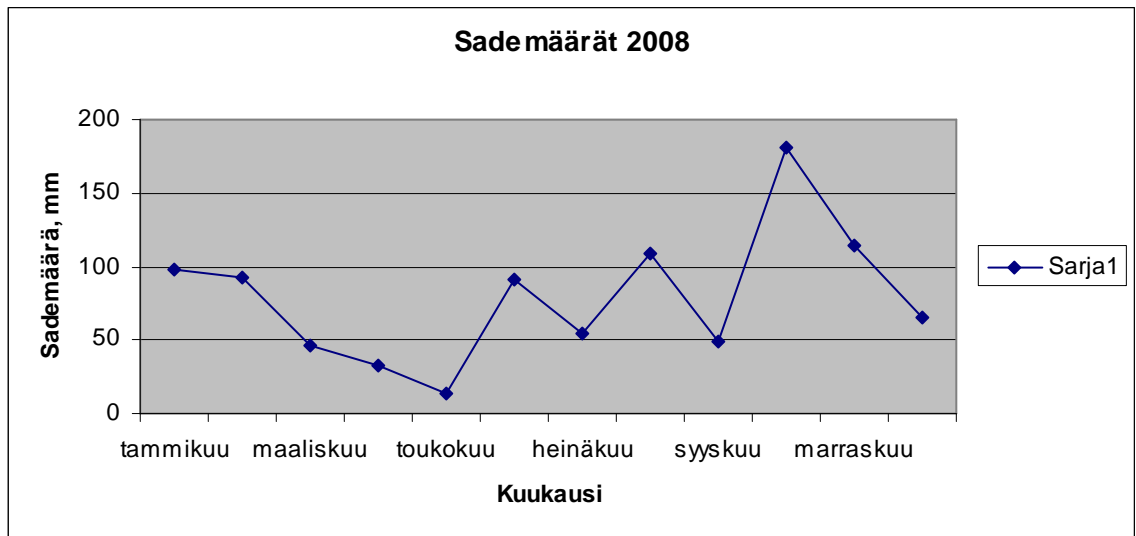
Kuva 7. Sademäärät 2005



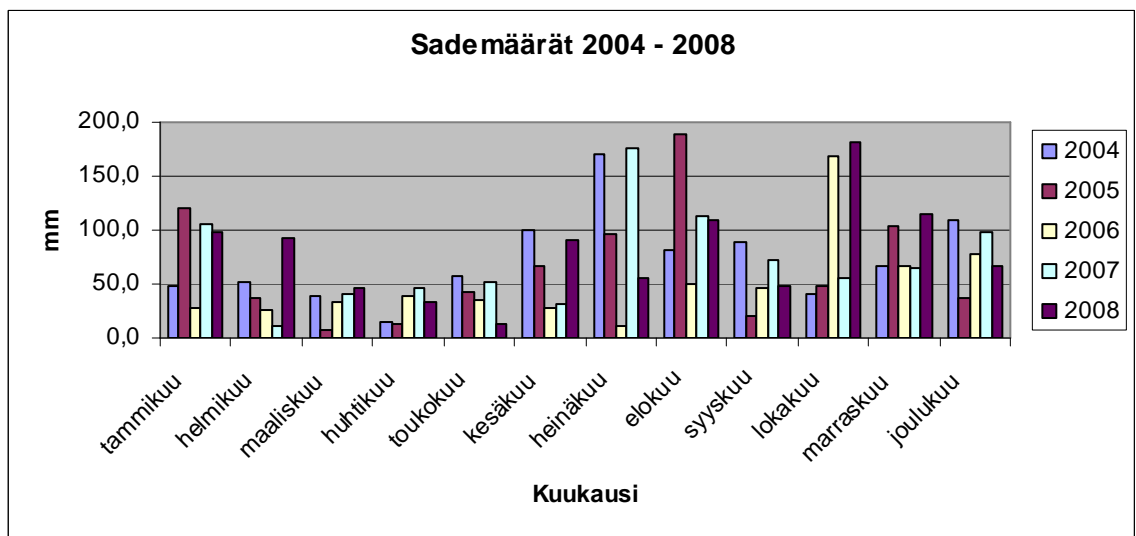
Kuva 8. Sademäärät 2006



Kuva 9. Sademäärät 2007



Kuva 10. Sademäärät 2008



Kuva 11. Sademäärät 2004–2008