



**SAVONIA**

OPINNÄYTETYÖ - AMMATTIKORKEAKOULUTUTKINTO  
TEKNIIKAN JA LIIKENTEEN ALA

# JÄTEVESIPUMPPUJEN TUK- KEUTUMINEN JA KUNNON- VALVONTA

TEKIJÄ: Henrik Linnove

Koulutusala Tekniikan ja liikenteen ala			
Koulutusohjelma/Tutkinto-ohjelma Ympäristötekniikan tutkinto-ohjelma			
Työn tekijä(t) Henrik Linnove			
Työn nimi Jätevesipumppujen tukkeutuminen ja kunnonvalvonta			
Päiväys	31.5.2018	Sivumäärä/Liitteet	28/252
Ohjaaja(t) Yliopettaja Pasi Pajula ja lehtori Teemu Räsänen			
Toimeksiantaja/Yhteistyökumppani(t) APL Systems Oy			
Tiivistelmä <p>Opinnäytetyön tarkoituksena oli tutkia Suomen vesilaitosten ongelmia jätevesipumppujen tukkeutumiseen liittyen. Tämän lisäksi työssä selvitettiin, kuinka vesilaitokset valvovat jätevesipumppujen kuntoa. Tutkimuksen toimeksiantajana toimi APL Systems Oy, joka on Kuopiolainen ympäristön hallinnan ja monitoroinnin palveluja tarjoava yritys.</p> <p>Tutkimus toteutettiin haastattelemalla 20:n eri vesilaitoksen edustajaa puhelimitse sekä internetpohjaisen kyselytutkimuksen avulla, joka lähetettiin sähköpostin välityksellä 210:lle vesihuollon ammattilaiselle. Työn teoreettisessa viitekehyksessä käsiteltiin yleisimmin käytettyjä jätevesipumppuja sekä niiden juoksupyöriä ja mekaanista kunnonvalvontaa yleisesti.</p> <p>Tutkimuksesta saatujen vastausten perusteella jäteveden pumppaukseen käytettävistä pumpuista yleisin on keskikapopumppu, joko kuiva-asenteisena tai uppoasenteisena. Kunnonvalvontaan käytettävistä metodeista eniten käytössä ovat kaukovalvonta sekä vuosittain pumpuille tehtävät huollot. Tutkimuksen mukaan pumppuihin liittyvistä parametreista kaukovalvonnan avulla seurataan yleisimmin pumppujen käyntiaikaa sekä käyntikertoja. Suomen vesilaitoksilla tapahtuu tutkimuksen perusteella jätevesipumppujen tukkeutumista tavallisesti harvemmin kuin keran kuukaudessa ja tukkeutumisesta johtuvia ylivuotoja ei tapahdu juuri koskaan.</p> <p>Kunnonvalvonnan osalta Suomen vesilaitoksilla jätevesipumppujen seuranta on selkeästi keskittynyt automatisoituun kaukovalvontajärjestelmään, joka lähettää hälytyksen häiriötilanteissa kunnossapitoryhmälle. Isossa kuvassa jätevesipumppujen tukkeutumista ei pidetä suurena haasteena vesilaitoksilla. Pienellä otannalla ja yksittäisissä tarkasteluissa ne ovat kuitenkin tutkimuksen mukaan merkittävä ongelma vesilaitoksilla. Jätevesitoiminnan laajuudella ei kuitenkaan vaikuttaisi olevan suoraa yhteyttä tukkeutumisten määrään.</p>			
Avainsanat jätevesipumppu, kunnonvalvonta, tukkeutuminen, vesihuolto			

Field of Study Technology, Communication and Transport			
Degree Programme Degree Programme in Environmental Technology			
Author(s) Henrik Linnove			
Title of Thesis Clogging and Condition Monitoring of Wastewater Pumps			
Date	31 May 2018	Pages/Appendices	28/252
Supervisor(s) Mr Pasi Pajula, Principal Lecturer & Mr Teemu Räsänen, Senior Lecturer			
Client Organisation /Partners APL Systems Oy			
<p><b>Abstract</b></p> <p>The object of the thesis was to find out the problems concerning the clogging of wastewater pumps faced by Finnish waterworks. In addition, waterworks' condition monitoring methods of wastewater pumps were part of the examination. The thesis was commissioned by APL Systems Oy, which is a company located in Kuopio providing environmental management and monitoring services.</p> <p>The study was conducted by interviewing representatives of 20 different waterworks by telephone and an internet based survey that was sent to 210 water supply experts via email. The theoretical framework of the thesis deals with the most commonly used wastewater pumps and impellers along with mechanical condition monitoring in general.</p> <p>Based on the results of the research, the most commonly used pump for wastewater pumping is a centrifugal pump either submersible or a dry pit installation. The most current methods for condition monitoring are remote monitoring and annual maintenance of pumps. According to the study, the running time and calls of the pumps are the most commonly followed pump related parameters from a remote monitoring system. Clogging of wastewater pumps usually occurs less than once a month in Finnish waterworks and overflows due to clogging are rare.</p> <p>In general, the condition monitoring of wastewater pumps is clearly focused on an automatic remote monitoring system which sends an alarm to the maintenance group when technical problems occur. In a large scale, clogging of wastewater pumps is only a minor challenge for waterworks. However, with a small sampling and individual examination clogging is a major problem for waterworks. The extent of waterworks' wastewater activity would not have a direct link to the number of clogs.</p>			
<p><b>Keywords</b> clogging, condition monitoring, wastewater pump, water supply</p>			

## ESIPUHE

Haluaisin kiittää APL Systems Oy:n toimitusjohtaja Antti Leskistä ja myyntijohtaja Timo Mämmelää erinomaisesta opinnäytetyöaiheesta sekä kannustuksesta työprosessin aikana. Suomen vesilaitosten edustajat ansaitsevat kiitokset ahkerasta puhelimeen vastaamisesta ja keskusteluhalukkuudesta. Omia kurssitovereitani haluaisin kiittää aktiivisesta vertaistuesta opiskelun hetkinä, jolloin oma ymmärrykseni oli hieman vajaavaisempaa. Kiitokset myös perheelleni kaikesta tuesta opintojeni aikana.

Kuopiossa 31.5.2018

Henrik Linnove

## SISÄLTÖ

1	JOHDANTO .....	6
2	PUMPUT JÄTEVEDEN PUMPPAUKSESSA .....	8
2.1	Jätevesipumppaamoiden tarve vesihuollossa .....	8
2.2	Ruuvipumppu .....	8
2.3	Keskipakopumppu .....	9
2.3.1	Kuiva-asenteinen pumppu .....	10
2.3.2	Uppopumppu .....	10
2.3.3	Repijäpumppu .....	11
2.4	Juoksupyörät .....	11
2.4.1	Suljettu juoksupyörä .....	11
2.4.2	Puoliavoin juoksupyörä .....	12
2.4.3	Avoin juoksupyörä .....	13
2.4.4	Pyörrevirtausjuoksupyörä .....	13
3	TUTKIMUSMENETELMÄT .....	15
3.1	Puhelinhaastattelut .....	15
3.2	Kyselytutkimus .....	15
3.2.1	Kyselytutkimuksen rakenne .....	15
4	JÄTEVESIPUMPPUJEN KUNNONVALVONTA .....	17
4.1	Kunnonvalvonta yleisesti .....	17
4.2	Jätevesipumppujen kunnonvalvonta .....	17
4.2.1	Kaukovalvonta .....	17
4.2.2	Vuosihuolto .....	19
4.2.3	Pumppaamokäynnit ilman pumpun nostoa .....	20
4.2.4	Kunnonvalvonnan kehittäminen ja uudistaminen .....	20
5	JÄTEVESIPUMPPUJEN TUKKEUTUMINEN .....	21
5.1	Jätevesipumppujen tukkeutumisesta .....	21
5.2	Tukkeutumisen yleisyys .....	21
5.3	Tukkeutumisen toistuvuus .....	22
5.4	Tukkeutumisen syyt .....	23
5.5	Tukkeutumisen havaitseminen .....	23
6	YLIVUODOT JÄTEVEDEN PUMPPAUKSESSA .....	24
7	POHDINTA JA JOHTOPÄÄTÖKSET .....	25
	LÄHTEET .....	27
	LIITE 1: KYSELYTUTKIMUKSEN YHTEENVETO (VAIN TILAAJAN KÄYTTÖÖN) .....	29
	LIITE 2: KYSELYTUTKIMUKSEN YKSITTÄISET VASTAUKSET (VAIN TILAAJAN KÄYTTÖÖN) .....	29

## 1 JOHDANTO

Maailmalla lisääntynyt ympäristötietoisuus ja sen asettamat vaatimukset ovat tuoneet haasteita useille eri aloille. Energiankulutusta täytyisi pienentää ja sen eteen työskennelläkin useissa yrityksissä entistä enemmän. Myös jätevesipumppaamojen ylivuotoihin suhtaudutaan entistä tiukemmin ja vähänkin suuremmista vahingoista saa lukea lehdistä. Vesihuollon alalla jäteveden pumppaamiseen käytettävät pumpput ovat välttämättömiä ja käyttävätkin suuren määrän koko vesihuoltoon käytettävästä energiamäärästä. Toimivan ja järjestelmällisen kunnonvalvonnan avulla voidaan seurata muutoksia pumppujen energiankulutuksessa sekä rakenteellisissa osissa ja näin ollen valmistautua niiden elinkaaren päättymiseen ennakoivasti säästäten resursseja. Energiankulutusta lisäävät myös pumppeihin takertuvat erilaiset kiintoaineet, joita jätevesi sisältää. Kiintoaineiden vaikutuksesta pumpput voivat tukkeutua ja pysähtyä kokonaan. Pahimmassa tapauksessa tämä saattaa johtaa pumppaamojen ylivuotoihin, jotka tuovat lisäkustannuksia vesilaitoksille.

Kehittynyt teknologia on myös tuonut epäsuorasti oman lisänsä jätevesisektorille. Nykyään on laitteita, jotka käyttävät vähemmän vettä toimintoihinsa kuin edeltäjänsä. Lisäksi kaikkialla kehoitetaan ihmisä käyttämään vettä säästeliäästi. Tämä tarkoittaa, että myös jätevettä muodostuu vähemmän. Kiintoainetta jätevesi kuitenkin sisältää saman verran kuin aikaisemmin, joten sen prosentuaalinen osuus jätevedessä on kasvanut. Näin ollen pumppujen tukkeutuminen on todennäköisempää. (Jungklas Nybo 2013, 24.)

Tämä opinnäytetyö on osa APL-Systems Oy:n hanketta, joka kartoittaa vesihuoltoalan tarvetta kehittämälleen tekniikalle. Työn tavoitteena on selvittää, onko jätevesipumppujen tukkeutuminen ongelma Suomen vesilaitoksilla sekä millä eri tavoin pumppujen kuntoa valvotaan.

### APL Systems Oy

APL Systems Oy on Kuopiolainen yritys, joka tarjoaa palveluja ympäristön hallinnan ja monitoroinnin toimialalla Suomessa sekä kansainvälisesti. Se on ollut toiminnassa yli kymmenen vuotta ja työllistää vakituisesti noin kymmenen henkilöä. Heidän palvelunsa koostuu pääasiassa äänen, ilman ja pienhiukkasten mittauksista ja niihin liittyvien laitteiden jatkuvatoimisesta valvonnasta.

### Akustiikkaan perustuva mittaus

Akustisia mittauksia käsitellään myös nimellä melun mittaus ja se perustuu akustiseen värähtelyyn. Anturina näissä mittauksissa toimii mikrofoni tai stresswave-anturi. Toisin kuin esimerkiksi runkovärähtelyn mittauksessa ei akustisen värähtelyn mittaukseen vaikuta pumpun ääni. Akustisen mittauksen etuna on myös sen herkkyys, joten sen avulla voidaan havaita pumpussa tapahtuvat muutokset aikaisemmin, kuin esimerkiksi juuri runkovärähtelyn mittauksen avulla. Akustinen värähtely koostuu useista värähtelyn lähteestä peräisin olevista signaaleista ja on laajakaistaista. Sen analy-

sissä ei käytetä materiaaleja hyvin läpäiseviä matalataajuisia signaaleja vaan korkeataajuisia värähtelyjä, jotka vaimenevat nopeammin ja näin ollen värähtelyn eri lähteet on helpompi erotella toisistaan. Yleisesti värähtelysignaalien käyttökelpoisuus kunnonvalvonnassa riippuu merkittävästi signaalien jälkikäsittelystä ja sama pätee myös akustiseen signaaliin.

## 2 PUMPUT JÄTEVEDEN PUMPPAUKSESSA

Jätevesi sisältää erilaisia kiintoaineita sekä paljon viemäriin kuulumatonta tavaraa. Jäteveden moni-  
muotoisuuden vuoksi ja tukkeutumisen ehkäisemiseksi jätevesipumppujen täytyy olla läpäisykyvyll-  
tään parempia kuin esimerkiksi talousveden pumppaukseen käytettävät pumput. Nykyään jäteveden  
pumppaukseen käytetään pääosin keskipako periaatteeseen perustuvia oppopumppuja, joko kuiva-  
asenteisena tai nimensä mukaisesti uppoasenteisena. Puhelinhaastattelujen perusteella Suomessa  
on ainakin yksi jätevesipumppaamo, jossa on käytössä ruuvipumppu.

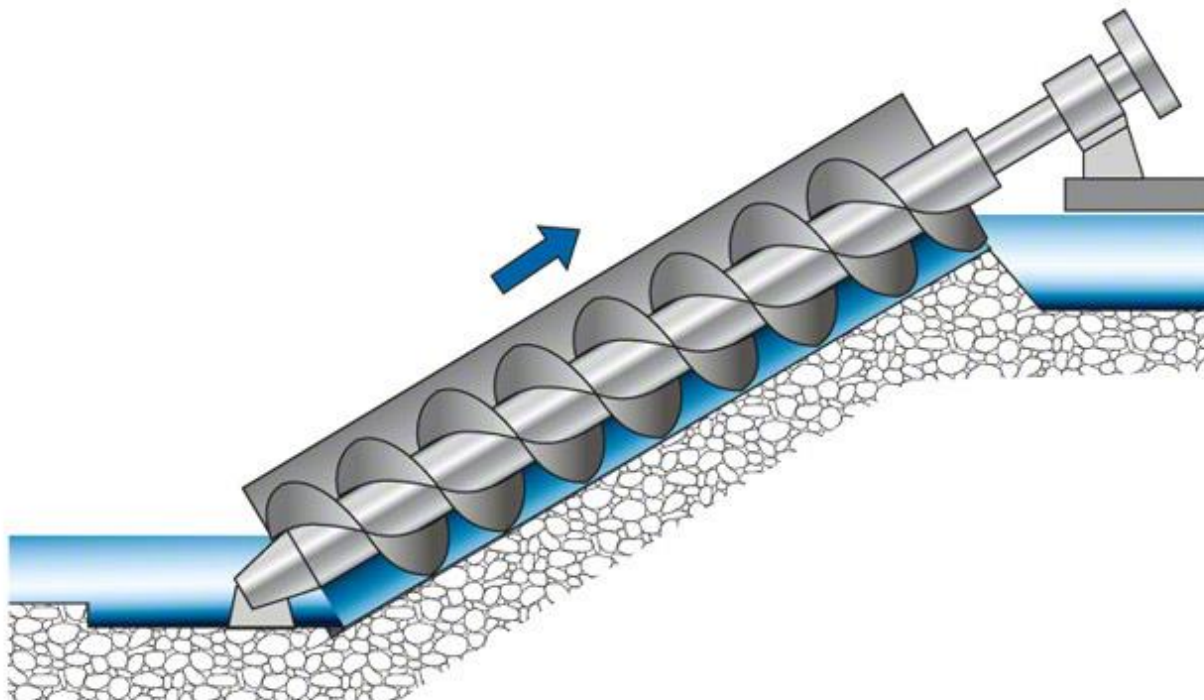
### 2.1 Jätevesipumppaamoiden tarve vesihuollossa

Jätevesi pyritään aina johtamaan viemäreissä painovoiman avulla, poikkeuksena haja-asutusalueille  
tyypilliset paineviemärijärjestelmät. Maastonmuodoista ja korkeuseroista johtuen tämä niin kutsuttu  
viettoviemäröinti ei kuitenkaan ole mahdollista kaikissa tapauksissa, jolloin on turvaututtava pump-  
paukseen. Jäteveden pumppaus suoritetaan yleensä, kun jätevesi halutaan johtaa maaston veden-  
jakajien yli tai mahdollisesti vesistöjen toiselle puolelle. Myös tilanteessa jossa maasto on tasainen ja  
viemäriin pitkä, vaaditaan usein pumppausta vedelle tarvittavan virtauksen aikaansaamiseksi. Kiin-  
teistökohtaisissa tapauksissa pumppaus tulee kyseeseen, kun tontilla sijaitseva rakennus, jossa jäte-  
vettä syntyy, on alemmassa maastonkohdassa kuin kunnallinen viemäriin. Luonnollisesti jätevesi  
johdetaan aina kohti jätevedenpuhdistamo. (Karttunen 2004, 487.)

### 2.2 Ruuvipumppu

”Ruuvipumpun muodostaa vinossa asennossa oleva ruuvi, joka pyöriessään siirtää veden ruuvikier-  
teen avulla ylöspäin”. Niiden tuotto vaihtelee välillä 40 l/s – 5000 l/s ja hyötysuhde on yleisimmin 75  
– 85 %, joka ei juuri muutu vesimäärän vaihdellessa. (Karttunen 2004, 34.) Rakenteen vuoksi ruu-  
vipumppuja ei käytetä yleensä yli kahdeksan metrin nostokorkeuksilla (Karassik 2001, 9.31). Yhdeksi  
ruuvipumpun eduksi voidaan lukea sen vaatimaa vähäistä upotussyvyyttä imualtaassa. Viemäri-  
sivumpuna se on hyvin varmatoiminen ja pystyy operoimaan runsaasti kiinteitä epäpuhtauksia si-  
sältävässä vedessä. Ruuvipumppu sopii myös erilaisten lietteiden siirtoon. (Karttunen 2004, 34.)  
Ruuvipumpun havainnekuva on esitettyä kuvassa 1.





KUVA 1. Havainnekuva ruuvipumpusta. Veden virtaussuunta pumpun käydessä on merkitty kuvaan sinisellä nuolella (KSB Inc.).

Markkinoilla on tarjolla myös epäkeskoruuvipumppuja, joilla nostokorkeus on moninkertainen tavalliseen ruuvipumppuun verrattuna.

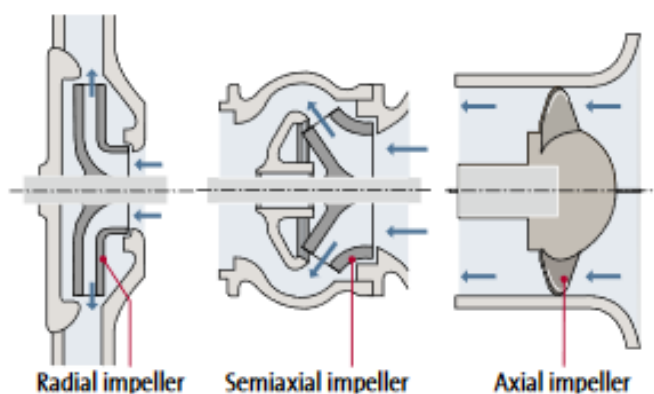
### 2.3 Keskipakopumppu

Keskipakopumppu on yleisimmin vesihuollon piirissä käytetty pumpputyyppejä. Yksinkertaisimmassa muodossaan se koostuu juoksupyörästä ja paikallaan olevasta pumppukammista. (Karttunen 2004, 27.) Keskipakopumppu tuottaa paineen nousun johtamalla nesteen moottorin avulla pyöritettävän juoksupyörän läpi. Neste virtaa sisääntulosta juoksupyörän keskiöön, josta se liikkuu pyörimisen vaikutuksesta juoksupyörän siivekkeiden ulkoreunalle kierukkapesään ja edelleen poistoputkeen. (Grundfos, 12.) Keskipakopumput voidaan luokitella kolmeen eri kategoriaan juoksupyörälle kohdistuvan virtauksen suunnan perusteella (KUVA 2):

- Radiaalipumput
- Puoliaksaali- eli diagonaalipumput
- Aksiaalipumput

Radiaalipumpuissa veden sisäinen virtaussuunta on suuremmilla nostokorkeuksilla kohtisuoraan pumpun akselia vastaan. (Karttunen 2004, 27.) Se on jätevedenpumpppaukseen käytettävistä pumpputyypeistä yleisimpiä.

Radiaalipumpuissa käytettävistä juoksupyöristä yleisimmät tyypit ovat avoin, puoliavoin ja suljettu juoksupyörä (Niemi 2017, 13). Kiinteiden epäpuhtauksien vuoksi jäteveden pumpppauksessa käytetään avarampisolaisia juoksupyöriä, kuin puhtaan veden pumpppauksessa (Karttunen 2004, 30).



KUVA 2. Radiaali-, puoliakiaali- sekä aksiaalipumppujen juoksupyörien virtaussuunat sinisillä nuolilla osoitettuna (Grundfos, 16).

### 2.3.1 Kuiva-asenteinen pumppu

Kuiva-asennetut pumput toimivat erillisessä pumpputilassa, josta ne imevät jätevettä putkea myöten imualtaasta. Tämän asennustyyppin etuna ovat hygieenisemmät olosuhteet huoltotoimenpiteille, sillä vain pumpun ja tarkemmin ottaen pumppupesän sisäosa sekä juoksupyörä ovat kosketuksissa jäteveden kanssa (KBS Inc.). Kuiva-asenteiset pumput vaativat yleensä erillisen jäähdytyksen, joka voidaan toteuttaa esimerkiksi glykolilla. Tämä pumppumalli on yleinen suurilla pumppaamoilla.

### 2.3.2 Uppopumppu

Uppopumppu (KUVA 3) on yhteenrakennettu pumppu- ja moottoriyksikkö, joka hieman mallista riippuen voi toimia nesteeseen upotettuna tai kuiva-asennettuna. Uppoliitännässä pumppaamon pohjalta kiinnitetään uppoliitin, jonka avulla pumppu kytkeytyy kiinteään poistoputkeen alas laskettaessa. Kyseisen asennusmenetelmän etu on huoltamisen helppous, sillä pumpun voi nostaa ja laskea paikalleen säiliön suuaukolta avaamatta ainuttakaan ruuviliitosta. (Sarvanne & Borg 1985, 17.) Uppopumppujen jäähdytyksen hoitaa yleensä pumppua ympäröivä jätevesi. Suuremman kokoluokan pumppuissa jäähdytys hoidetaan kuitenkin sisäisesti, esimerkiksi kuiva-asenteisen pumpun tavoin glykolilla. Uppoasenteisilla pumppuilla varustetut pumppaamot ovat edullisempia rakentaa, sillä erillistä pumpputilaa ei tarvita (KBS Inc.).



KUVA 3. Kuiva-asennukseen sekä uppoasennukseen sopiva uppopumppu (Xylem 2018).

### 2.3.3 Repijäpumppu

Nämä pumput ovat yleensä uppopumppuja, jotka on varustettu erillisellä repijälaitteella ennen varsinaista juoksupyörää. Repijän tehtävänä on "silputa" viemäriveden sisältämä kiintoaine terien avulla ja näin ollen estää pumpun tukkeutuminen. (Sarvanne & Borg 1985, 21.) Repijäpumppuja käytetään yleensä kiinteistöpumppaamoissa ja muissa pienikokoisissa pumppaamoissa.

## 2.4 Juoksupyörät

Tukkeutumisten ehkäisemiseksi on kehitetty erityisesti jäteveden pumppaukseen soveltuvia juoksupyöriä. Kyseisten juoksupyörien ominaispiirteitä ovat isokokoiset solat ja pienet siipiluvut. Jäteveden pumppaukseen uppopumppuilla käytetään yleensä yksi- tai kaksisiipistä juoksupyörää. (Sarvanne & Borg 1985, 19.)

### 2.4.1 Suljettu juoksupyörä

Tällaisen juoksupyörän siivet ovat yhteenrakennettu sivuseinien kanssa. Sivuseinät on suunniteltu niin, että mahdollisimman suuret kiintoaineet pääsisivät juoksupyörän läpi. Siivet ovat varustettu pyöreähköillä johdattelevilla reunoilla, joilla on pyritty ehkäisemään tukkeutumista. (Evans 2017.) Sivuseinien eduksi voidaan lukea niiden ominaisuus estää juoksupyörän siipien reunoilta tapahtuvaa vuotoa, eli vesi ei pääse liukumaan siiveltä pois ennen aikojaan seinien ansiosta. Seinät tuovat myös rakenteellista jäämäkkyyttä juoksupyörälle eikä siipien näin ollen tarvitse olla niin paksuja, jolloin juoksupyörän virtausalaa saadaan kasvatettua. Suurin ongelma tässä juoksupyörämallissa on kui-

tenkin juuri tukkeutuminen. Tukkeuman poisto suoritetaan käsin ja sitä varten täytyy pumppua hie-  
man purkaa. (Jensen Precast 2017.) Suljetun juoksupyörän rakennetta voi havainnoida kuvasta 4.



KUVA 4. Suljettu juoksupyörä (Ballun 2016).

#### 2.4.2 Puoliavoin juoksupyörä

Puoliavoimessa juoksupyörässä on sivuseinä vain toisella puolella siipiä. Kuten suljetussa versiossa, tässäkin juoksupyörätyypissä siivet voivat olla rakenteeltaan ohuimmat sivuseinän antaman jäykkyyden ansiosta. Myös vuotohäviöt ovat pienemmät kuin avoimessa juoksupyörässä, sillä vain toinen siipien reuna on avoin. Tämän juoksupyörän etuna on, että monet kiintoaineet jotka tukkisivat suljetun juoksupyörän, pääsevät tässä mallissa avoimelta puolelta läpi. Suurimpana haittana voidaan pitää juoksupyörän sisäistä paine-eroa siipien eri laidoilla, joka voi aiheuttaa suurta pitkittäispainetta ja sitä kautta liiallista kuormitusta pumpun laakereille. (Jensen Precast 2017.) Puoliavoin juoksupyörä on esitettyä kuvassa 5.



KUVA 5. Valuraudasta valmistettu kaksisiipinen puoliavoin juoksupyörä (Ashland Pump 2017).

### 2.4.3 Avoin juoksupyörä

Kuten nimestäkin voi päätellä, ei avoimella juoksupyörällä ole sivuseiniä lainkaan. Kiintoaineksen tarttuessa avoimeen juoksupyörään, saattaa se pystyä jauhamaan sen pienemmiksi osiksi pumpun pesää vasten ja näin ollen ehkäisemään pumpun tukkeutumisen. Yleisesti ottaen se toimiikin melko hyvin pehmeiden materiaalien kanssa, mutta kovat materiaalit aiheuttavat yleensä paljon kulumista juoksupyörälle sekä pumppupesälle. Koska juoksupyörässä ei ole sivuseiniä, täytyy siipien olla vahvempaa ja paksumpaa tekoa kuin suljetussa tai puoliavoimessa juoksupyörässä. Sen vuoksi virtausalakin on pienempi, kuin edellä mainituissa juoksupyörissä. Lisäksi vuotohäviöitä syntyy siipien molemmilta reunoilta. Kyseinen juoksupyörä ei kuitenkaan aiheuta juuri lainkaan pitkittäispainetta, eikä näin ollen rasita laakereita paljoakaan. Avoin juoksupyörä on myös helppo valmistaa mikä tekee siitä edullisen. (Jensen Precast, 2017.) Kuvasta 6 voi tarkastella avoimen juoksupyörän ulkoisia piirteitä.



KUVA 6. Avoin juoksupyörä (Jensen Precast 2017).

### 2.4.4 Pyörrevirtausjuoksupyörä

Pyörrevirtausjuoksupyörän eli vortex –juoksupyörän (KUVA 7) ero edellä mainittuihin juoksupyöriin on se, että pumppupesän seinän ja juoksupyörän siipien välillä on suurehko tyhjä tila (Sarvanne & Borg 1985, 21). Sen periaatteena on, että pyöriessään juoksupyörä muodostaa pyörteen eteensä ja vesi liikkuu pyörteen vaikutuksesta sisääntulosta poistoputkeen kasvavalla vauhdilla. Pyörrevirtausjuoksupyörän suurin etu on, että pumpattavassa nesteessä olevat kiintoaineet eivät välttämättä koske lainkaan juoksupyörään ja näin ollen säästävät sitä kulumiselta ja erityisesti tukkeutumiselta. (Jensen Precast 2017.) Huonona puolena tällä juoksupyörällä voidaan pitää hieman heikompaa hyötysuhdetta verrattuna muihin juoksupyöriin (Sarvanne & Borg 1985, 21).



KUVA 7. Pyörrevirtausjuoksupyörä eli vortex -juoksupyörä (Grundfos Ecademy, 7).

### 3 TUTKIMUSMENETELMÄT

#### 3.1 Puhelinhaastattelut

Tässä työssä tehtiin 20 puhelinhaastattelua Suomen vesilaitoksille, joiden tarkoituksena oli luoda pohja myöhemmin tehdylle laajemmalle kyselytutkimukselle. Puhelinhaastatteluissa tiedusteltiin vesilaitosten toiminnan laajuutta sekä toimintatapoja jätevesipuolella. Haastatteluiden tavoitteena oli laajentaa näkemystä Suomessa käytettävistä jätevesipumppaamoista sekä pumpputyypeistä. Tärkeintä haastatteluissa oli saada tietoa nykyisistä jätevesipumppujen kunnonvalvontamenetelmistä sekä mahdollisista haasteista pumppujen tukkeutumisten suhteen. Opinnäytetyön tilaajan puolesta haastatteluissa tiedusteltiin vesilaitosten halukkuutta osallistua mahdollisiin tutkimus- ja kehityshankkeisiin sekä vesihuollon ammattilaisten näkemystä APL Systems Oy:n kehitteillä olevan tekniikan tarpeellisuudelle alalla.

#### 3.2 Kyselytutkimus

Kyselytutkimus tehtiin internetpohjaiselle kyselyalustalle ja lähetettiin sähköpostin välityksellä 210:lle vesilaitoksen edustajalle Suomessa. Internetpohjainen kysely valittiin tutkimusmenetelmäksi sen vuoksi, että sen avulla on mahdollista tavoittaa useita henkilöitä lyhyessä ajassa sekä tutkimus näytetään kaikille vastaajille täysin samanlaisena, jolloin tulosten luotettavuutta ei tarvitse kyseenalaistaa siltä osin. Kyselyyn vastasi 58 henkilöä, joista yksi jätti vastaamisen kesken. Kyselytutkimuksen vastausprosentiksi saatiin 27,6 %. Kyselyn tärkeimpänä tavoitteena on selvittää tukkeutumisten osalta toistuvuutta ja syitä tukkeutumisille. Pumppujen seurannasta haluttiin selvittää, kuinka niiden kuntoa valvotaan, mitä tietoja kaukovalvonnasta saadaan sekä kuinka luotettavana saatuja tietoja pidetään ja mitä kehityskohteita kunnonvalvonnassa mahdollisesti on.

##### 3.2.1 Kyselytutkimuksen rakenne

Tutkimuksen rakenne ja kysymykset luotiin puhelinhaastattelujen tietojen, opinnäytetyön tekijän kokemuksen sekä tilaajan toiveiden perusteella. Kyselytutkimuksen yhteenveto ja tulokset kysymyksiin on nähtävissä liitteessä 1. Kaikki yksittäiset vastaukset sen sijaan on nähtävissä liitteessä 2.

Kyselyn ensimmäinen kohta varattiin vastaajan yhteystietoja varten. Toisessa kohdassa selvitettiin vesilaitosten jätevesiverkoston pituutta sekä koko vesihuoltoverkoston pituutta. Tällä kohdalla tarkoituksena oli saada tietoon vesilaitosten toiminta-alueen laajuus.

Kolmannessa, neljännessä ja viidennessä kohdassa kysyttiin pumppaamojen ja pumppujen kokonaismäärä sekä jakauma tehon ja asennustyyppin mukaan. Näillä kysymyksillä saatiin selville jätevesitoiminnan suuruusluokka vesilaitoksilla. Tärkeintä oli kuitenkin myöhempiä kysymyksiä varten saatu

tieto pumppujen ja pumppaamojen määrästä, jolloin voitiin ottaa huomioon esimerkiksi tukkeutumisten esiintymisen yleisyys useita pumppaamoja hallinnoivilla vesilaitoksilla verrattuna vähemmän pumppaamoja hallinnoiviin pieniin vesilaitoksiin.

Kuudennen kohdan tarkoituksena oli selvittää vesilaitosten käyttämiä menetelmiä pumppujen kunnonvalvontaan liittyen. Puhelinhaastattelujen perusteella oli selvää, että useimmat vesilaitokset käyttävät pumppujen seurantaan kaukovalvontaa. Sen tiedon pohjalta laadittiin kohdat seitsemän ja kahdeksan, joiden avulla selvitettiin vesilaitosten kaukovalvontajärjestelmän avulla seurattavia parametreja sekä järjestelmän helppokäyttöisyyttä, luotettavuutta ja riittävyyttä.

Kyselytutkimuksen yhdeksännessä kohdassa kysyttiin vastausvaihtoehtojen avulla, kuinka suureksi ongelmaksi vesilaitokset kokevat tietyt jätevesipumppuja tai -pumppaamoita koskevat asiat. Lähtökohtaisesti kysymyksellä ja sen vaihtoehdoilla haettiin tietoa siihen, kuinka merkittävänä ongelmana vastaajat näkevät ylipäänsä jätevesipumppuihin liittyvät ongelmat suhteutettuna ongelmiin koko jätevesipuolella. Pohjimmainen ajatus oli siis seuraavanlainen: mikäli laitokset pitävät kysymyksessä esitettyjä ongelmia vähäisinä, eivät ne ole suurin ongelma jätevesihuollossa.

Kyselyn kohdat 10-13, käsittelevät pumppujen tukkeutumista. Kysymyksillä haluttiin selvittää tukkeutumisten määriä viikko-, kuukausi- ja vuositasolla.

Useiden väittämien ja kysymysten vastausvaihtoehdoissa käytettiin neliportaista kaavaa, jolloin vastaajalla oli vaihtoehtoina esimerkiksi täysin samaa mieltä, osittain samaa mieltä, osittain eri mieltä ja täysin eri mieltä. Tällä tavoin pystyttiin välttämään en osaa sanoa vastaukset sekä muuten vaan keskittien kulkijat.



## 4 JÄTEVESIPUMPPUJEN KUNNONVALVONTA

### 4.1 Kunnonvalvonta yleisesti

Erilaisten järjestelmien kunnonvalvonnan avulla pyritään minimoimaan kustannuksia sekä riskejä. Sen myötä pystytään myös lisäämään käyttöhenkilökunnan ja ympäristön turvallisuutta. Järjestelmässä tapahtuvan laajemman häiriön tai yksittäisen komponentin vikaantumisen havaitsemisen lisäksi on kunnonvalvonnan avulla mahdollista ennustaa järjestelmän piirissä olevien laitteiden ja komponenttien jäljellä oleva käyttöikä. Laadittujen ennusteiden perusteella on näin ollen mahdollista luoda suunnitelma järjestelmälle ja sen laitteille tehtävistä huolto- ja korjaustoimenpiteistä. Kunnonvalvonnan keskeinen tavoite on siis auttaa hyödyntämään järjestelmän ja sen laitteiden käyttöikä mahdollisimman tehokkaasti. (Kauranne 2004, 4.)

Kuntotilan arviointi tarkoittaa käytännössä laitteen tai komponentin nykytilan vertaamista sen aiempaan tilaan. Vertailussa aiemmalla tilalla tarkoitetaan yleensä uutta tai vain testattua laitetta. Edellä mainittujen keskinäiseen vertailuun voidaan käyttää laitteiden välillä yhden tai useamman toimintapisteen arvoja. Käytännössä laitteelle määritetään enakkoon raja-arvot kuntotilojen välille ja mikäli ne ylittyvät, on laite vaihtamiskelpoinen. Tällaisella yksinkertaisella valvonnan keinolla ei ole mahdollista kuitenkaan arvioida laitteen käyttöiän päättymistä, vaan sillä voidaan vain todeta se jo tapahtuneeksi. Jos halutaan saada ennuste käyttöiän päättymisestä, on saatuja vertailutietoja tallennettava sekä niiden pohjalta luotava trendi. Ennusteen tarkkuus on yleensä suoraan verrannollinen mitattavien suureiden määrään eli mitä useampi mitattava suure sen tarkempi ennuste. (Kauranne, 2004, 5.)

Yleisesti ottaen täytyy kunnonvalvontajärjestelmän havaita vikaantuminen luotettavasti sekä olla riippumaton ulkoisista häiriötekijöistä. Lisäksi järjestelmän on oltava helppokäyttöinen, edullinen ja sen täytyy olla sovellettavissa laajalle toiminta-alueelle. (Kauranne 2004, 5.)

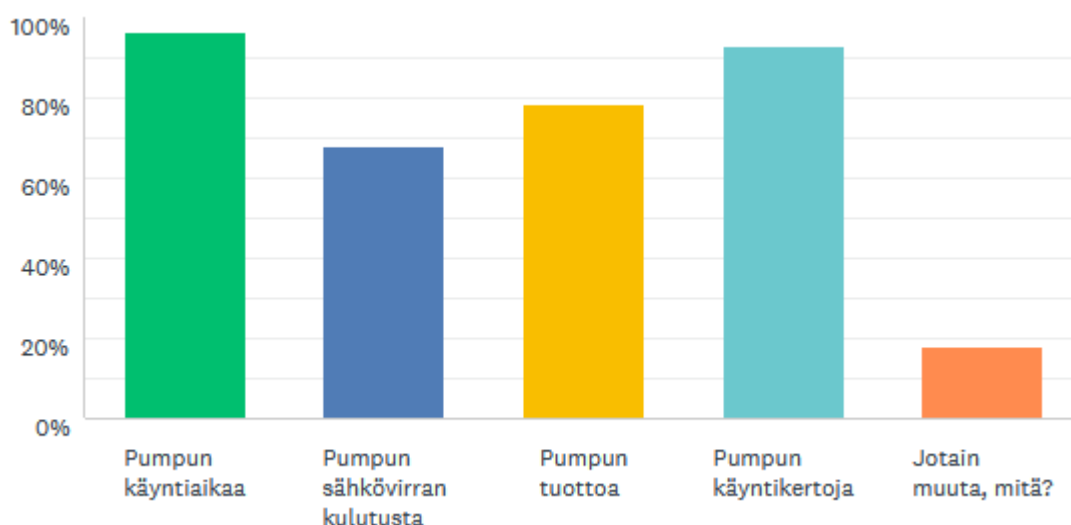
### 4.2 Jätevesipumppujen kunnonvalvonta

Haastattelujen ja kyselytutkimuksen perusteella Suomen vesilaitokset valvovat pumppujen kuntoa ja tilaa kaukovalvonnan avulla. Lisäksi useat laitokset tekevät tai teettävät pumpuilleen huollon vuosittain. Jotkut laitokset suorittavat myös kuukausittain tai viikoittain pumppaamokäyntejä, joilla laitokset tarkkailevat pumppujen ääntä sekä yleisilmettä kuitenkin niitä nostamatta.

#### 4.2.1 Kaukovalvonta

Noin 96 % kyselyyn vastanneista vesilaitoksista käyttää pumppujen seurantaan kaukovalvontaa. Sen avulla seurattavista parametreista yleisimmät ovat pumpun käyntiaika ja pumpun käyntikerrat.

Käyntiaikaa seuraa vastanneiden mukaan noin 96 % Suomen vesilaitoksista ja käyntikertoja noin 92 %. Myös pumpun käyttämä sähkövirta ja tuotto ovat valvonnan alaisina usealla vesilaitoksella. Muita vastauksissa ilmenneitä harvinaisempia seurattavia parametreja ovat tärinä, ääni ja resonointi, pumpun ominaisenergia sekä pumpun tuottama paine. Kyselytutkimuksen tuloksia kaukovalvonnan parametreihin liittyen voi tarkastella kuviosta 1.



KUVIO 1. Kyselytutkimukseen vastanneiden vesilaitosten yleisimmät kaukovalvonnan avulla seurattavat parametrit. Kysymys "Jos käytössänne on kaukovalvonta, mitä pumppuun liittyviä parametreja seuraatte siitä? (valitse kaikki seuraamanne asiat)".

Kaukovalvonnasta saatavia tietoja pitivät osittain tai täysin riittävinä noin 80 prosenttia kyselytutkimukseen vastanneista. Väitteeseen "nykyisestä kaukovalvontajärjestelmästä saatavat tiedot ovat täysin luotettavia", osittain samaa mieltä oli noin 64 % vastanneista ja täysin samaa mieltä 20 %.

Tiedusteltaessa kaukovalvontajärjestelmän tulkinnan helppoutta, jakaantuivat kyselyyn vastanneiden näkemykset jonkin verran. Väitteen "Nykyisen kaukovalvontajärjestelmän tulkinta on helppoa myös kokemattomalle työntekijälle" kanssa täysin samaa mieltä oli noin 18 prosenttia 55:stä kyseiseen kohtaan vastanneesta. Noin 47 prosenttia oli osittain samaa mieltä ja noin 31 prosenttia osittain eri mieltä väitteen kanssa. Täysin eri mieltä asiasta oli noin 4 prosenttia vastanneista.

Kaukovalvontajärjestelmän avulla saataviin hälytyksiin liittyviä väitteitä esiintyi kyselytutkimuksessa yksi. Kyseisen väitteen "Nykyinen kaukovalvontajärjestelmä antaa hälytyksen aina pumpun käyntiajan pitkittyessä" kanssa täysin samaa mieltä oli noin 36 % vastanneista ja osittain samaa mieltä noin 18 %. Osittain eri mieltä väitteen kanssa oli niin ikään noin 18 % ja täysin eri mieltä noin 27 %.

Kyselytutkimuksessa esiintyneen väitteen ”Nykyisen kaukovalvontajärjestelmän tuottamasta datasta huomaa pienimmänkin tukoksen pumpussa” kanssa täysin samaa mieltä oli noin 15 % ja osittain samaa mieltä noin 42 % vastanneista. Osittain eri mieltä väitteen kanssa oli noin 27 % ja täysin eri mieltä noin 16 % vastaajista.

Kaukovalvonnan avulla on tärkeää pystyä vertaamaan nykyhetken tilannetta aikaisempaan esimerkiksi seuraamalla trendin muutosta. Väitteen ”Nykyisestä kaukovalvontajärjestelmästä on helppoa seurata trendin muutosta pumpun käynnin osalta (esim. tämän hetkinen tilanne verrattuna kolmen kuukauden takaiseen)” kanssa täysin samaa mieltä oli noin 47 % vastaajista ja osittain samaa mieltä noin 24 %. Osittain eri mieltä asian kanssa oli noin 25 % ja täysin eri mieltä noin 4 % vastaajista.

Kyselyyn vastanneista noin 56 prosenttia oli täysin samaa mieltä ja noin 40 prosenttia osittain samaa mieltä väitteestä, jonka mukaan pumpun juoksupyörän ja pesän epänormaali kuluminen olisi tärkeää huomata mahdollisimman aikaisessa vaiheessa. Väitteen ”Olisi tärkeää huomata pumpun muiden mekaanisten osien vioittuminen mahdollisimman aikaisessa vaiheessa” kanssa täysin samaa mieltä oli noin 63 % ja osittain samaa mieltä noin 32 %.

#### 4.2.2 Vuosihuolto

Vuosihuollon tavoitteena on luonnollisesti pidentää pumpun käyttöikää sekä ylläpitää sen toimintakykyä. Huollon yhteydessä on mahdollista havaita pumpun rakenteessa epänormaalia kulumista tai muuta poikkeavaa, jolloin asiaan kannattaa reagoida. Kyselyyn vastanneista vesilaitoksista noin 63 % suorittaa pumpuilleen vuosihuollon. Huollossa voidaan tarkastaa mm.

- pumpun ulkoinen kunto
- pumpun virtakaapelin kunto
- öljyt
- juoksupyörän ja pumppupesän kunto
- juoksupyörän välitys
- pumpun laakerien kunto

Pumpuissa on mahdollista käyttää öljyä, joka muuttuu valkoiseksi, kun siihen sekoittuu vettä ja näin ollen voidaan havaita pumpun mahdollisia vuotoja. Huoltoon voi kuulua myös eristysvastusmittaus, jolla tutkitaan sähkömoottorin kaapelin ja johtimien eristyksen kuntoa. Tyypillisesti eristysvastusmittaus tehdään sähkömoottorin johtimien välillä sekä johtimien ja maadoituksen välillä (Opetushallitus). Tulosten avulla voidaan todeta, onko eristykseen päässyt mahdollisesti kosteutta tai likaa ja onko niissä mahdollisesti halkeamia tai reikiä (Kannela 2014, 14).

#### 4.2.3 Pumppaamokäynnit ilman pumpun nostoa

Useilla vesilaitoksilla kierretään pumppaamoja säännöllisesti ja havainnoidaan ympäristöä ja pumppujen toimintaa ihmisaistien perusteella. Kyselytutkimuksen mukaan noin 60 % vesilaitoksista käy tarkastamassa pumppaamon ja pumppujen tilanteen kuukausittain ja noin 40 % tekee saman operaation viikoittain.

#### 4.2.4 Kunnonvalvonnan kehittäminen ja uudistaminen

Kyselytutkimuksessa kysyttiin ”mitkä asiat kaipaavat mielestäsi kehitystä jätevesipumppujen seurannassa?”. Kysymykseen annettiin kolme suoraa vaihtoehtoa, jotka olivat tukkeumien ennakointi, pumpun epänormaalin kulumisen ennakointi ja pumpun tuoton laskun havaitseminen. Näistä kolmesta pumpun tuoton laskun havaitseminen kaipaa eniten kehitystä noin 70 prosentin kannatuksellaan kahden muun vaihtoehdon kannatuksen ollessa reilut 50 prosenttia. Kysymykseen annettiin vaihtoehdoksi myös kohta ”jokin muu, mikä?”, johon vastaajat saivat kertoa sanallisesti omia näkemyksiään kehityskohteista. Näissä sanallisissa vastauksissa kehityskohteiksi ilmeni pumppujen energiankulutuksen seuranta sekä pumppujen käyttämän tehon määrän seuranta verrattuna pumpattuihin vesimääriin. Eräs vastaajista toivoi parannusta pumppujen kestävyYTEEN.

Kyselyn loppuosassa tiedusteltiin mitä uudistuksia vastaajat haluaisivat tuoda jätevesipumppujen kunnonvalvontaan. Vastauksissa toivottiin kaukovalvontaohjelmiston käytettävyyden parantamista, nopeampaa tiedonsiirtoa, selkeämpiä trendityökaluja sekä automaattisen ilmauksen mahdollisuutta kuiva-asenteisille pumppuille. Muita vastauksissa esiin nousseita uudistukohteita olivat ennakkohuoltojen lisääminen, pumppujen käyntilämpötilan mittaaminen, automaattinen huoltovahti sekä automaattinen normaalista poikkeavan tilanteen hälyttäminen. Eräs vastaajista haluaisi käyttöön automaattiset hälytykset, mikäli pumppaamon tuotto laskee ennalta määritetyn prosentuaalisen osuuden pitkän aikavälin trendistä.

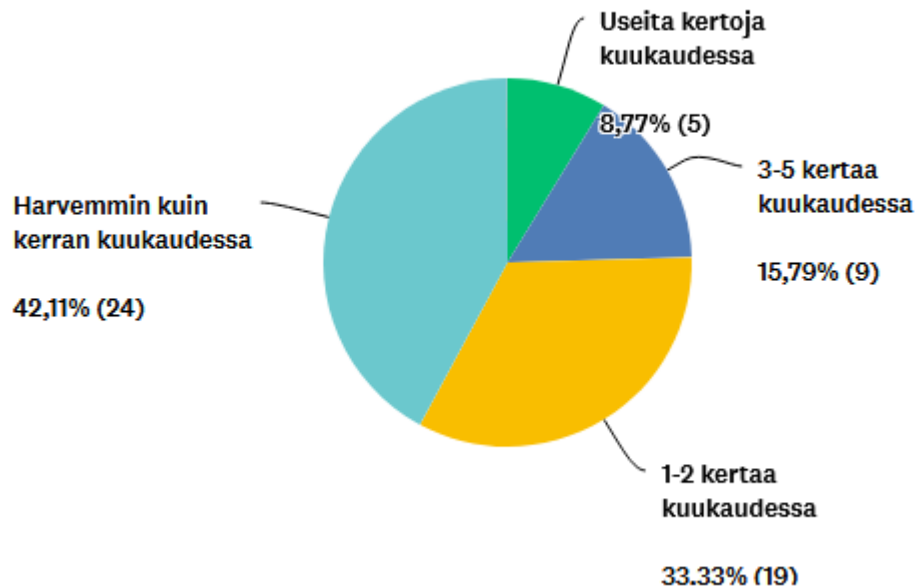
## 5 JÄTEVESIPUMPPUJEN TUKKEUTUMINEN

### 5.1 Jätevesipumppujen tukkeutumisesta

Jätevesi sisältää erilaisia kiintoaineita, jotka voivat aiheuttaa ongelmia jätevesipumpuille. Esimerkiksi erilaisten materiaalien kuten puun kappaleet voivat juuttua pumpun imuaukon suulle vähentäen veden virtausta pumpulle. Varsinainen tukkeuma kuitenkin syntyy, kun vierasesineet pääsevät pumpun juoksupyörään ja juuttuvat sen väliin. (KSB Inc.) Isomman kappaleen päätyessä juoksupyörän väliin, pumppu yleensä pysähtyy kokonaan. Aina pumppu ei kuitenkaan pysähdy kiintoaineiden vaikutuksesta, vaan esimerkiksi hiukset ja hammaslangan pätkät kerääntyvät juoksupyörään, jolloin pumpun tuotto laskee sekä sen käyttämä sähkövirta mahdollisesti nousee. Tällaisten alkavien tukkeumien havaitseminen varhaisessa vaiheessa voi tuottaa säästöjä pitkällä aikavälillä.

### 5.2 Tukkeutumisen yleisyys

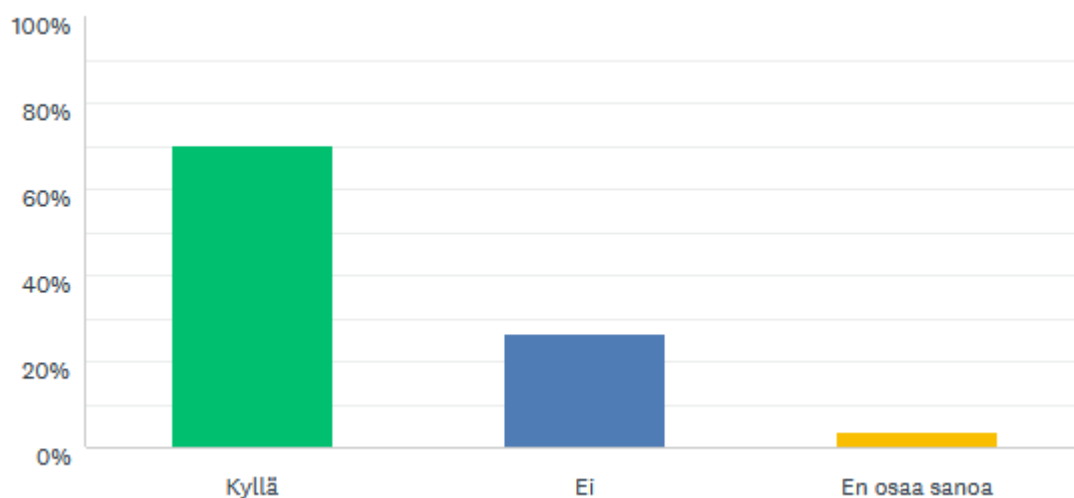
Noin 56 % kyselyyn vastanneista piti pumppujen tukkeutumista vähäisenä ongelmana ja noin 42 prosentilla vastanneista pumppujen tukkeutumista ilmenee harvemmin kuin kerran kuukaudessa. Kyselyn tuloksien kannalta huomion arvoista on, että joillakin vesilaitoksilla on käytössään vain muutamia kymmeniä pumppuja ja toisilla useita satoja. Suuremmilla vesilaitoksilla on näin ollen enemmän mahdollisuuksia tukkeutumisille kuin pienemmillä vesilaitoksilla. Tästä huolimatta vesilaitokset, jotka vastasivat pumppaamoilla ilmenevän tukkeumia useita kertoja kuukaudessa, olivat sekä useita satoja pumppuja omaavia vesilaitoksia että muutamia kymmeniä pumppuja omaavia vesilaitoksia. Kyselyn tuloksia tukkeutumisten yleisyyteen liittyen voi tarkastella kuvioista 2.



KUVIO 2. Kyselytutkimuksessa esiintyneen kysymyksen "Kuinka usein jättevesipumppaamollanne ilmenee tukkeumia?" tulokset. Prosenttien perässä sulkeissa vastaajien lukumäärä.

### 5.3 Tukkeutumisen toistuvuus

Noin 70 prosenttia kyselyyn vastanneista ilmoitti, että pumppujen tukkeutumista tapahtuu lähtökohdaisesti aina samoilla pumppaamoilla. Syyt edellämainittuun toistuvuuteen ovat mahdollisesti puhe-  
linhaastatteluissakin ilmi tulleet pumppaamojen läheisyydessä sijaitsevat laitokset kuten vankilat tai hoitokodit. Kyseisistä laitoksista kulkeutuu viemäriin normaalia enemmän tekstiileitä ja muita vierasesineitä, jotka juuttuvat pumpun juoksupyörään ja näin ollen aiheuttavat tukoksen. Kuviossa 3 on esitetty tukkeutumisen toistuvuutta tiedustelleen kysymyksen tulokset.



KUVIO 3. Vastausten jakauma kyselytutkimuksen kysymykseen "Tapahtuuko tukkeutumista lähtökohtaisesti aina samoilla pumppaamoilla?".

#### 5.4 Tukkeutumisen syyt

Kyselytutkimuksessa tiedusteltiin syitä tukkeutumiselle ja vastanneista noin 94 % ilmoitti, että jätevesipumppujen tukokset johtuvat usein tai lähes aina räiteistä tai muista teksteilleistä. 51:stä vastanneesta 55 prosenttia ilmoitti kerääntyvistä hiuksista, hammaslangoista ja vastaavista johtuvia tukkeutumisia tapahtuvan harvoin, 24 prosentin mukaan vastaavasti kyseisiä tukkeutumia on usein ja 20 prosentin mukaan ei koskaan. 53:stä vastanneesta noin 77 % ilmoitti puunkappaleista johtuvia tukkeutumisia tapahtuvan harvoin sekä hiekasta ja kivistä johtuvia tukkeutumisia tapahtuvan 71 prosentin mukaan harvoin.

#### 5.5 Tukkeutumisen havaitseminen

Jätevesipumpun täysin pysäyttävät tukkeumat ovat yleensä helposti havaittavissa kaukovalvontajärjestelmän antaessa siitä hälytyksen. Pienemmät hiljalleen muodostuvat tukkeumat sen sijaan voivat jäädä huomaamatta, sillä sellaiset eivät välttämättä aiheuta hälytystä kaukovalvonnassa seurattavien parametrien muuttuessa vain hieman. Tällöin saattaa tukkeuman havaitseminen olla täysin valvontajärjestelmän tuottamaa dataa lukevan henkilön varassa. Kyseisestä datasta voi puhelinhaastattelujen mukaan havaita alkavan tukkeuman pumpun ottaman sähkövirran kasvaessa, pumpun käyntiajan pidentyessä ja pumpun tuoton laskiessa. Noin 60 % vastanneista oli täysin samaa mieltä kyselytutkimuksessa esiintyneen väitteen "Olisi tärkeää huomata pumpun alkava tukkeutuminen mahdollisimman aikaisessa vaiheessa" kanssa.

## 6 YLIVUODOT JÄTEVEDEN PUMPPAUKSESSA

Jäteveden ylivuodoksi kutsutaan tilannetta, kun jossain viemäriverkoston kohdassa sen kapasiteetti ylittyy ja puhdistamaton jätevesi pääsee virtaamaan hallitsemattomasti luontoon. Syynä tällaiselle tapahtumalle voi olla esimerkiksi sähkökatko, jolloin jätevesipumppaamoissa olevat pumpput ovat pysähtyneenä eivätkä täten pumpppaa tulevaa jätevettä eteenpäin. Myös sulamisvedet ja tulvat voivat aiheuttaa ylivuodon. Sulamisvesiä ja rankkasateilla syntyviä hulevesiä pääsee jätevesiverkostoon mahdollisista vuotokohdista tai sekaviemärien kautta. Sekaviemärit ovat ratkaisuja, joissa hulevedet ja jätevedet päätyvät samaan viemäriin. Kyseisissä tulvatilanteissa jätevesipumppumpujen kapasiteetti ylittyy eli ne eivät yksinkertaisesti kykene pumppaamaan tulevaa jätevettä tarpeeksi nopeasti eteenpäin, jolloin pumpppaamo ajautuu ylivuotoon. Jätevedenpumppaamoissa on yleensä tällaisia tilanteita varten ylivuotoputki läheiseen vesistöön tai ojaan. Ylivuotojen välttämiseksi käytetään lähes aina jätevesipumppaamoissa vähintään kahta pumpppua, jolloin toisen vikaantuessa tai hajotessa pystyy toinen huolehtimaan jäteveden pumpppauksesta eteenpäin.

Ylivuotoon johtavia syitä tiedusteltiin kyselyssä kolmella suoralla kysymyksellä sekä antamalla vastaajalle sanallinen vapaus kertoa muita mahdollisia syitä. Pumpun mekaanisesta toimintahäiriöstä johtuvia ylivuotoja tapahtuu melko harvoin noin 56 prosentin mukaan kyselyyn vastanneista ja ei koskaan noin 26 prosentin mukaan. Vierasesineen juuttumisesta pumppuun eli käytännössä pumpun tukkeutumisesta johtuvia ylivuotoja tapahtuu niin ikään melko harvoin noin 51 prosentin mukaan ja ei koskaan noin 28 prosentin mukaan. Kysymykseen ”kuinka usein pumpppaamon ylivuoto johtuu jostain pumpun toimintakuntoon liittymättömästä tekijästä?”, vastasi melko usein noin 40 prosenttia vastaajista ja lähes aina 18 prosenttia vastaajista. Edellämainittuja pumpun toimintakuntoon liittymättömiä tekijöitä ovat esimerkiksi sähkökatkot, automaatiojärjestelmän viat ja muut sähköiset toimintahäiriöt kuten releiden ja kontaktoreiden hajoaminen. Muita sanallisessa muodossa esiintyneitä ylivuototilanteeseen johtavia syitä ovat kyselyn mukaan rankkasateet, lumen sulamisesta aiheutuvat tulvat sekä sisäisen putkistön jäätyminen.

Kysyttäessä jätevesipumppaamon ylivuotojen merkitystä vesilaitoksen imagoon asteikolla 1-10 (1 = vähäinen merkitys, 10 = suuri merkitys), saatiin keskimääräiseksi tulokseksi vastausten perusteella 8,1.



## 7 POHDINTA JA JOHTOPÄÄTÖKSET

Työn päätavoitteena oli selvittää, onko jätevesipumppujen tukkeutuminen ongelma Suomen vesilaitoksilla. Kyselytutkimuksen sekä puhelinhaastattelujen perusteella voidaan todeta, että tukkeutumista tapahtuu ja siitä on jonkin asteista haittaa, mutta isossa kuvassa se on kuitenkin vesilaitoksilla vain vähäinen ongelma. Pienemmällä otannalla ja yksittäisiä vesilaitoksia tarkastellessa tukkeutumiset kuitenkin ovat merkittäväkin ongelma. Vesilaitoksen jätevesitoiminnan laajuudella ei kyselytutkimuksen perusteella ole suoraa yhteyttä tukkeutumisten määrään. Mikäli isommilla ja pienemmillä vesilaitoksilla tapahtuu jätevesipumppujen tukkeutumista yhtä paljon, voi kyse olla esimerkiksi käytettävien pumpputyypin rakenteellisista eroista sekä tukkeutumisalttiudesta. Water Technology –lehden toimittaja Eric Tobinin maaliskuussa 2018 julkaiseman artikkelin mukaan pumpun juoksupyörän sekä pesän oikeanlaisella muotoilulla voidaan ehkäistä tukkeutumista. Tukkeutumiseen vaikuttaa myös pumppujen kokoluokka. Isoista, suuren läpäisykyvyn omaavista usean kymmenen kilowatin pumpuista menee läpi melkein mikä vaan toisin kuin pienemmistä alle kymmenen kilowatin pumpuista. Kyselyn perusteella juurikin alle kymmenen kilowatin pumppuja on suurin osa Suomen vesilaitosten käyttämistä pumpuista. Aina on kuitenkin muistettava, että lähes jokaisen tukkeutumisen taustalla on viemäriin kuulumattoman esineen tai asian juuttuminen pumpun juoksupyörään. Vierasesineet joutuvat viemäriin ihmisten toimesta, jota vesilaitosten on vaikea ehkäistä. Jatkuva valistus esimerkiksi sosiaalisessa mediassa sekä muilla tavoilla ihmisten ajatusmalleihin vaikuttaminen voi ajan myötä tuottaa tulosta ja sitä onkin syytä toteuttaa. Suomessa vesilaitosyhdistys on toteuttanut valistustoimintaa Pytty -kampanjan avulla vuodesta 2009 lähtien.

Puhelinhaastattelujen mukaan hoitolaitoksista, päiväkodeista, vankiloista ja muista vastaavista kuluu viemäriin normaalia enemmän pumppujen tukkeutumista aiheuttavia materiaaleja. Näissä kohteissa laitosten henkilökunta on avainasemassa valistustoiminnassa ja erityisesti päiväkodeissa asia olisi helpohko toteuttaa. Muissa laitoksissa tilanne on monimutkaisempi, sillä kyseessä ovat yleensä aikuiset ihmiset, joihin henkilökunnan auktoriteetti ei välttämättä tehoa yhtä helposti ja heidän ajatusmalleihin on täten vaikeampi vaikuttaa.

Kunnonvalvonnan saralla kaukovalvonta on selkeästi nykytrendin mukainen menetelmä ja onkin käytössä suurimmalla osalla vesilaitoksia. Siitä seurattavat parametrit kuitenkin vaihtelevat laitoksittain ja järjestelmiäkin on käytössä useita erilaisia. Kunnonvalvonnan kehityskohteista tuli ilmi, että kaukovalvontajärjestelmät voisivat olla helppokäyttöisempiä. Tässäkin varmasti on suuria eroja eri järjestelmien kesken ja niihin perehtyminen sekä vertailu, on järkevää hankintapäätöstä tehdessä. Vuosihuollon avulla vesilaitokset pyrkivät lisäämään pumppujen käyttöikä ja ylläpitämään niiden kuntoa. Se on myös erittäin yleinen kunnonvalvonnan keino Suomen vesilaitosten piirissä. Vuositaitaisten huoltotoimenpiteiden käytäntöä on syytä jatkaa, sillä sen avulla voidaan konkreettisesti ha-

vaita pumpuissa tapahtuneita rakenteellisia muutoksia kuten kulumista sekä pidentää säätöjen avulla pumppujen elinkaarta.

Suomen vesilaitoksilla tapahtuvat ylivuodot johtuvat useimmiten sähkölaitteiden hajoamisesta tai sähkökatkoista. Yksinkertaisin tapa sähkökatkoista johtuvien ylivuotojen ehkäisyyn on varustaa ainakin tärkeimmät pumppaamot varavirtalähteillä. Pienempiin pumppaamoihin sen sijaan voidaan tehdä liitäntä siirrettäviä varavirtalähteitä varten. Tukkeutumisesta aiheutuvia ylivuotoja tapahtuu hyvin vähäisessä määrin. Rankkasateista ja lumen sulamisesta johtuvien tulvien aiheuttamat ylivuodot voitaisiin ehkäistä korvaamalla vanhat sekaviemärit erillisviiemäreillä. Nykyään ei sekaviiemäreitä uutena tehdäkään. Lisäksi jätevesiverkoston vuotokohtien korjaamisella voitaisiin ehkäistä tulvista aiheutuvat ylivuodot. Erään kyselyyn vastanneen mukaan vuotovesien pääsy jätevesiverkostoon onkin ongelma, joka aiheuttaa ylivuotojen lisäksi turhaa pumppaamista sekä pumppujen kulumista.

## LÄHTEET

ASHLAND PUMP. 2018. [Viitattu 29.5.2018]. Saatavissa:

<https://www.ashlandpump.com/products/sewage-pumps//swfd100-1-hp-sewage-pump>

BALLUN, Jorie. 2016. Impeller Types for Ragging and Solids. [Viitattu 31.5.2018]. Saatavissa:

<https://blog.craneengineering.net/impeller-types-for-pumping-ragging-and-solids>

EVANS, Joe. 2017. Selecting the correct sewage pump impeller. Pump Industry. [Viitattu 28.5.2018].

Saatavissa: <https://www.pumpindustry.com.au/selecting-the-correct-sewage-pump-impeller/>

GRUNDFOS. (ei pvm). Main impeller types. Grundfos Ecademy. [Viitattu 30.5.2018]. Saatavissa:

[https://fi.grundfos.com/content/dam/Global%20Site/Training/Ecademy/Pumps%20Basic/Pumps\\_Task%203\\_Main%20impeller%20types.pdf/\\_jcr\\_content/renditions/original.pdf](https://fi.grundfos.com/content/dam/Global%20Site/Training/Ecademy/Pumps%20Basic/Pumps_Task%203_Main%20impeller%20types.pdf/_jcr_content/renditions/original.pdf)

GRUNDFOS. (ei pvm). The Centrifugal Pump. [Viitattu 14.5.2018]. Saatavissa:

[http://machining.grundfos.com/media/16620/the\\_centrifugal\\_pump.pdf](http://machining.grundfos.com/media/16620/the_centrifugal_pump.pdf)

JENSEN PRECAST. 2017. Impellers. [Viitattu 28.5.2018]. Saatavissa:

<http://www.jensenengineeredsystems.com/impellers/>

KANNELA, Joel. 2014. Oikosulkumoottoreiden ennaltaehkäisevä kunnonvalvonta resistanssimittaus-  
ten avulla. Lappeenrannan Teknillinen Yliopisto. Sähkötekniikan koulutusohjelma. Kandidaatintyö  
[Viitattu 14.5.2018]. Saatavissa:

[https://www.doria.fi/bitstream/handle/10024/102275/kandi\\_Joel\\_Kannela.pdf?sequence=2](https://www.doria.fi/bitstream/handle/10024/102275/kandi_Joel_Kannela.pdf?sequence=2)

KARASSIK, Igor J., MESSINA, Joseph P., COOPER, Paul. & HEALD, Charles C. 2001. Pump hand-  
book. 3. painos. New York: McGraw-Hill Companies.

KARTTUNEN, Erkki. 2004. RIL 124-2 Vesihuolto II. Helsinki: Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL  
R.Y.

KAURANNE, Heikki. 2004. Hydraulipumppujen kunnonvalvonta. Espoo: Otamedia Oy.

KSB INC. (ei pvm). Archimedean screw pump. [Viitattu 28.5.2018]. Saatavissa:

<https://www.ksb.com/centrifugal-pump-lexicon/archimedean-screw-pump/191708/>

KSB INC. (ei pvm). Installation types. [Viitattu 28.5.2018]. Saatavissa: [https://www.ksb.com/ksb-us/Products\\_and\\_Markets/waste\\_water/waste-water-pumps/](https://www.ksb.com/ksb-us/Products_and_Markets/waste_water/waste-water-pumps/)

KSB INC. 2015. Reducing Clogging in Wastewater Pumps: Introducing the AmaDS3 Pump Station. [Viitattu 29.5.2018]. Saatavissa: <https://www.ksb.com/ksb-ca-en/News/technical-articles/archives-2015-ca-en/reducing-clogging-in-wastewater-pumps/26112/>

NIEMI, Ari-Pekka. 2017. Mittaussuureiden hyödyntäminen pumppujen kuluman ja tukkeuman havaitsemisessa. Lappeenrannan teknillinen yliopisto. Ympäristötekniikan koulutusohjelma. Diplomityö. [Viitattu 14.5.2018]. Saatavissa: <https://www.doria.fi/bitstream/handle/10024/143312/Diplomity%C3%B6%20Ari-Pekka%20Niemi.pdf?sequence=2>

OPETUSHALLITUS. (ei pvm). Sähkökunnossapidon mittauksia. [Viitattu 14.5.2018]. Saatavissa: [http://www03.edu.fi/oppimateriaalit/kunnossapito/sahkotekniikka\\_b14\\_sahkokunnossapidon\\_mittauksia.html](http://www03.edu.fi/oppimateriaalit/kunnossapito/sahkotekniikka_b14_sahkokunnossapidon_mittauksia.html)

SARVANNE, Hannu & BORG, Hugo. 1985. Sarlin uppopumppukirja. OY E. SARLIN AB.

TOBIN, Eric. 2018. Proper wastewater pump design can reduce clogs. Water Technology. [Viitattu 29.5.2018]. Saatavissa: <https://www.watertechonline.com/proper-wastewater-pump-design-can-reduce-clogs/>

JUNGKLAS NYBO, Peter. 2013. New technology for modern wastewater. World Pumps, 2013, 1, 24-27. [Viitattu 31.5.2018]. Saatavissa: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0262176213700294?via%3Dihub>

XYLEM. 2018. Flygt N-Technology N 3171 Pump. [Viitattu 31.5.2018]. Saatavissa: <https://www.xylem.com/en-th/products-services/pumps--packaged-pump-systems/pumps/submersible-pumps/wastewater-pumps/n-technology-pumps/n-3171>

LIITE 1: KYSELYTUTKIMUKSEN YHTEENVETO (VAIN TILAAJAN KÄYTTÖÖN)

LIITE 2: KYSELYTUTKIMUKSEN YKSITTÄISET VASTAUKSET (VAIN TILAAJAN KÄYTTÖÖN)