

Opinnäytetyö (YAMK)

Ympäristötekniologia

2020

Jarno Arfman

# VÄLPPEENKÄSITTELYN KEHITTÄMINEN JA TEHOSTAMINEN

– Turun seudun puhdistamo Oy

Jarno Arfman

# VÄLPPEENKÄSITTELYN KEHITTÄMINEN JA TEHOSTAMINEN

- Turun seudun puhdistamo Oy

Kunnallisilla jätevedenpuhdistamoilla puhdistetaan kotitalouksien ja teollisuuden jätevesiä. Jätevedenpuhdistamolle kulkeutuu kiintoaineita esimerkiksi sekajätettä eli välpettä. Jätevedenpuhdistamolla välpe erotetaan jätevedestä välpillä, joista se johdetaan välpeenkäsittelyyn. Välpeenkäsittelyssä välpe kuljetetaan välpiltä eteenpäin välpeen pesuun, vedenpoistoon ja pakkaamiseen. Opinnäytetyössä keskitytään erityisesti Turun seudun puhdistamo Oy:n Kakolanmäen jätevedenpuhdistamon välpeenkäsittelyn kehittämiseen ja tehostamiseen. Opinnäytetyön tuloksia voidaan hyödyntää kuitenkin myös muissa vastaavan kaltaisissa jätevedenpuhdistamoissa.

Työssä on selvitetty vaihtoehtoisia ratkaisuja välpeenkäsittelyn kehittämiseksi ja tehostamiseksi kirjallisuuden, yleisen markkinakartoituksen, markkinakartoituksen ja referenssikohteissa vierailuiden avulla.

Kakolanmäen jätevedenpuhdistamon välpeenkäsittely ei vastaa nykypäivän laitteistojen mahdollistamia tuloksia välpeen pesussa ja vedenpoistossa. Välpeenkäsittelyn tehoa voidaan parantaa huomattavasti nykyisestäään tehostamalla välpeen pesua ja vedenpoistoa. Kehittämällä ja tehostamalla pesua ja vedenpoistoa voidaan nykyinen vuosittainen jätemäärä jopa puolittaa. Opinnäytetyön lopputuloksena on esitetty uusi välpeenkäsittely yksinkertaistetussa prosessikaaviossa ja siihen valitut laitteistot. Hankinnan edistämiseksi laadittiin myös hankintamäärittely, jonka pääkohdat on esitetty opinnäytetyön lopussa.

Uudessa välpeenkäsittelyssä välpeen pesua tehostetaan huomattavasti. Tällöin on mahdollista, että osa nykyisin välpejätteen mukana pois kulkeutuvasta rasvasta palautuukin jätevedenpuhdistusprosessiin. Jatkotoimenpiteenä tulisi selvittää, kuinka rasva saadaan käsiteltyä nykyistä paremmin jätevedenpuhdistusprosessissa.

## ASIASANAT:

Jätevedenpuhdistus, välpe, välpeenkäsittely, kuiva-ainepitoisuus, pesu

MASTER'S THESIS | ABSTRACT

TURKU UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Environmental Technology

2020 | 64 number of pages, 15 number of pages in appendices

Jarno Arfman

# DEVELOPING AND IMPROVING THE TREATMENT OF SCREENINGS

- Turun seudun puhdistamo Oy

Municipal wastewater treatment plants treat domestic and industrial wastewater. The wastewater received by a treatment plant carries solids, such as mixed waste, i.e. screenings. At the wastewater treatment plant, the screenings are separated from the wastewater using screens from which they are transferred to the screenings treatment. In the screenings treatment, the screenings are washed, dewatered and packaged.

This thesis focuses on the development and improvement of the screenings treatment at the Kakolanmäki wastewater treatment plant in Turku, Finland. However, the findings can also be applied at other similar wastewater treatment plants. Solutions for improving the screenings treatment and increasing its efficiency were explored through literature, general market investigation, a market survey, and visits to reference sites.

The results of the screenings treatment at the Kakolanmäki wastewater treatment plant do not correspond to results achieved with modern washing and dewatering equipment. The efficiency of the screenings treatment can be significantly improved by washing and dewatering the screenings more efficiently. By developing and improving the efficiency of screenings washing and dewatering, the current annual volume of screenings waste can be reduced by up to half.

As the outcome of the thesis, a new process of screenings treatment as well as the equipment selected for the treatment are presented through a simplified process diagram. In order to promote procurement, a purchase order was also prepared. The main points of the purchase order are presented at the end of the thesis.

The new screenings treatment significantly improves the efficiency of screenings washing. This enables returning some of the lipids, that are currently removed from the treatment along the screenings waste, back to the wastewater treatment process. As a follow-up measure, improved treatment of lipids should be investigated.

## KEYWORDS:

Wastewater treatment, Screenings, Screenings treatment, Dry solid content, Screenings dewatering, Screenings washing

# SISÄLTÖ

<b>KÄYTETYT LYHENTEET TAI SANASTO</b>	<b>7</b>
<b>1 JOHDANTO</b>	<b>8</b>
<b>2 OPINNÄYTETYÖN TARKOITUS</b>	<b>9</b>
<b>3 TURUN SEUDUN PUHDISTAMO OY JA KAKOLANMÄEN JÄTEVEDENPUHDISTAMO</b>	<b>11</b>
<b>4 VÄLPE JA VÄLPPEENKÄSITTELY</b>	<b>16</b>
4.1 Välpeenkäsittely yleisesti	18
4.2 Välpeen pesun ja vedenpoiston teoriaa	22
<b>5 KAKOLANMÄEN JÄTEVEDENPUHDISTAMON NYKYINEN VÄLPPEENKÄSITTELY</b>	<b>25</b>
5.1 Nykyisen välpeenkäsittelyn tulokset	30
5.2 Kakolanmäen jätevedenpuhdistamon nykyisen välpeenkäsittelyn kehittämiskohteet	38
<b>6 MARKKINAKARTOITUS</b>	<b>42</b>
6.1 Yleinen markkinoiden kartoittaminen ja markkinakartoitus	42
6.1.1 Markkinakartoituksen tulokset ja johtopäätökset	45
<b>7 KAKOLANMÄEN JÄTEVEDENPUHDISTAMON UUSI VÄLPPEENKÄSITTELY</b>	<b>52</b>
7.1 Uusi välpeenkäsittely	52
7.1.1 Perustelut valinnoille ja menetelmille	54
7.2 Hankintamäärittely	58
7.3 Välpeenkäsittelyn jatkotoimenpiteet	60
<b>8 YHTEENVETO</b>	<b>61</b>
<b>LÄHTEET</b>	<b>62</b>

## LIITTEET

- Liite 1. Markkinakartoituksen Hilma-ilmoitus
- Liite 2. Markkinakartoituksen kuvaus
- Liite 3. Markkinakartoituksen vuoropuhelun asialista
- Liite 4. Markkinakartoitus, pyyntö jättää ”lopullinen tarjous”
- Liite 5. Markkinakartoitus, tarjouskaavake ”lopullinen tarjous”

## KUVAT

- Kuva 1. Yksinkertaistettu prosessikaavio välppeen käsittelystä Kakolanmäen jätevedenpuhdistamolla ja opinnäytetyön rajausta (Turun seudun puhdistamo Oy I, 2019). 9
- Kuva 2. Turun seudun puhdistamo Oy omistajakunnat omistusosuuksineen ja viemäröintialue (Turun seudun puhdistamo Oy I, 2019). 11
- Kuva 3. Yksinkertaistettu jätevedenpuhdistamon prosessikaavio, Kakolanmäen jätevedenpuhdistamo (Turun seudun puhdistamo Oy I, 2019) 13
- Kuva 4. Karkeavälppä, monitankovälppä (Hydropress HUBER AB Suomen sivuliike, 2019). 18
- Kuva 5. Hienovälppä, porraskävelö (Hydropress HUBER AB Suomen sivuliike, 2019). 18
- Kuva 6. Kakolanmäen jätevedenpuhdistamon nykyinen välppeen käsittely, yksinkertaistettu prosessikaavio. 26
- Kuva 7. Kuva välppeestä 20.9.2019 (Turun seudun puhdistamo Oy I, 2019). 29
- Kuva 8. Välppeen käsittelyn ensimmäisen vaiheen toteutus. 53
- Kuva 9. Välppeen käsittelyn toisen vaiheen toteutus. 54
- Kuva 10. Pesuruuvipuristin pesukaukalolla ja korkeapaineyskiköllä (Hydropress HUBER AB Suomen sivuliike, 2019). 57

## KUVIOT

- Kuvio 1. Välppeen kuiva-ainepitoisuuden vaikutus massaan (Kuhn 2013, 55). 23
- Kuvio 2. Puristus paineen vaikutus välppeen kuiva-ainepitoisuuteen. Puristuksen kesto on kuvaajassa kolme minuuttia. (Kuhn 2013, 101.) 24

## TAULUKOT

- Taulukko 1. Välppeen sisältö tutkimuksessa kunnallisella jätevedenpuhdistamolla, jossa välpe jaoteltiin kymmeneen eri jakeeseen (Barillon ym. 2009, 528-529). 17
- Taulukko 2. Näyte 2.7.2014 (Lounais-Suomen vesi- ja ympäristötutkimus Oy I, 2014). 30

Taulukko 3. Näyte 11.9.2014 (Lounais-Suomen vesi- ja ympäristötutkimus Oy II, 2014).	30
Taulukko 4. Näytteet 26.9.2014 (Lounais-Suomen vesi- ja ympäristötutkimus Oy III, 2014).	30
Taulukko 5. Näytteet 26.8.2019 (Lounais-Suomen vesi- ja ympäristötutkimus Oy IV, 2019).	31
Taulukko 6. Näytteet 15.10.2019 (Lounais-Suomen vesi- ja ympäristötutkimus Oy V, 2019).	32
Taulukko 7. Näytteet 28.10.2019 (Lounais-Suomen vesi- ja ympäristötutkimus Oy VI, 2019).	33
Taulukko 8. Näytteiden tulosten epävarmuudet (Lounais-Suomen vesi- ja ympäristötutkimus Oy VI, 2019).	34
Taulukko 9. Lopullisen ehdotuksen antaneiden laitetoimittajien vertailutaulukko.	51

## KÄYTETYT LYHENTEET TAI SANASTO

Lyhenne	Lyhenteen selitys (Lähdeviite)
BOD	Biologinen hapenkulutus, Biochemical Oxygen Demand (Karttunen ym. 2004, 181).
COD	Kemiallinen hapenkulutus, Chemical Oxygen Demand (Karttunen ym. 2004, 181).
Elinjakso	Koneen tai laitteen käyttöikä tuotannossa (Järviö & Lehtiö 2012, 43).
Flotaatio	Flotaatio on prosessi, jossa vedestä erotetaan kiinteitä tai nestemäisiä aineita ilman tai muun kaasun avulla. Flotaatiossa veteen johdetaan ilmaa ja ilmakuplat tarttuvat poistettaviin aineisiin, jotka nostavat ne veden pinnalle. Veden pinnasta aineet kaavitaan pois keräyskouruun (Karttunen ym. 2004, 97-99).
Rejektivesi	Rejektivesi on esimerkiksi lingosta tai pesuruuvipuristimesta poistuvaa vettä, joka johdetaan takaisin jäteveden puhdistusprosessin puhdistettavaksi (Turun seudun puhdistamo Oy).
Tekninen vesi	Tekninen vesi on puhdistettua jätevettä, jota käytetään puhdistamoissa prosessivetenä ja muun muassa altaiden pesuissa (Turun seudun puhdistamo Oy).
TOC	Orgaaninen kokonaishiili, Total Organic Carbon, (Karttunen ym. 2004, 181).
PI-Kaavio	Putkisto- ja instrumentointikaavio (Suomen standardisoimisliitto SFS 2001, 14).

# 1 JOHDANTO

Kunnallisilla jätevedenpuhdistamoilla puhdistetaan kotitalouksien ja teollisuuden jätevesiä. Jätevedenpuhdistamoilla erotellaan jäteveden mukana sinne kulkeutuneet kiintoaineet. Kiintoaineita ovat sekajäte eli välpe, hiekka ja liete. Välpettä kulkeutuu viemäriin ihmisten ja teollisuuden toiminnasta sekä kaduilta sekaviemäröinnin kautta.

Jätevedenpuhdistuksessa niin Suomessa kuin muuallakin maailmassa kiinnitetään yleisesti liian vähän huomiota välpeenkäsittelyn tehokkuuteen. Erityisesti puhdistamoissa, joissa välpeen määrä on suuri, olisi erittäin tärkeää kiinnittää huomiota välpeenkäsittelyn tehokkuuteen. Huomiota välpeenkäsittelyssä tulisi kiinnittää välpeen pesun tehokkuuteen ja vedenpoistoon. Vaikka kustannukset välpeen kuljettamisessa ja hävittämisessä eivät vuositasolla ole merkittäviä, pitkällä aikavälillä kustannukset nousevat korkeiksi.

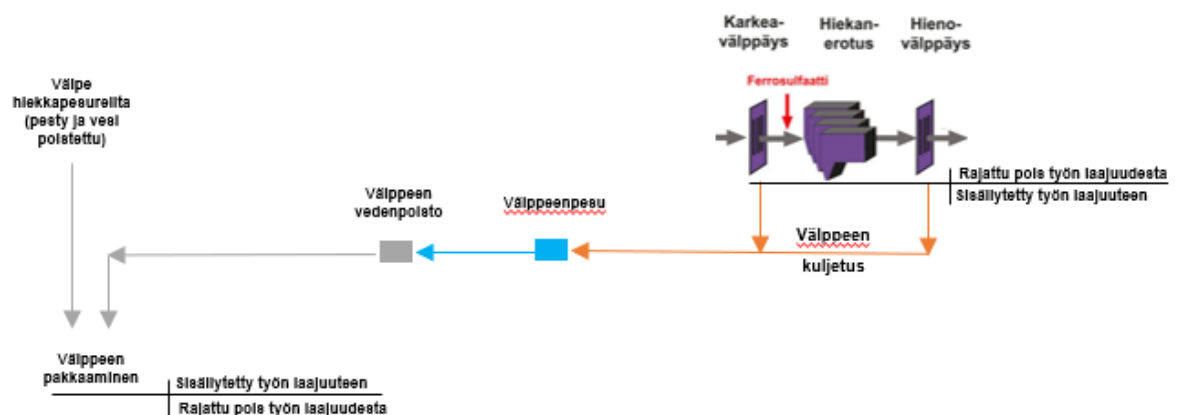
Tässä opinnäytetyössä ei ole keskitytty välpeen poistamiseen jätevedestä eli välppäykseen, vaan on keskitytty välpeenkäsittelyyn, jossa välpe kuljetetaan välpiltä eteenpäin, välpeen pesuun, vedenpoistoon ja pakkaamiseen. Opinnäytetyössä keskitytään erityisesti Turun seudun puhdistamo Oy:n Kakolanmäen jätevedenpuhdistamon välpeenkäsittelyn kehittämiseen ja tehostamiseen.



## 2 OPINNÄYTETYÖN TARKOITUS

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena on kartoittaa Kakolanmäen jätevedenpuhdistamolle soveltuva uusi tehokkaampi välppeen käsittely. Uudella välppeen käsittelyllä on tarkoitus saavuttaa mahdollisimman hyvä välppeen pesutulos, kuiva-ainepitoisuus sekä pieni välppeen määrä. Välppeen määrän pieneneminen vähentää suoraan jäte- ja kuljetuskustannuksia, jotka ovat pitkällä aikavälillä merkittäviä. Paremmalla välppeen pesulla välppeeseen sitoutunut BOD (biologinen hapenkulutus), COD (kemiallinen hapenkulutus) sekä TOC (orgaaninen kokonaishiili) voidaan hyödyntää paremmin puhdistamon biologisessa prosessissa.

Opinnäytetyössä tarkastellaan välppeen käsittelyä, joka on rajattu alkamaan välppien jälkeen ja päättymään sen pakkaamiseen. Välppeen käsittelyyn kuuluvat välppeen kuljetus, pesu, vedenpoisto ja pakkaaminen. Rajaus on esitetty kuvassa 1.



Kuva 1. Yksinkertaistettu prosessikaavio välppeen käsittelystä Kakolanmäen jätevedenpuhdistamolla ja opinnäytetyön rajaus (Turun seudun puhdistamo Oy I, 2019).

Kakolanmäen jätevedenpuhdistamon välppeen käsittelyä pitää kehittää ja tehostaa nykyisestäään, koska välppeen käsittely ei vastaa tehokkuudeltaan nykypäivän laitteistoilla saavutettavaa tasoa. Välppeen käsittelyn kokonaistarkastelu onkin tarpeen siksi, että puhdistamolla osataan tehdä välppeen käsittelyyn oikeanlaisia ja -aikaisia investointeja. Välppeen käsittelyn muuttaminen on kallista ja tämän vuoksi toteutettavat muutokset on jaettava osiin.

Opinnäytetyöhön on hankittu tietoa kirjallisuudesta, yleisen markkinakartoituksen, markkinakartoituksen ja referenssikohteissa vierailujen avulla.

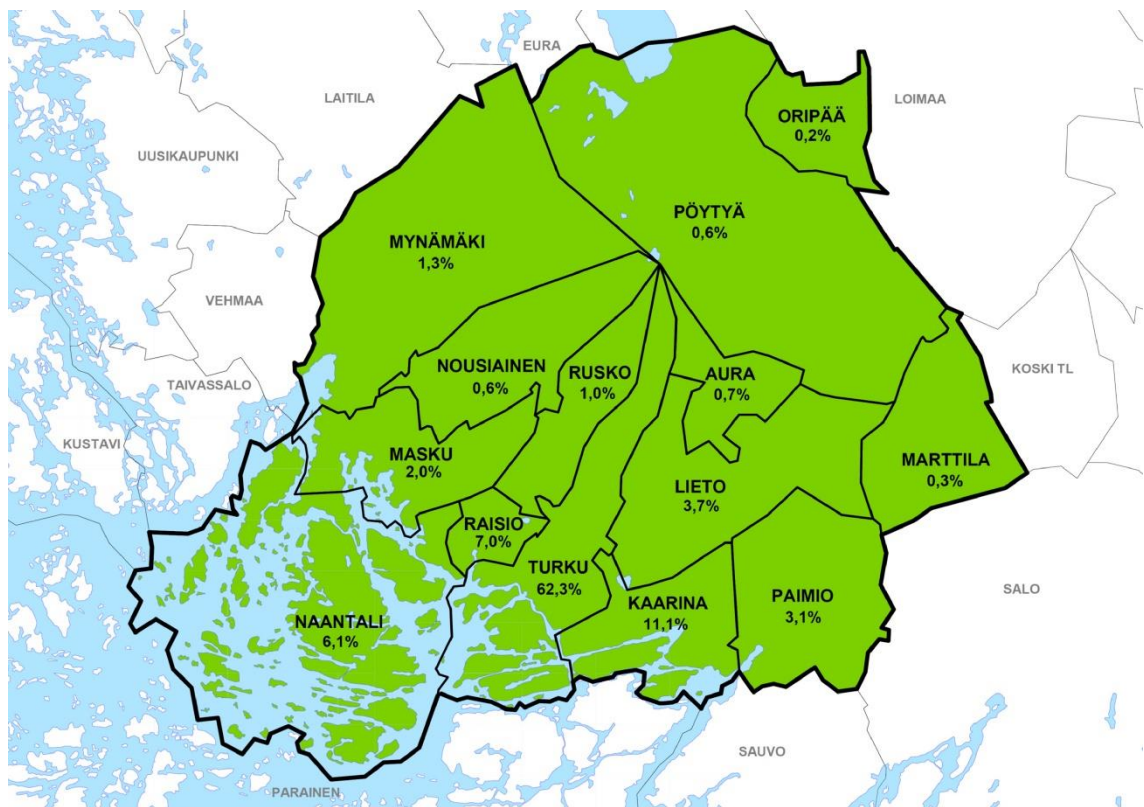
Välpeenkäsittelyn muuttaminen käynnissä olevassa puhdistamossa on haastavaa, koska prosessi on jatkuvasti käytössä. Muutokset välpeenkäsittelyssä on suunniteltava ja vaiheistettava erittäin huolellisesti, koska muutostöistä ei saa aiheutua haittaa tai katkoksia välpeenkäsittelyn ja sitä kautta puhdistamon toimintaan.

Opinnäytetyön lopputuloksena laadittiin laitteiston hankintamäärittely ja PI-kaavio (putki- ja instrumentointikaavio). Opinnäytetyön lopussa on esitetty karkea kaavio välpeenkäsittelyn muutoksista ja esitetty mitä asioita hankintamäärittelyssä on erityisesti otettu huomioon.

### 3 TURUN SEUDUN PUHDISTAMO OY JA KAKOLANMÄEN JÄTEVEDENPUHDISTAMO

#### Turun seudun puhdistamo Oy

Turun seudun puhdistamo Oy:n omistaa Turun alueen 14 kuntaa, jotka on omistusprosentteineen esitetty alla olevassa kuvassa 2. Turun seudun puhdistamo Oy vastaa Kakolanmäen jätevedenpuhdistamon toiminnasta, operoinnista ja puhdistustuloksesta. Turun seudun puhdistamo Oy:ssä työskentelee 12 työntekijää. Puhdistamon toimintoja tuetaan ulkoistetuilla palveluilla, muun muassa lietteenhyödyntämispalvelu, kunnossapito ja laboratoriopalvelut ovat ulkoistettuja. (Turun seudun puhdistamo Oy 2019.)



Kuva 2. Turun seudun puhdistamo Oy omistajakunnat omistusosuuksineen ja viemäröintialue (Turun seudun puhdistamo Oy I, 2019).

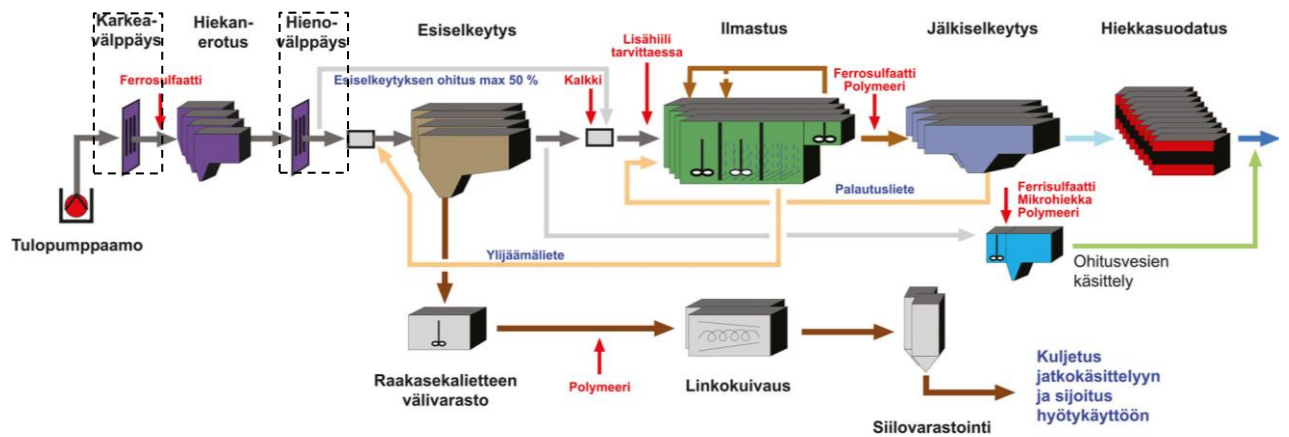
## **Kakolanmäen jätevedenpuhdistamo**

Kakolanmäen jätevedenpuhdistamossa käsitellään Turun seudun noin 300.000 asukkaan sekä teollisuuden jätevedet. Kakolanmäen jätevedenpuhdistamo on opinnäytetyön kirjoitushetkellä Suomen toiseksi suurin jätevedenpuhdistamo. Puhdistamon keskivirtaama on noin 90.000 m<sup>3</sup> vuorokaudessa. Kuvassa 2 on esitetty Kakolanmäen jätevedenpuhdistamon viemäröintialue, jonka alueella on noin 2000 km viemäriä ja noin 500 jätevesipumppaamaa. Kakolanmäen jätevedenpuhdistamo on otettu käyttöön vuonna 2009. (Turun seudun puhdistamo Oy 2019.)

## **Jätevedenpuhdistus ja välpeenkäsittely**

Kakolanmäen jätevedenpuhdistamo on neljälinjainen jätevedenpuhdistamo. Jätevedenpuhdistusprosessi perustuu mekaaniseen, kemialliseen ja biologiseen käsittelyyn. Biologisen käsittelyn maksimikapasiteetti on noin 8.000 m<sup>3</sup>/h ja ohitusvesien käsittely-yksikön kapasiteetti on noin 8.000 m<sup>3</sup>/h, joten puhdistamon yhteiskapasiteetti on noin 16.000 m<sup>3</sup>/h. Kakolanmäen jätevedenpuhdistamon prosessin toiminta on erittäin tehokasta. Puhdistusprosessissa orgaanisen aineen, fosforin ja kiintoaineen poistossa päästään 99 % puhdistustehoon ja typen osalta yli 80 % poistotehoon. (Turun seudun puhdistamo Oy 2019.)

Jätevesi johdetaan verkostosta puhdistamolle kahta linjaa pitkin, jotka yhdistyvät puhdistamon tuloaltaaseen. Tuloaltaasta vesi kulkee tulopumpuille, jotka nostavat jäteveden puhdistusprosessin alkuun. Puhdistusprosessin ensimmäinen vaihe on karkeavälppäys (kuva 3), jossa yli 10 mm kokoinen kiintoaine ja sekajäte eli välpe poistetaan mekaanisesti. Karkeavälppäyksestä välpe johdetaan välpeenkäsittelyyn, jonka toiminta on esitetty myöhemmin. (Turun seudun puhdistamo Oy 2019.)



Kuva 3. Yksinkertaistettu jätevedenpuhdistamon prosessikaavio, Kakolanmäen jätevedenpuhdistamo (Turun seudun puhdistamo Oy I, 2019)

Karkeavälppäyksen jälkeen jätevetteen lisätään saostuskemikaalia, ferrosulfaattia. Ferrosulfaatin avulla poistetaan fosforia jätevedestä. Ferrosulfaatti vaatii hapetuksen toimiaukseen jätevedenpuhdistusprosessissa. (Turun seudun puhdistamo Oy 2019.)

Karkeavälppäyksen jälkeen vesi johdetaan hiekanerotukseen ja hiekka laskeutetaan hiekanerotusaltaiden pohjalle. Hiekanerotuksessa jäteveden virtausnopeus pyritään pitämään suurena, jotta välpeettä ei laskeutuisi liiaksi hiekanerotusaltaan pohjalle. Hiekanerotuksessa jätevettä karkeakuplailmastetaan. Karkeakuplailmastuksen tarkoituksena on kelluttaa mahdollisimman suuri osa välpeestä hienovälpile, siten että mahdollisimman pieni osa välpeestä laskeutuu hiekanerotusaltaan pohjalle. Hiekanerotuksen karkeakuplailmastuksen tarkoitus on myös hapettaa karkeavälppäyksen jälkeen lisätty ferrosulfaatti ja kunnostaa hapeton jätevesi puhdistusprosessia varten. Hiekanerotuksen karkeakuplailmastuksella jäteveden sisältämä rasva nostetaan hiekanerotuksessa pintaan ja kerätään pois veden pinnalta, josta se pumpataan eteenpäin hienovälpile. (Turun seudun puhdistamo Oy 2019.)

Hiekanerotusaltaan pohjalta hiekka johdetaan hiekkapesureille, jossa hiekka pestään eli siitä poistetaan orgaaninen aines ja välpe. Hiekkapesureilta poistettava rejektivesi johdetaan rejektivesiväljän kautta rejektivesialtaaseen ja sitä kautta takaisin puhdistusprosessiin hienovälppien etupuolelle. Rejektivesiväljän tarkoituksena on erottaa hiekkapesurin rejektiveden mukana kulkeutuva välpe itse rejektivedestä. Rejektivesiväljällä poistettu välpe johdetaan puruna välpelavalle.

Hiekanerotuksen jälkeen jätevesi johdetaan hienovälpile, joissa jätevedestä poistetaan yli 2 mm suurempi kiintoaine eli välpe. Hienovälppäyksestä välpe johdetaan välpeenkäsittelyyn, jonka toiminta on esitetty myöhemmin. (Turun seudun puhdistamo Oy 2019.)

Karkea- ja hienovälpiltä välpe johdetaan välpeenkäsittelyyn. Välpeenkäsittelyssä välpe kuljetetaan kuljettimien avulla välpeen pesuun ja vedenpoistoon. Pesu ja vedenpoisto toteutetaan pesuruuvipuristimilla, jonka jälkeen välpe pakataan kippikouruja hyväksikäyttäen kuorma-auton lavalle eli välpelavalle. (Turun seudun puhdistamo Oy 2019).

Hienovälppäyksestä jätevesi johdetaan esiselkeytykseen, jossa jäteveden kiintoaine laskeutetaan painovoiman avulla altaiden pohjalle. Esiselkeytyksessä laskeutettu kiintoaine eli raakasekaliete sisältää paljon fosforia. Kiintoaineen laskeutuksen ja tiivistyksen jälkeen raakasekaliete johdetaan lietteen varastoaltaan kautta pumppujen avulla linko-kuivaukseen ja edelleen lietteen varastosiiloihin, joista lietteenhyödyntämispalvelun palveluntuottaja kuljettaa lietteen jatkokäsittelyyn. (Turun seudun puhdistamo Oy 2019.)

Esiselkeytyksen jälkeen jätevesi johdetaan ilmastusaltaisiin. Ilmastusaltaissa orgaaninen aines ja typpi poistetaan mikrobien avulla. Ilmastusaltaissa on hapellisia lohkoja, joissa ilmaa johdetaan hienokuplailmastimien kautta jätevedeen. Anoksisissa lohkoissa ei ole ilmastusta, vaan jätevettä sekoitetaan. Ilmastusaltaissa eri olosuhteet luovat erilaisille mikrobeille tarpeelliset olosuhteet jätevedenpuhdistuksen tarpeisiin. Ilmastusaltaista poistetaan ylijäämälietettä, jota muodostuu mikrobien kasvun seurauksena. Ylijäämäliete johdetaan esiselkeytykseen, josta se poistetaan osana raakasekalietettä. (Turun seudun puhdistamo Oy 2019.)

Ilmastusaltaista jätevesi johdetaan jälkiselkeytykseen, jossa jäteveden virtaus rauhoitetaan ja jätevedeen sekoittuneet mikrobit ja biomassa laskeutetaan jälkiselketyksaltaiden pohjalle ja palautetaan palautuslietteenä ilmastusaltaisiin. (Turun seudun puhdistamo Oy 2019.)

Jälkiselkeytyksestä jätevesi johdetaan hiekkasuodatukseen. Hiekkasuodatuksessa jätevesi johdetaan 1,5 m hiekkakerroksen läpi, jossa se suodattuu kulkiessaan hiekkapatjan läpi. Hiekkasuodatuksessa poistetaan viimeisinkin osa fosforista ja kiintoaineesta. (Turun seudun puhdistamo Oy 2019.)

Kakolanmäen jätevedenpuhdistamolla on perinteisen biologis-kemiallisen aktiivilieteprosessin lisäksi ohitusvesien käsittely-yksikkö, jonka puhdistusteho perustuu

kemialliseen käsittelyyn. Ohitusvesien käsittely-yksikön kapasiteetti on noin 8.000 m<sup>3</sup>/h, eli se kaksinkertaistaa puhdistamon kapasiteetin. Ohitusvesien käsittely-yksikkö käynnistyy automaattisesti, kun puhdistamon virtaama ylittää biologisen prosessin maksimikapasiteetin 8.000 m<sup>3</sup>/h. (Turun seudun puhdistamo Oy 2019.)

Hiekkasuodatuksesta ja ohitusvesien käsittely-yksiköstä puhdistettu jätevesi johdetaan poistokanavan ja purkuputken kautta mereen Turun Linnanaukon satama-altaaseen (Turun seudun puhdistamo Oy 2019).

## 4 VÄLPE JA VÄLPPEENKÄSITTELY

Jätevedenpuhdistamolla erotellaan veden mukana sinne saapuvat kiintoaineet. Kiintoaineita ovat sekajäte eli välpe, hiekka ja liete. Tässä kappaleessa kuvataan mitä on välpe, kuinka sitä muodostuu ja kuinka se erotetaan jätevedestä. Kappaleessa kerrotaan myös välpeenkäsittelyssä yleisesti käytetyistä laitteista.

### **Välpe ja välpeen muodostuminen**

Välpe on jäteveden mukana jätevedenpuhdistamolle päätyvää sekajätettä. Suuri osa välpeestä on roskia tai ruoka-aineita, joita kulkeutuu viemäriin ihmisen tai teollisuuden toiminnasta tai sekaviemäreistä. Kakolanmäen jätevedenpuhdistamon välpeen eriteltyä sisältöä ei ole tutkittu, mutta alla olevassa taulukossa 1 on esitetty erään tutkimuksen tulos välpeen sisällöstä kunnallisella jätevedenpuhdistamolla.



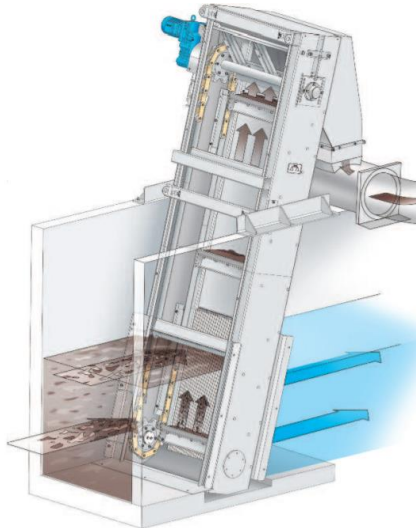
<b>Jae</b>	<b>Jakeen sisältö</b>	<b>Osuus (%)</b>
Saniteettituotteet	Saniteettipyyhkeet, tamponit, rätit, vanupuikot jne.	72,5
Hienojae < 20 mm	Hiekka, tuhka, rikkiäinen lasi, kasvisjäte ja muu hienoaines	15,6
Kasvikset ja kasvipinäinen aines	Kasvikset, ruoho, yritt, kukat, oksat, lehdet jne.	2,4
Paperit ja pahvit	Sanomalehdet, pakkaukset, aaltopahvi, paperirullat, tulostuspaperi jne.	5,2
Muovi	Muovipussit, pakkausmuovit, muoviastia, putket, kynät, hammasharjat, hammastahnapakkaukset, kondomit jne.	2,25
Tekstiilit	Luonnolliset kuidut, kuten puuvilla ja villa kankaat sekä lakanat ja synteettiset tekstiilituotteet, kuten sukkahousut ja urheilukassit jne.	0,5
Metallit ja alumiini	Tölkit, avaimet, työkalut jne.	0,2
Komposiitit	Useista materiaaleista (paperi, muovi, alumiini) tehdyt pakkaukset, joita ei voida erottaa (pakkaus kahvi, maitorasia ja mehurasia ...)	0,25
Palava	Laatitot, puu (lankut...), nahka (kengät, laukut...), kumi...	1,0
Palamaton	Lasi, kivet ja materiaalit, joita ei ole luokiteltu muihin luokkiin, kuten keramiikka, keramiikka, posliini, tiili, rappaus...	0,1

Taulukko 1. Välpeen sisältö tutkimuksessa kunnallisella jätevedenpuhdistamolla, jossa välpe jaoteltiin kymmeneen eri jakeeseen (Barillon ym. 2009, 528-529).

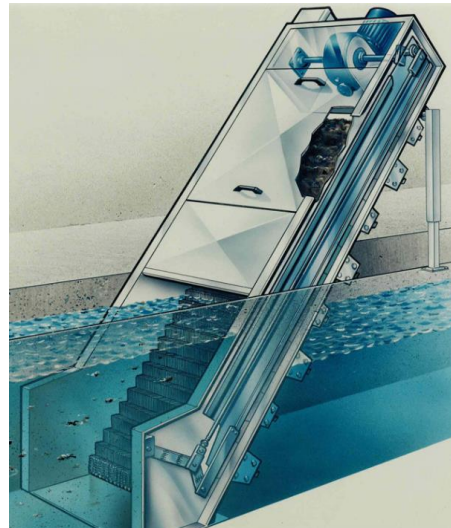
## Välppäys

Jätevedenpuhdistusprosessin alkuosaa, jossa muun muassa välpe poistetaan jätevedestä, kutsutaan esikäsitteilyksi. Esikäsitteilyssä jätevedestä poistetaan välpe, hiekka ja tavanomaisesti jätevettä myös kemikaloidaan saostuskemikaalilla. Välpe poistetaan jätevedenpuhdistamolla jätevedenpuhdistusprosessin alkuvaiheessa välpillä. Välpät ovat isoja sihtejä, joilla välpe erotetaan jätevedestä ja johdetaan välpeenkäsittelyyn. Välpät

luokitellaan yleisesti karkeavälppiin, kun niiden läpäisy on  $>6$  mm ja hienovälppiin, kun niiden läpäisy on  $0,5$  mm –  $6$  mm ja mikrovälpiksi, kun niiden läpäisy on  $<0,5$  mm (McGraw-Hill Education 2014, 311). Karkeavälppäyksessä eli karkeavälpillä Kakolanmäen jätevedenpuhdistamolla poistetaan jätevedestä  $10$  mm –  $15$  mm suurempi välpe (kuva 4) ja hienovälppäyksessä eli hienovälpillä poistetaan jätevedestä yli  $2$  mm suurempi välpe (kuva 5).



Kuva 4. Karkeavälppä, monitankovälppä (Hydropress HUBER AB Suomen sivuliike, 2019).



Kuva 5. Hienovälppä, porraskävelö (Hydropress HUBER AB Suomen sivuliike, 2019).

#### 4.1 Välpeenkäsittely yleisesti

Tässä kappaleessa kuvataan yleisesti välpeenkäsittelyä ja siinä käytettyjä laitteistoja.

Välpiltä välpe johdetaan välpeenkäsittelyyn. Välpeenkäsittely koostuu välpeen kuljetuksesta, pesusta, vedenpoistosta ja pakkaamisesta (Gall ym. 2002. 3-8).

##### **Välpeen kuljettaminen**

Välpeenkäsittelyssä välpe kuljetetaan välpiltä välpeen pesuun ja vedenpoistoon esimerkiksi pesuruuvipuristimille ja sitä kautta välpeen pakkaamiseen eli tyypillisesti erilaisiin astioihin, lavoihin tai jätepuristimiin (Kuhn 2013, 54). Kuljettaminen perustuu mekaaniseen siirtoon tai siinä hyödynnetään puhdistamon korkeuseroja. Välpeenkäsit-

telyssä välpeen kuljettamisessa käytetään yleisesti ruuvi- tai hihnakuljettimia, vesikouruja tai puristintyyppisiä hydraulisia tai pneumaattisia kuljettimia (Kuhn 2013, 54, Gall ym. 2002. 3-8 ja McGraw-Hill Education 2014, 324). Alla olevissa kappaleissa on esitetty erilaisia kuljettimia ja niiden toimintaperiaatteet. Välpeenkäsittelyssä käytettävän kuljetinvalintaan vaikuttavat välpeen määrä, kosteus ja sisältö sekä erityisesti käytettävä reitti ja siinä olevat korkeuserot (Kuhn 2013, 48).

Ruuvikuljettimilla välpe siirretään mekaanisien sähkömoottorikäyttöisten kuljetinruuvien avulla. Tavanomaisesti ruuvikuljettimet ovat työntäviä ruuveja, koska muussa tapauksessa vesi ja välpe pääsevät ruuvin vetoakselin tiivisteeseen ja sitä kautta moottoriin. Välpeen kuljetuksessa käytetyt ruuvikuljettimet ovat yleisesti kannellisia kouruja, joiden sisällä on akseliton spiraaliruuvi. Kannellisia kouruja käytetään, jotta huolto- ja korjaustoimenpiteiden tekeminen ruuvikuljettimelle olisi mahdollista. Kuljetinruuvien tulee olla spiraalin mallisia, jotta välpe ei kerääntyisi keskiakseliin. Ruuvikuljettimet ovat yleensä vähemmän vikaherkkiä kuin hihnakuljettimet. (Kuhn 2013, 50-52.)

Hihnakuljettimet ovat yleensä sähkökäyttöisiä, niillä välpe siirretään kumista hihnaa tai seulahihnaa käyttäen, jota liikuttaa sähkömoottori. Hihnakuljetin on hyvin yksinkertainen, mutta se vaatii säännöllistä huoltoa ja puhdistusta. Hihnakuljettimia yhdistämällä voidaan esimerkiksi purumainen välpe lastata tasaisesti lavalle ja eri lavoille. Hajujen hallinta hihnakuljetinikäytössä on haastavaa. (Kuhn 2013, 49-50.)

Vesikourukuljettimilla välpe siirretään virtaavan veden ja gravitaation avulla, kuten tavanomaisessa viemärissä. Vesikourukuljettimissa vesi kuljettaa välpeen eteenpäin samalla pesten välpeä jo ennen välpeen pesua (UK Water Industry Research 2015, 23). Vesikourujen muotoilu, asennuskulma ja käytettävän veden määrä ovat merkittäviä tekijöitä vesikourukuljetin toiminnan kannalta. Vetenä vesikouruissa voidaan käyttää jätevettä heti välpeen jälkeen esimerkiksi käyttäen apuna pumppua. (Kuhn 2013, 52-53.) Isoissa puhdistamoissa on yleensä valmiina oleva tekninen veden verkosto, jota voidaan käyttää vesikourukuljetinien kuljetusvetenä. Tekninen vesi on jätevedenpuhdistusprosessin lopusta pumpattavaa puhdistettua jätevettä.

### **Välpeen pesumenetelmät**

Laitteistona välpeen pesussa käytetään yleisesti pesuruuvipuristinta tai hydraulista puristinta, joissa on erilliset pesu- ja puristusosat. Pesuosassa välpe pestään ja puristusosassa välpeestä poistetaan vesi. Pesumenetelmät perustuvat siihen, että välpe pestään suutinten avulla pesuruuvi- tai hydraulisen puristimen pesuosassa. Välpeen pesua

voidaan tehostaa erillisellä pesukaukalolla, jossa on sekoitin ennen pesuruuvipuristinta tai hydraulista puristinta. (Gall ym. 2002, 3-9.)

### **Välpeen vedenpoisto**

Välpeenkäsittelyssä välpeen vedenpoistossa välpettä puristetaan voimakkaasti tai siihen kohdistetaan voimakas keskipakovoima. Välpeen vedenpoisto voidaan toteuttaa hydraulisesti puristamalla, pesuruuvipuristimella tai lingolla. Alla olevissa kappaleissa on esitetty erilaisia välpeen vedenpoistossa käytettäviä laitteita ja niiden toimintaperiaatteita.

Hydraulipuristin toimii siten, että se puristaa välpettä hydraulisesti sykleittäin. Hydraulisessa puristimessa on pesu- ja puristusosa. Hydraulisella puristimella saavutetaan korkea puristusaine, joten sen avulla voidaan saavuttaa myös korkea kuiva-ainepitoisuus. Hydraulisella puristimella voidaan saavuttaa noin 50 % kuiva-ainepitoisuus. (Environmental Protection Agency 1995, 46.)

Pesuruuvipuristin toimii siten, että se puristaa välpettä koko ajan. Lisäksi pesuruuvipuristimella voidaan ajaa välpettä edestakaisin pesu- ja puristinosassa. Pesuruuvipuristimella voidaan saavuttaa korkea puristusaine, joten sen avulla voidaan saavuttaa myös korkea välpeen kuiva-ainepitoisuus. (Kuhn 2013, 58.) Pesuruuvipuristimella voidaan saavuttaa jopa 60 % kuiva-ainepitoisuus.

Välpeestä voidaan poistaa vettä myös lingolla. Linkous perustuu keskipakovoimaan, jolloin välpe siirtyy rummun reunoille ja vesi valuu pois välpeestä. Samanaikaisesti lingon sisällä oleva ruuvi kuljettaa välpettä eteenpäin kohti poistoaukkoa. Lingon jälkeen välpe tulee vielä kuljettaa ja puristaa kasaan, jotta välpe saadaan tiiviiksi kuljetusta varten. Puristusta varten lingon lisäksi tarvitaan esimerkiksi hydraulinen puristin. (Environmental Protection Agency 1995, 47.)

### **Välpeen silppuaminen**

Hyvin harvoin välpettä silputaan ennen sen pesua ja puristusta, koska silppuaminen voi huonossa tilanteessa jopa heikentää välpeen kuiva-ainepitoisuuden saavuttamista. Jossain tapauksissa välpe voidaan silputa erityisillä repijävälpillä niin pieneksi, että se kulkeutuu eteenpäin jätevedenpuhdistusprosessissa päätyen lopulta lietteen joukkoon. Tällöin ei tarvita lainkaan erillistä välpeenkäsittelyä. Välpe kuitenkin aiheuttaa haittaa lietteenkäsittelyssä ja varsinkin sen jatkoohyödyntämisessä. (Kuhn 2013, 60 ja Karttunen ym. 2004, 56.)

## Välpeen pakkaaminen

Välpeenkäsittelyssä kuljetuksen, pesun ja vedenpoiston jälkeen välpe pakataan erilaisiin astioihin. Astian koko riippuu puhdistamon koosta, sinne tulevasta välpeen määrästä ja välpeenkäsittelyn tehokkuudesta. Alla olevissa kappaleissa on esitetty erilaisia vaihtoehtoja välpeen pakkaamiseen.

Tavanomaisen kuorma-auton lavan pakkaaminen voidaan tehdä monella tavalla. Hyvin yleinen tapa pakata kuorma-auton lavoja on kippikouru, jota käytetään nykyiselläänkin Kakolanmäen jätevedenpuhdistamossa. Pakkaamisessa voidaan käyttää myös erilaisia hihna- tai ruuvikuljettimia, jotka tasaavat välpeen lavalle. Lava tulee olla varustettu kannella tai lavapressulla, jolla lava voidaan peittää kuljetuksen ajaksi.

Joissakin välpeenkäsittelymenetelmissä välpelieriö silputaan välpeenkäsittelyn päätteeksi. Etuna tässä ratkaisussa on, että välpe on polttokelpoisempaa kuin lieriömuodossa, kuitenkin sen viemä tilavuus on huomattavasti suurempaa.

Välpeen pakkaamisessa voidaan käyttää suljettuja pakkaavia lavoja. Pakkaavaan lavaan välpe puretaan välpeenkäsittelystä aina samassa pisteessä puruna. Välpe siirretään ja tasataan lavalle pakkaavan lavan omalla sisäisellä kuljettimella. Pakkaaminen ja levittäminen perustuu siihen, että lavan sisäisessä kuljetinkourussa on aukkoja, joiden kautta välpe lastataan lavalle. Suljettu lava estää hajujen leviämisen. Tällaisia lavoja toimittaa esimerkiksi Micodan a/s. (MICODAN A/S 2020.)

Muutamassa referenssikohteessa välpeen pakkaamisessa käytetään tavanomaisia jätepuristimia. Jätepuristimen etuna on, että mikäli välpe tulee välpeenkäsittelystä puruna, saadaan se pakattua tiiviimmin kuin levittämällä välpe tavanomaiselle kuorma-auton lavalle esimerkiksi kuljettimen avulla. Jätepuristimen etu tulee esille myös tilanteessa, jossa välpeenkäsittelyn purkukohta on yhdessä pisteessä, tällöin välpettä ei tarvitse kuljettaa tästä pisteestä eteenpäin muulla tavoin. Puristimen etuna on myös, että välpe pakataan tiiviisti ja hajuhaitat pienenevät.

## 4.2 Välpeen pesun ja vedenpoiston teoriaa

Tässä kappaleessa on esitetty välpeen pesun ja vedenpoiston teoriaa.

### **Välpeen pesu**

Välpeenkäsittelyssä välpeen pesun tehokkuudella on merkittävä vaikutus välpeen vedenpoistossa, koska pesu vähentää välpeeseen sitoutuneita liukenevia ja liukoisia aineita. Erityisesti ulosteperäinen aines ja rasva toimivat liukasteina laskien välpeen vedenpoistossa saavutettavaa puristuspainetta ja sitä kautta saavutettavaa kuiva-ainepitoisuutta (Kuhn & Gregor 2013, 6 ja Kaless ym. 2017, 6). Välpeen määrä vähenee paremman pesun myötä, koska heikosti pestyyn välpeeseen jää vielä liukenevia partikkeleita, jotka saadaan liukoisiksi tai pieneksi kiintoaineeksi tehokkaammalla pesulla ja hyödyksi jätevedenpuhdistusprosessiin (Kaless ym. 2017, 3304).

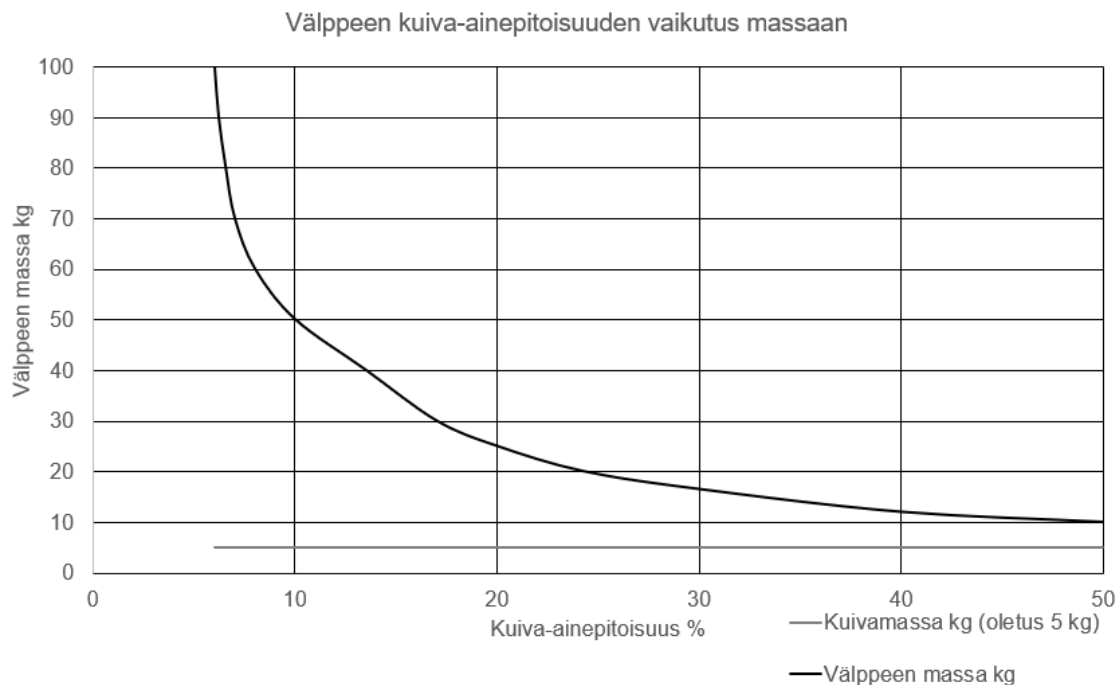
Jätevedenpuhdistamoille ei ole niinkään oleellista itse pesutuloksen paraneminen, vaan sen myötävaikutuksesta saavutettava parempi vedenpoisto ja tiivistys. Välpemäärän väheneminen vähentää kuljetus- ja jätemaksuja (UK Water Industry Research 2015, 23).

Välpe sisältää keskimäärin 1,35 g COD / g kuiva-ainetta. COD:llä tarkoitetaan välpeen sisältämiä kemiallisia aineita, jotka kuluttavat happea. Heikolla välpeen pesulla vain osa COD:stä saadaan pestyä pois välpeestä, kun taas tehokalla pesulla saadaan välpeestä pestyä suurempi osa COD:tä. COD on hyödyllistä hiilikuormitusta jätevedenpuhdistuksen ilmastuksen denitrifikaatiovaiheeseen ja se parantaa myös biokaasulaitoksen tehokkuutta. (Kaless ym. 2017, 3299.) Tutkimuksen mukaan COD:n määrää välpeestä saadaan putoamaan merkittävästi, kun välpeen pesua parannetaan ja pesukertoja lisätään. Parhaimmillaan grammaa kuiva-ainetta kohden saadaan pestyä COD:tä noin 60 grammaa / g kuiva-ainetta. (Kaless ym. 2017 3303-3304.) Välpeen tehokas pesu vähentää huomattavasti myös välpeen epämiellyttävää hajua (UK Water Industry Research 2015, 23).

### **Välpeen vedenpoisto**

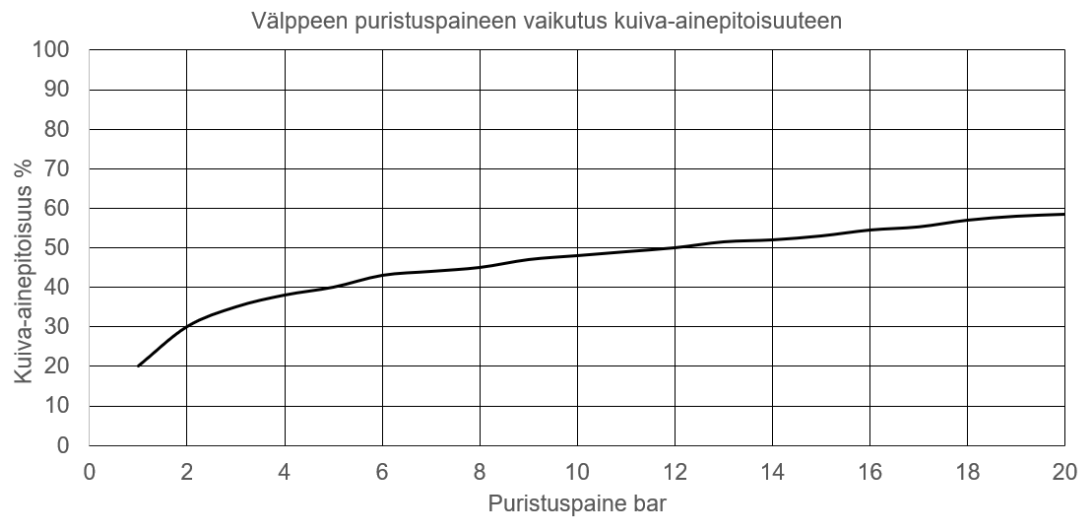
Tavanomaisesti käsittelemättömän välpeen kuiva-ainepitoisuus on noin 8-12 % eli välpeen vesipitoisuus on suuri. Tämän vuoksi käsittelemättömän välpeen massa saadaan laskemaan nopeasti vähentämällä sen vesipitoisuutta. Kuviossa 1 on oletuksena, että täysin kuiva välpe painaa 5 kg. Kuvioista voidaan päätellä, että nostamalla välpeen

kuiva-ainepitoisuus 25 % -> 50 %, voidaan välpeen paino puolittaa, joten vedenpoiston merkitys on huomattava. (Kuhn 2013, 55.)



Kuvio 1. Välpeen kuiva-ainepitoisuuden vaikutus massaan (Kuhn 2013, 55).

Alla olevassa kuviossa 2 on esitetty puristuspaineen vaikutus välpeen kuiva-ainepitoisuuteen, kun puristuspaineen kesto on kolme minuuttia. Mitä suurempi on puristuspaine, sen korkeammaksi nousee välpeen kuiva-ainepitoisuus (Kuhn 2013, 55,101 ja Kaless ym. 2017, 6). Esimerkiksi 20 bar paineella saavutetaan noin 60 % kuiva-ainepitoisuus (Kuhn 2013, 99, 101 ja Kuhn & Gregor 2013, 7). Puristuspaineen kesto vaikuttaa myös merkittävästi välpeen vedenpoiston tehokkuuteen. Puristuspaineen ajan ollessa pitkä voidaan sama kuiva-ainepitoisuus saavuttaa pienemmällä puristusvoimalla, kun taas lyhyemmällä puristusajalla tarvitaan korkeampaa puristuspainetta (Kuhn 2013, 99 ja Kuhn & Gregor 2013, 7). Puristuskertojen määrät parantavat myös kuiva-ainepitoisuutta (Kuhn 2013, 101).



Kuvio 2. Puristusaineen vaikutus välpeen kuiva-ainepitoisuuteen. Puristuksen kesto on kuvaajassa kolme minuuttia. (Kuhn 2013, 101.)



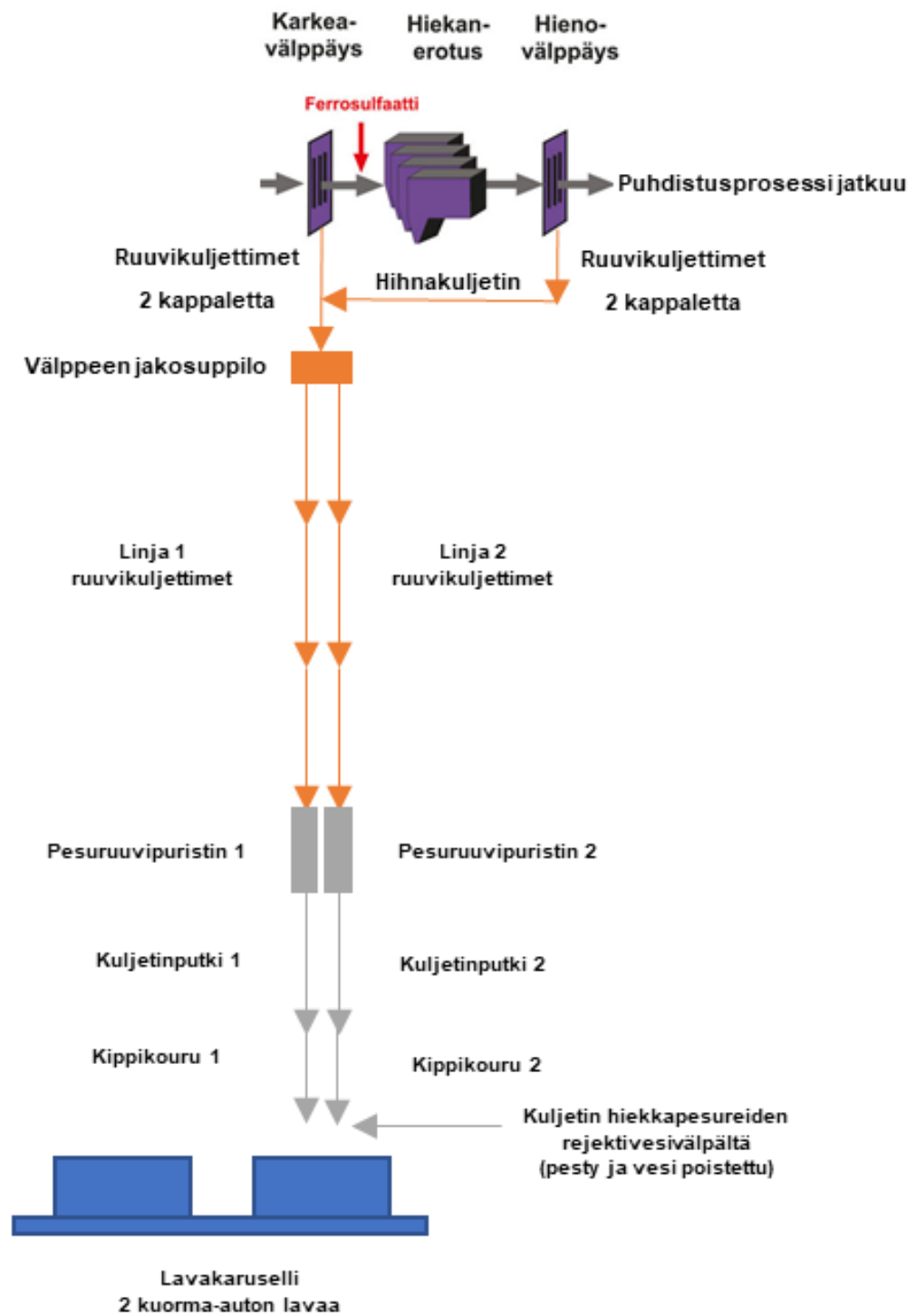
## 5 KAKOLANMÄEN JÄTEVEDENPUHDISTAMON NYKYINEN VÄLPPEENKÄSITTELY

Tässä kappaleessa on kuvattu Kakolanmäen jätevedenpuhdistamon nykyisen välppeen-  
käsittelyn toiminta, käytetyt laitteet ja niillä saavutettavat tulokset. Kuvassa 6 on  
välppeen käsittely esitetty yksinkertaistetusti.

Välppeen käsittelyssä välpe kuljetetaan hieno- ja karkeavälpiltä välppeen pesuun, veden-  
poistoon ja pakkaamiseen.

Välppeen kuljettamisessa käytetään ruuvi- ja hihnakuuljettimia. Niiden avulla välpe kulje-  
tetaan pesuun ja vedenpoistoon eli pesuruuvipuristimelle. Pesuruuvipuristimilta välpe  
kuljetetaan pesuruuvipuristimien puristuspainetta hyödyntämällä kuljetusputkia pitkin  
kipikouruille, joiden avulla välpe lastataan kuorma-auton lavalle.

Karkea- ja hienovälpiltä tuleva välppeen määrän osuus on tilavuudesta noin 85 %. Hiek-  
kapesureiden rejektivesivälpällä erotetaan rejektivedestä välpe, joka johdetaan pestynä  
ja puristettuna välppeen pakkaamiseen. Hiekkapesureiden rejektivesivälpältä tuleva  
välppeen määrän osuus on tilavuudesta noin 15 %. (Turun seudun puhdistamo Oy I  
2019.)



Kuva 6. Kakolanmäen jätevedenpuhdistamon nykyinen välppeenkäsittely, yksinkertaistettu prosessikaavio.

## **Välpeen kuljettimet**

Kakolanmäen jätevedenpuhdistamolla käytetään välpeen kuljettamiseen välpiltä pesuruuvipuristimille hihna- ja ruuvikuljettimia (kuva 6).

Ruuvikuljettimia käytetään kuljettimina välppien välittömässä läheisyydessä ja välpeen jakosuppilon ja pesuruuvipuristimien välillä. Ruuvikuljettimet ovat akselittomia työntäviä ruuvikuljettimia. Kuljettimia on yhteensä kymmenen kappaletta. Karkeavälpiltä välpe kuljetetaan kahden seitsemänmetrisen ruuvikuljettimen avulla välpeenjako-suppiloon. Hienovälpiltä välpe kuljetetaan kahdenyhdeksän metrisen ruuvikuljettimen avulla hihnakuljettimelle. Välpeenjako-suppilolta välpe kuljetetaan kuuden viisimetrisen ruuvikuljettimen avulla pesuruuvipuristimille.

Hihnakuljetinta käytetään välpeen siirtoon hienovälppien ruuvikuljettimilta välpeenjako-suppilolle. Hihnakuljettimen pituus on 36 m. Hihnakuljetin on katettu kokonaan ja se on kytketty puhdistamon ilmanvaihtoon hajujen minimoimiseksi.

## **Välpeenjako-suppilo**

Välpiltä välpe johdetaan ruuvikuljettimia ja hihnakuljetinta hyväksikäyttäen välpeenjako-suppiloon. Välpeenjako-suppilolla valitaan, kumpi kuljetinlinja ja pesuruuvipuristin on kulloinkin käytössä. Jakosuppilossa on jakolevy, jonka asentoa ohjataan automaation avulla. Jakosuppilon ja linjojen yksi ja kaksi valinnan avulla lavat täytetään tasaisesti.

## **Välpeen pesumenetelmä**

Välpeen pesu tehdään kahdella Meva SWP-pesuruuvipuristimella. Pesuruuvipuristimessa pesuvetenä käytetään puhdistamon teknistä vettä, jonka lämpötila vaihtelee 6 - 20 celsiusasteen välillä. Pesuruuvipuristimessa on pesuyhteitä, joiden kautta pesuvesi johdetaan pesuruuvipuristimen pesuosaan. Pesuvesi huuhtelee välpettä ja pesuruuvipuristimen pohjassa olevan reikälevyn kautta likainen pesuvesi eli rejektivesi poistuu pesuruuvipuristimesta. (Oy Slamex Ab 2009, 6 ja 9.) Rejektivesi johdetaan takaisin jätevedenpuhdistamon puhdistusprosessiin ennen hienovälppäystä.

## **Välpeen vedenpoisto**

Välpeen vedenpoisto tehdään Meva SWP-pesuruuvipuristimella. Pesuruuvipuristimessa pesty välpe siirretään pesuruuvipuristimen avulla välpeenkuljetusputkeen. Pesuruuvipuristimen ruovin liike ja käyrä yhdessä aiheuttavat välpeeseen paineen, joka

puristaa välpettä ja välpeestä poistettu vesi poistuu pesuruuvipuristimen pohjassa olevan reikälevyn kautta. (Oy Slamex Ab 2009, 6 ja 9.) Rejektivesi johdetaan takaisin jätevedenpuhdistamon puhdistusprosessiin ennen hienovälppäystä.

### **Kuljetinputki**

Välpe johdetaan pesuruuvipuristimen ruuvin puristusvoimalla eteenpäin kuljetusputkessa, joka on yläviistoon 26 asteen kulmassa. Kuljetusputkista välpe johdetaan kippikouruihin.

### **Kippikourut**

Kippikourut ovat periaatteessa puolikkaita putkia, joita pyöritetään tarvittaessa sähkömoottorilla. Kippikouruissa on tunnistin, joka tunnistaa, milloin kippikourussa on asetettu määrä välpettä. Kippikourun määrän täytyessä, kippikouru pyörähtää ja pudottaa välpeestä koostuvan pyöreän lieriön lavalle. Lieriön pituus on nykyisin 2,3 m ja halkaisija 300 mm. Kippikourun kokonaispituus on 4 m, mutta kokonaispituutta ei voida käyttää, koska hiekkapesureiden rejektivesivälpan välpepuru lastataan lavan toiseen päähän (kuva 7).



Kuva 7. Kuva välpeestä 20.9.2019 (Turun seudun puhdistamo Oy I, 2019).

### **Lavat, pakkaus ja lavojen käsittely**

Välpe pakataan 10 m<sup>3</sup> kuorma-auton lavoille. 2,3 m pitkät välpeliöit pakataan lavan alkuosaan ja hiekkapesurien rejektivesivälpän välpepuru pakataan lavan loppupäähän kasaksi. Lavan käsittelylaitteistossa eli lavakarusellissa on kaksi kappaletta kuorma-auton lavoja. Automaatiojärjestelmä huolehtii siitä, että lavoille pakataan sopiva määrä välpettä. Kuorma-auton lavan täytyessä automaatiojärjestelmä ohjaa lavakarusellia siten, että täyden lavan tilalle vaihtuu tyhjä lava. Lavalle pakattava välpeen määrä perustuu välpeliöiden määrälaskentaan, joka toteutetaan automaatiojärjestelmässä. Käyttöhenkilökunta tilaa lavojen tyhjennykset niiden täytyessä.

## 5.1 Nykyisen välpeenkäsittelyn tulokset

Taulukoissa 2-7, on esitetty välpeen kuiva-ainepitoisuudesta teetetyt laboratorionäytteet ja analyysit ennen tämän opinnäytetyön aloitusta ja sen aikana.

Näytteiden määrittäminen välpeestä on vaikeaa, koska välpe materiaalina ei ole tasalaatuista, vaan poikkeaa paljon näytteenottokohdittain. Näytteiden otto toteutettiin niin, että yksittäiseen näytteeseen otettiin pieniä näytteitä lavalta useasta kohdasta ja nämä sekoitettiin keskenään. Näytteiden tulokset ennen pesuruuvipuristinta ja sen jälkeen eivät ole vertailtavissa, koska välpe ei ole tasalaatuista ja näytteet on otettu samanaikaisesti. Näyte, joka on otettu ennen pesuruuvipuristinta ei ole välttämättä lainkaan saman kaltaista välpettä, kuin pesuruuvipuristimen jälkeen otettu näyte. (Leino 2019.) Näytteitä ei voitu ottaa samasta välpeestä, koska kyseinen näyte otettiin tutkittavaksi laboratorioon. Viive siitä, kun välpe kulkeutuu pesuruuvipuristimeen ja tippuu kuorma-auton lavalle, on useita tunteja ja tarkkaa ajankohtaa on mahdoton laskea tai arvioida.

Näytteen nimi	Kohde	Yksikkö	Lukuarvo
Kuiva-ainepitoisuus	Välpe hiekkapesureiden rejektivesivälpältä (pesty ja puristettu)	%	24

Taulukko 2. Näyte 2.7.2014 (Lounais-Suomen vesi- ja ympäristötutkimus Oy I, 2014).

Näytteen nimi	Kohde	Yksikkö	Lukuarvo
Kuiva-ainepitoisuus	Välpe pesuruuvipuristimelta (pesty ja puristettu)	%	37

Taulukko 3. Näyte 11.9.2014 (Lounais-Suomen vesi- ja ympäristötutkimus Oy II, 2014).

Näytteen nimi	Kohde	Yksikkö	Lukuarvo
Kuiva-ainepitoisuus	Välpe pesuruuvipuristimelta (pesty ja puristettu)	%	30
Kuiva-ainepitoisuus	Välpe hiekkapesureiden rejektivesivälpältä (pesty ja puristettu)	%	27

Taulukko 4. Näytteet 26.9.2014 (Lounais-Suomen vesi- ja ympäristötutkimus Oy III, 2014).

Opinnäytetyössä päädyttiin ottamaan lisänäytteitä, koska teorian pohjalta pelkät kuiva-ainepitoisuuden arvot eivät olleet riittäviä. Rasva päädyttiin määrittämään, koska rasvapitoisuus heikentää puristuspainetta ja vaikuttaa näin oleellisesti saavutettavaan kuiva-ainepitoisuuteen välpeenkäsittelyssä. COD-, BOD- ja TOC-arvot päädyttiin määrittämään, jotta saadaan käsitys nykyisen pesuruuvipuristimen pesun tehokkuudesta. Tilavuuspaino päädyttiin määrittämään, jotta saadaan käsitys siitä, kuinka painavaa välpe on ennen pesuruuvipuristimen käsittelyä ja sen jälkeen. Hehkutusjäännös päätettiin määrittää, jotta saadaan käsitys siitä, kuinka paljon polton jälkeen jää palamatonta ainesta. Näytteitä päädyttiin teettämään myös sen vuoksi, että uuden välpeenkäsittelyn tehoa voitaisiin mitata tulevaisuudessa.

Opinnäytetyön toteuttamisen aikana välpeestä otettiin ja analysoitiin laboratorion toimesta taulukoissa 5-7 mukaiset analyysit. 85 % välpeestä tulee pesuruuvipuristimen kautta, joten opinnäytetyössä keskityttiin välpenäytteiden ottamiseen ja niiden analysointiin ennen pesuruuvipuristinta ja sen jälkeen.

Näytteen nimi	Kohde	Yksikkö	Lukuarvo
Kuiva-ainepitoisuus	Välpe ennen pesuruuvipuristinta	%	15,4
Kuiva-ainepitoisuus	Välpe pesuruuvipuristimen jälkeen (pesty ja puristettu)	%	29,9
Rasva, Mojonnier	Välpe ennen pesuruuvipuristinta	%	3,1
Rasva, Mojonnier	Välpe pesuruuvipuristimen jälkeen (pesty ja puristettu)	%	5
TOC	Välpe ennen pesuruuvipuristinta	g/kg ka	460
TOC	Välpe pesuruuvipuristimen jälkeen (pesty ja puristettu)	g/kg ka	510
Tilavuuspaino	Välpe ennen pesuruuvipuristinta	kg/l	0,73
Tilavuuspaino	Välpe pesuruuvipuristimen jälkeen (pesty ja puristettu)	kg/l	0,46
Hehkutusjäännös	Välpe ennen pesuruuvipuristinta	g/kg tp	13
Hehkutusjäännös	Välpe pesuruuvipuristimen jälkeen (pesty ja puristettu)	g/kg tp	27

Taulukko 5. Näytteet 26.8.2019 (Lounais-Suomen vesi- ja ympäristötutkimus Oy IV, 2019).

<b>Näytteen nimi</b>	<b>Kohde</b>	<b>Yksikkö</b>	<b>Lukuarvo</b>
Kuiva-ainepitoisuus	Välpe ennen pesuruuvipuristinta	%	19,7
Kuiva-ainepitoisuus	Välpe pesuruuvipuristimen jälkeen (pesty ja puristettu)	%	28,1
BOD <sub>7ATU</sub>	Välpe ennen pesuruuvipuristinta	mg/kg ka	150000
BOD <sub>7ATU</sub>	Välpe pesuruuvipuristimen jälkeen (pesty ja puristettu)	mg/kg ka	270000
COD <sub>cr</sub>	Välpe ennen pesuruuvipuristinta	mg/kg	650000
COD <sub>cr</sub>	Välpe pesuruuvipuristimen jälkeen (pesty ja puristettu)	mg/kg	2200000
Hehkutusjäännös	Välpe ennen pesuruuvipuristinta	% ka	8
Hehkutusjäännös	Välpe pesuruuvipuristimen jälkeen (pesty ja puristettu)	% ka	8

Taulukko 6. Näytteet 15.10.2019 (Lounais-Suomen vesi- ja ympäristötutkimus Oy V, 2019).



<b>Näytteen nimi</b>	<b>Kohde</b>	<b>Yksikkö</b>	<b>Lukuarvo</b>
Kuiva-ainepitoisuus	Välpe ennen pesuruuvipuristinta	%	15,2
Kuiva-ainepitoisuus	Välpe pesuruuvipuristimen jälkeen (pesty ja puristettu)	%	27,1
Rasva, Mojonnier	Välpe ennen pesuruuvipuristinta	%	4,4
Rasva, Mojonnier	Välpe pesuruuvipuristimen jälkeen (pesty ja puristettu)	%	7,3
TOC	Välpe ennen pesuruuvipuristinta	g/kg ka	510
TOC	Välpe pesuruuvipuristimen jälkeen (pesty ja puristettu)	g/kg ka	470
BOD <sub>7ATU</sub>	Välpe ennen pesuruuvipuristinta	mg/kg ka	180000
BOD <sub>7ATU</sub>	Välpe pesuruuvipuristimen jälkeen (pesty ja puristettu)	mg/kg ka	250000
COD <sub>cr</sub>	Välpe ennen pesuruuvipuristinta	mg/kg	820000
COD <sub>cr</sub>	Välpe pesuruuvipuristimen jälkeen (pesty ja puristettu)	mg/kg	430000
Tilavuuspaino	Välpe ennen pesuruuvipuristinta	kg/l	0,69
Tilavuuspaino	Välpe pesuruuvipuristimen jälkeen (pesty ja puristettu)	kg/l	0,43
Hehkutusjäännös	Välpe ennen pesuruuvipuristinta	% ka	7
Hehkutusjäännös	Välpe pesuruuvipuristimen jälkeen (pesty ja puristettu)	% ka	4

Taulukko 7. Näytteet 28.10.2019 (Lounais-Suomen vesi- ja ympäristötutkimus Oy VI, 2019).

## Näytteiden tulosten epävarmuudet

Näytteiden epävarmuudet ovat alla olevan taulukon 8 mukaisia (Lounais-Suomen vesi- ja ympäristötutkimus Oy VI, 2019).

Näytteen nimi	Tarkkuus
Kuiva-ainepitoisuus	± 10 %
Rasva	± 16 %
TOC	± 28 %
Hehkutusjäännös	± 15 %

Taulukko 8. Näytteiden tulosten epävarmuudet (Lounais-Suomen vesi- ja ympäristötutkimus Oy VI, 2019).

## Kuiva-ainepitoisuus

Vuonna 2014 otettujen näytteiden (taulukot 2-4) tuloksista voidaan todeta, että välpeen kuiva-ainepitoisuus pesuruuvipuristimen jälkeen on noin 30 % ja hiekkapesurien rejekti-vesivälpältä tuleva välpe on kuiva-ainepitoisuudeltaan noin 25 %. Vuonna 2019 otettujen näytteiden (taulukot 5-7) tuloksista voidaan todeta, että välpeen kuiva-ainepitoisuus pesuruuvipuristimen jälkeen on noin 28 %.

## Välpeen pesutulos

Pesutuloksesta ei ole otettu näytteitä aikaisemmin.

Vuonna 2019 otettujen näytteiden (taulukot 5-7) BOD-, COD- ja TOC-arvoista voidaan todeta, että välpe sisältää pesunkin jälkeen vielä reilusti biologisia, kemiallisia ja orgaanisia aineita. Vertailun vuoksi esimerkiksi Kakolanmäen jätevedenpuhdistamolle tulevassa vedessä keskimääräinen COD on noin 750 mg/l ja BOD noin 400 mg/l (Lounais-Suomen vesi- ja ympäristötutkimus Oy VII, 2018). Välpeen rasvapitoisuus noin 3 - 4 % on tavanomaisten arvojen välissä, joka on tyypillisesti 1 - 12 % (Kuhn & Gregor 2013, 6).

## Välpeen ja kuljetusten määrät

Välpeä kuljetetaan keskimäärin 10 lavaa kuukaudessa Topinojan jätekeskukseen eli vuodessa noin 120 lavaa. Edestakainen ajomatka Kakolanmäen jätevedenpuhdistamolta Topinojan jätekeskukseen ja takaisin on noin 25 km eli vuodessa ajomäärä on noin

3000 km. Yhden lavan paino on keskimäärin 3,5 tonnia sen ollessa täynnä, joten vuosittainen jätemäärä on noin 420 tonnia. Välpe on luokiteltu polttokelpoiseksi jätteeksi. (Turun seudun puhdistamo Oy 2019.)

Laboratoritutkimusten perusteella (taulukot 2-7) ja kuvion 1 perusteella voidaan päätellä, että kun nykyinen välpeen määrä pestynä ja pursitettuna on noin 420 t / vuosi, kuiva-ainepitoisuuden ollessa noin 28 %, niin ilman pesua ja puristusta välpeen määrä olisi noin 840 t / vuosi, kuiva-ainepitoisuuden ollessa noin 15 %. Voidaan siis todeta, että Kakolanmäen jätevedenpuhdistamon kokoisissa puhdistamoissa välpeen kuiva-ainepitoisuuden merkitys on huomattava.

### **Huolto- ja korjaustarve**

Alla olevissa kappaleissa on kuvattu nykyisen välpeenkäsittelyn ruuvikuljettimien, hihnakuljettimen ja pesuruuvipuristimen käyttökokemuksia ja niiden huolto- ja korjaustöiden menpiteitä. Välpeenkäsittelyn laitteille on tehty huolto-ohjeiden mukaiset huollot ja tarkastukset. Ennakkohuollot ja vikatyöt on kerätty Turun seudun puhdistamo Oy:n kunnossapitojärjestelmästä (Turun seudun puhdistamo Oy III, 2020).

Ruuvikuljettimille tehdään ennakkohuoltoja alla olevan mukaisesti.

- Puolen vuoden välein:
  - o ruuvin ja vuorauslevyjen kuluneisuuden tarkastus
  - o vaihteistoöljyn pinnan tarkastus
  - o sähkömoottorin puhdistus ja sähkömoottorin laakeriäänien kuuntelu
  - o akselitiivisteiden kiristys
  
- Kolmen vuoden välein:
  - o vaihteen vaihteistoöljyn vaihto

Ruuvikuljettimissa on ollut seuraavia vikoja yhdentoista vuoden aikana.

- Karkeavälppäyksen ruuvikuljettimissa ei ole ollut raportoituja vikoja
- Hienovälppäyksen ruuvikuljettimissa on raportoitu seuraavat viat:
  - o vaihteisto vikaantunut, vaihdettu uusi vaihde tilalle ja kunnostettu vanha vaihe
  - o vaihteisto vuotaa öljyä, korjattu uusimalla tiivisteillä
  - o sähkömoottorin laakeri rikki

- vaihteisto ja sähkömoottori vikaantunut, vaihdettu uusiin ja vanhat kunnostettu
- Linjan 1 ruuvikuljettimet:
  - kolme kappaletta vaihteiston öljynvuotoja, uusittu tiivisteitä
  - kolme kappaletta sähkömoottorin laakereiden rikkoutumisia
- Linja 2 ruuvikuljettimet:
  - kolme kappaletta vaihteiston öljynvuotoja, uusittu tiivisteitä
  - kolme kappaletta sähkömoottorin laakereiden rikkoutumisia

Ruuvikuljettimet ovat toimineet suhteellisen hyvin ja niiden korjaustarve on ollut vähäistä. Lähinnä korjaustoimenpiteet ovat liittyneet sähkömoottorien ja vaihteistojen vaihtoihin. Neljä ruuvikuljettinta on sijoitettu erittäin hankalaan paikkaan. Näiden neljän ruuvikuljettimen uusinta tai laaja korjaus on erittäin työlästä ja haastavaa. Ruuvikuljettimet ovat suljettuja, joten niiden tarkastushuoltokin edellyttää ruuvikuljettimen kannen purkua ja on työlästä johtuen ruuvikuljettimien sijoituksesta.

Hihnakuljettimelle tehdään ennakkohuoltoja alla olevan mukaisesti.

- Puolen vuoden välein:
  - hihnakuljettimen puhdistushuolto sisältää seuraavat toimenpiteet:
    - yleisen kunnan tarkastus
    - huolellinen puhdistus
    - vetotelan puhdistus
    - veto- ja taittopään laakerien rasvaus
    - hihnan tukirullien pyörimisen tarkastus

Hihnakuljettimessa on ollut seuraavia vikoja yhdentoista vuoden aikana:

- viisi kertaa välpettä on kertynyt hihnan alle
- kaavinkumit on vaihdettu kaksi kertaa

Hihnakuljetin on toiminut suhteellisen hyvin. Hihnakuljettimen puhtaanapito on hyvin työlästä ja toistuu kaksi kertaa vuodessa. Hihnakuljetin on hyvin koteloitu hajujen minimoiseksi, mutta kuljettimen koteloinnin purku puhdistustyötä varten on hyvin työlästä.

Pesuruuvipuristimille tehdään ennakkohuoltoja alla olevan mukaisesti.

- Kolmen kuukauden välein:
  - o rejektiveden poistovesiyhteiden huuhtelu ja tarkastus
  - o vaihdelaatikon öljymäärän ja vuotojen tarkastus
  - o vedenpoistoalueen kulutuspalojen kunnon tarkastus
  - o sähkömoottorin laakeriäänien kuuntelu
  - o tukilaakereiden voitelu
  
- Kolmen vuoden välein:
  - o pesuruuvipuristimien ruuvien ja kytkinten vaihto
  
- Viiden vuoden välein:
  - o Vaihteiston öljynvaihto

Pesuruuvipuristimissa on ollut seuraavia vikoja yhdentoista vuoden aikana:

- kymmenen kertaa ruuvien kaavinkumien vaihto
- kahdeksan kertaa ruuvien vaihto
- kymmenen kertaa kulutuspalojen vaihdot
- kahdeksan kertaa pesuruuvipuristin on ollut tukossa

Kuljetinputkelle ei ole ennakkohuoltoja eikä siinä ole esiintynyt vikoja.

Kippikouruille tehdään ennakkohuoltoja alla olevan mukaisesti.

- Vuosittain:
  - o tarkastetaan vaihteen toiminta ja öljymäärä
  - o sähkömoottorin laakeriäänien kuuntelu ja puhdistus
  
- Kahden vuoden välein:
  - o vaihteistoöljyn vaihto

Kippikouruissa ei ole esiintynyt vikoja yhdentoista vuoden aikana.

## 5.2 Kakolanmäen jätevedenpuhdistamon nykyisen välppeen käsittelyn kehittämiskohteet

Tässä kappaleessa kuvataan, mitä kehittämiskohteita välppeen käsittelyssä ja -laitteistoissa on tunnustettu ennen tämän opinnäytetyön toteuttamista. Kehittämiskohteet ovat tulleet esiin välppeen käsittelyn ja -laitteiston käytön ja yleisen markkinakartoituksen aikana. Tämän opinnäytetyön kirjoittamishetkellä nykyinen välppeen käsittely ja -laitteet ovat olleet käytössä yksitoista vuotta. Välppeen käsittelyyn ja -laitteisiin on tehty muutamia parannuksia, joiden tarkoituksena on ollut parantaa välppeen pesua ja kuiva-ainepitoisuutta.

### **Välppeen kuljettaminen**

Välppeen käsittelyn toimivuuden kannalta kuljettimet ovat erittäin kriittisiä, koska kaikki välppeen käsittelyn välppeat kulkevat kuljettimien kautta eteenpäin välppeen käsittelyssä. Välppeen kuljettaminen on toiminut suhteellisen hyvin, mutta kuljettimien huolto- ja vikatyöt kuitenkin työllistävät kunnossapitoa jonkin verran ja aiheuttavat välppeen käsittelyyn haitallisia käyttökatoja. Välppeen käsittelyn kuljettimet ovat yksitoista vuotta vanhoja.

Lähivuosina viat kuljettimissa tulevat yleistymään muun muassa ikääntymisen ja kulumisen seurauksena. Kunnossapidon teoriassa aikaan perustuva vikaantuminen voidaan esimerkiksi kuvata niin sanotulla kylpyammekäyrällä tai jatkuvasti nousevalla janalla. Kylpyammekäyrä esittää, että viat yleistyvät heti eliniän alussa esimerkiksi asennusvirheistä johtuen. Laitteen eliniän keskivaiheilla vikaantuminen on pientä ja ennen laitteen eliniän päättymistä vikaantumiset yleistyvät. Jatkuvasti nouseva jana esittää, että vikaantuminen lisääntyy koko ajan laitteiston eliniän lisääntyessä. (Järviö & Lehtiö 2012, 76-79.) Vikojen yleistyminen tarkoittaa välppeen käsittelyn käytettävyyden heikkenemistä ja tästä seuraa lähivuosina pakollisia kuljettimien korjaus- tai laiteinvestointeja.

Näiden syiden perusteella on harkittu, että välppeen käsittelyn nykyiset kuljettimet korvattaisiin vesikourukuljettimilla, koska puhdistamon korkeuserot mahdollistavat niiden käytön. Vesikourukuljettimien etuja ovat, että ne eivät tarvitse juurikaan huoltoa, niissä ei ole juurikaan kuluvia osia ja ne ovat varmatoimisia, koska ne toimivat kuten viemäri.

## **Välpeen pesumenetelmä**

Aistinvaraisesti välpeen pesutuloksesta eli välpeen tummasta väristä on nähtävissä ja hajusta pääteltävissä, että pesua voitaisiin parantaa huomattavasti (kuva 7). Vierailut referenssikohteissa ovat tukeneet myös kehitystarvearviota, koska referenssikohteissa välpeen väri on ollut huomattavasti vaaleampaa ja hajut miedompia.

## **Välpeen vedenpoisto**

Nykyisellä välpeenkäsittelyllä saavutettava välpeen kuiva-ainepitoisuus on noin 28 %. Yleisessä markkinakartoituksessa on tullut esille, että nostamalla välpeen kuiva-ainepitoisuutta jätteen määrä voidaan jopa puolittaa. Välpe on luokiteltu polttokelpoiseksi jätteeksi ja välpeen vedenpoiston tehostaminen parantaisi myös välpeen poltettavuutta. On mahdollista, että kuiva-ainepitoisuutta parantamalla voitaisiin saada alennusta jätteenkäsittelymaksuista.

Nykyisessä välpeenkäsittelyssä käytettävien pesuruuvipuristinten materiaalit eivät ole parhaita mahdollisia. Esimerkiksi puristinruuvien materiaali on hiiliterästä, joka kuluu nopeasti. Puristinruuvien kuluminen laskee pesuruuvipuristimen välpeeseen kohdistuvaa puristuspainetta, jolloin välpeenkäsittelyssä saavutettava kuiva-ainepitoisuus laskee. Pesuruuvipuristinten puristinruuvit on vaihdettu kolmen vuoden välein, jotta kuiva-ainepitoisuus on saatu pysymään nykyisellä tasolla. Puristinruuvien vaihtotyö on kallis korjaus ja esimerkiksi pelkkä ruuvi maksaa noin 6.000 euroa alv. 0 % (Turun seudun puhdistamo Oy III, 2020).

## **Kuljetinputki**

Välpeenkäsittelyssä kuljetinputken geometrialla on suuri vaikutus välpeen kuiva-ainepitoisuuteen. Pesuruuvipuristimen käyttöohjeen ja laitetoimittajan mukaan putkikäyrän heti pesuruuvipuristin jälkeen tulisi olla 45 astetta (Oy Slamex Ab 2009, 9). Nykyiset pesuruuvipuristimet on asennettu siten, että pesuruuvipuristimien ja kippikourujen etäisyydet eivät mahdollista nykyisen pesuruuvipuristimen asennusohjeen mukaista kuljetinputkea.

## **Välpeen pakkaaminen**

Välpeenkäsittelyn lopussa välpe pakataan kuorma-auton lavoille väliaikaiseen säilytykseen ennen kuljetusta. Nykyisin välpeen pakkaaminen ei ole kovin tiivistä, joten välpeen pakkausta voitaisiin parantaa. Pesuruuvipuristimilta tuleva välpe on puristettua

välpelieriötä, jonka pituus on 2,3 m ja halkaisija 300 mm. Välpelieriöt pakataan kuorma-auton lavan toiseen päähän. Kuorma-auton lavan toiseen päähän pakataan hiekkapasureiden rejektivesivälpältä tuleva välpepuru (kuva 7). Välpepuru vie kohtuuttoman paljon tilaa lavalla. Lisäksi lavat ovat aukinaisia ja niistä tulee hajuhaittoja työympäristöön, varsinkin kun välpe on hyvin kosteaa. Pakkaamalla välpe tiiviimmin kuorma-auton lavalle tai esimerkiksi jätepuristimeen saataisiin kuljetusmääriä vähennettyä.

### **Kustannusvaikutukset**

Välpeenkäsittelyssä välpeen kuiva-ainepitoisuutta ja lavojen pakkausastetta nostamalla voidaan saavuttaa kohtuullisia kustannussäästöjä. Kustannussäästöjä saavutetaan jätteenkäsittelymaksuissa ja kuljetusmäärissä.

Kuten edellä on esitetty, välpeenkäsittelyn huollot ja korjaukset eivät ole merkittävässä osassa välpeenkäsittelyn uusimisessa. Täältä on kuitenkin saavutettavissa pieniä hyötyjä muun muassa huoltotöiden, korjaustyömäärien ja varaosien hankintamäärien vähentymisenä. Suurin säästö saavutettaisiin siinä, että kuljettimille ei tarvitse tehdä laajaa korjaus- tai laiteinvestointia, vaan investointi tehtäisiin vesikourukuljettimiin, joiden huolto- ja korjaustyö tulevaisuudessa olisi huomattavasti vähäisempää kuin nykyisillä kuljettimilla.

### **Pesutuloksen ja kuiva-ainepitoisuuden parantamiseksi tehdyt toimenpiteet**

Pesuruuvipuristimen nykyiseltä edustajalta Hyxo Oy:ltä on tiedusteltu yleisessä markkinakartoitusvaiheessa, mitä nykyisille pesuruuvipuristimille voitaisiin tehdä, jotta välpeen pesutulosta ja kuiva-ainepitoisuutta saataisiin parannettua. Laitteiston edustajan ehdotukset olivat alla olevan mukaisia:

1. Pesuruuvipuristimen ohjelmisto muutetaan käyttöohjeiden mukaiseksi. Jostain syystä pesuruuvipuristimen ohjausasetukset poikkesivat käyttöohjeen mukaisista asetusarvoista. Todennäköisesti asetusarvoja oli muutettu vuosien varrella kokeilumielessä, jotta pesutulosta olisi saatu parannettua ja kuiva-ainepitoisuutta kasvatettua.
2. Pesuruuvipuristimen tulokammioon lisätään pinnamittaus ja pesuruuvipuristinta ohjataan tulokammion pinnan mukaan, siten että tulokammion pinta on riittävän korkealla, ennen kuin pesuruuvipuristimen pesu- ja puristus toiminnot käynnistyvät.



3. Pesuruuvipuristimilta lähteviin kuljetusputkiin tehdään geometrinen muutos, siten että kuljetusputken kulma heti pesuruuvipuristimen jälkeen on 45 astetta yläviistoon.

Kaikki laitetoimittajan ehdotukset on toteutettu pesuruuvipuristimeen ja sen yhteyteen, pois lukien kuljetinputken käyrän muutosta, joka ei ole fyysisesti mahdollista. Kuljetinputki kuitenkin muutettiin siten, että pesuruuvipuristimen ja kuljetinputken käyrän kulma maksimoitiin 26 asteeseen.

Toteutetuilla muutoksilla ei ole havaittu merkittävää muutosta välpeen pesutulokseen ja kuiva-ainepitoisuuteen.

## 6 MARKKINAKARTOITUS

Hankintalaki 1397/2016 on kuvattu tässä kappaleessa vain siltä osin, kuin se on tarpeen tämän opinnäytetyön markkinakartoituksen ja mahdollisen tulevan hankintamenettelyn ymmärtämiseksi. Kappaleessa kuvataan myös tähän opinnäytetyöhön liittyvä yleinen markkinoiden kartoittaminen ja markkinakartoituksen suunnittelu, tarkoitus, kulku ja toteutus.

### Hankintayksikkö

Hankintalain 1397/2016 mukainen hankintayksiköitä ovat valtion, kuntien ja kuntayhtymien viranomaiset, evankelisluterilainen kirkko ja ortodoksinen kirkko sekä niiden seurakunnat ja muut viranomaiset, valtion liikelaitokset, julkisoikeudelliset laitokset ja mikä tahansa hankinnan toteuttaja, joka on saanut tukea yli puolet hankinnan arvosta edellä mainituilta hankintayksiköiltä (Julkisten hankintojen neuvontayksikön II, 2016) .

Turun seudun puhdistamo Oy:n tulee noudattaa hankintalakia, koska sen omistajia ovat 14 kuntaa ja jotka rahoittavat yhtiön toiminnan.

### 6.1 Yleinen markkinoiden kartoittaminen ja markkinakartoitus

Ennen tämän opinnäytetyön toteutusta välppeenkäsittelyn kehittämiseksi ja tehostamiseksi on tehty yleistä markkinoiden kartoitusta. Vuonna 2016 yleistä markkinoiden ja tuotteiden kartoitusta tehtiin esimerkiksi käymällä keskustelua eri laitetoimittajien kanssa, tutustumalla erilaisiin laitteisiin messuilla ja tutustumalla kahteen referenssikohteeseen.

Hankintalaissa 1397/2016 ei ole määritelty kovinkaan tarkasti markkinakartoitusta. Markkinakartoitus on osa hankinnan suunnittelua ja huolellisella suunnittelulla on iso merkitys hankinnan onnistumisen kannalta. Markkinakartoitus on tapa, jolla hankintayksikkö voi kartoittaa toimittajaehdokkaita ja selvittää markkinatilannetta ennen varsinaisen tarjouskilpailun aloittamista. Markkinakartoitus on osa hankinnan suunnittelua ja se on vapaa-  
muotoisempaa, kuin varsinaisissa hankintamenettelyissä. Markkinakartoituksen tarkoitus on lisätä hankintayksikön tuntemusta ja auttaa siinä, kuinka hankinta kannattaisi määritellä lopullisessa hankintamenettelyssä ja minkälaista hankintamenettelyä hankin-

nan toteuttamisessa kannattaisi käyttää. Markkinakartoitus voidaan julkaista yhtiön internetsivuilla ja/tai Hilma-ilmoituskanavalla. (Kontio ym. 2017, 92 ja Julkisten hankintojen neuvontayksikkö 2016.)

Markkinakartoitus järjestettiin tässä opinnäytetyössä sen vuoksi, että markkinakartoitus on virallisempaa ja antaa signaalin markkinoille, että hankinta on lähempänä hankinnan toteuttamista, kuin vain yleinen markkinoiden kartoittaminen. Tavoitteena markkinakartoituksessa oli saada laitetoimittajia mukaan enemmän kuin yleisessä markkinoiden kartoittamisessa ja saada teknisen avoimen vuoropuhelun kautta ehdotuksia ja ratkaisuja välpeenkäsittelyn kehittämiseksi ja tehostamiseksi.

Markkinakartoitus lähetettiin julkaistavaksi Hilma-tiedotuskanavaan 4.5.2019 (liite 1). Markkinakartoitus julkaistiin Hilma-tiedotuskanavassa 6.5.2019. Hilma-tiedotuskanavan lisäksi laitetoimittajiin oltiin yhteydessä sähköpostitse ja puhelimitse sekä kasvokkain Yhdyskuntatekniikka 2019 -messuilla 15.5.2019. Markkinakartoitukseen ilmoitauduttiin aikavälillä 6.5.2019 - 29.5.2019.

Kesäkuussa 2019 lähetettiin lisätietoja ja mitoitustietoja markkinakartoitukseen osallistuville. Elokuussa 2019 sovittiin kaikkien markkinakartoitukseen osallistuvien kanssa vuoropuhelutapaamisten ajankohdat syyskuulle 2019. Ennen vuoropuhelua laitetoimittajat toimittivat tiedot alustavasta ehdotuksesta välpeenkäsittelyn kehittämiseksi ja tehostamiseksi.

Vuoropuhelutapaamisten tarkoituksena oli käydä läpi ja tarkentaa välpeenkäsittelyn mitoitustietoja. Vuoropuhelua varten laadittiin ohjelma (liite 3). Vuoropuheluun osallistuvien laitetoimittajien kanssa keskusteltiin välpeenkäsittelyn kehittämis- ja tehostamisratkaisuista. Vuoropuhelun yhteydessä laitetoimittajat tutustuivat puhdistamon nykyiseen välpeenkäsittelyyn. Tapaamiset kestivät noin kolme tuntia ja olivat osallistujakohtaisia. Vuoropuhelun jälkeen pyydettiin laitetoimittajilta lopulliset tarjoukset eli ehdotukset uudeksi välpeenkäsittelyksi (Liite 4). Lopulliset ehdotukset pyydettiin laitetoimittajilta marraskuun 2019 loppuun mennessä.

### **Markkinakartoituksen suunnittelu ja tavoitteet**

Markkinakartoituksen tarkoituksena oli saada markkinoilta tietoa vaihtoehtoisista välpeenkäsittelymenetelmistä ja -laitteistoista, joilla voidaan parantaa välpeen kuiva-

ainepitoisuutta, pesua ja välppeen pakkaamista. Tavoitteena oli löytää markkinakartoituksen avulla ratkaisuja, joilla voidaan vähentää välppeen määrää ja minimoida välppeen kuljetusten tarvetta Kakolanmäen jätevedenpuhdistamolta.

Markkinakartoituksella pyrittiin saamaan vastauksia seuraaviin kysymyksiin:

1. Löytyykö markkinoilta jotain uutta ja innovatiivista ratkaisua välppeen käsittelyn kuiva-ainepitoisuuden ja pesun parantamiseen?
2. Minkälaisia vaihtoehtoisia laitteistoja markkinoilta löytyy välppeen kuiva-ainepitoisuuden kasvattamiseen ja pesun parantamiseen?
3. Mikä on markkinakartoitukseen osallistuvan laitetoimittajan ehdotus laitteistoksi?
  - a. Kuinka korkeaan kuiva-ainepitoisuuteen ehdotetulla laitteistolla päästään ja millainen on välppeen pesutulos?
  - b. Kuinka ehdotettu laitteisto on liitettävissä nykyiseen välppeen käsittelyprosessiin?
  - c. Mitkä ovat ehdotetun laitteiston kustannukset?
  - d. Mikä on ehdotetun laitteiston käyttövarmuus?
  - e. Mitkä ovat ehdotetun laitteiston huoltokustannukset?
4. Minkälaisia ratkaisuja markkinoilta löytyy välppeen pakkaamiseen?
  - a. Kuinka välpe saadaan mahdollisimman pieneen tilaan?

Markkinakartoituksen tavoitteena oli siis löytää markkinoilta välppeen käsittelyn toteuttamiseen eri vaihtoehtoja, joilla voidaan parantaa välppeen kuiva-ainepitoisuutta, pesua ja välppeen pakkaamista ja jotka soveltuisivat Kakolanmäen jätevedenpuhdistamolle. Tavoitteena oli myös löytää mahdollisimman käyttövarmoja ja huoltovapaita ratkaisuja.

Välppeen pakkaamisen osalta tavoitteena oli löytää pakkausmenetelmä, jolla välpe saadaan mahdollisimman tiiviiseen ja pieneen tilaan.

Markkinakartoituksen Hilma-ilmoituksen (liite 1) liitteeksi laadittiin markkinakartoituksen tavoitteiden kuvaus (liite 2).

## **Osallistujat**

Markkinakartoitukseen osallistui viisi laitetoimittajaa. Kolme laitetoimittajaa olivat toimittajien joukossa, joiden kanssa oli jo aikaisemmin tehty yleistä markkinakartoitusta ja joiden tuotteet ovat tunnettuja välppeen käsittelyssä. Neljäs ja viides laitetoimittaja olivat myös tunnettuja, mutta eivät välppeen käsittelyn osalta. Markkinakartoitukseen osallistuneiden yritysten nimiä ei ole mainittu tässä opinnäytetyössä, koska laitetoimittajien tiedot eivät ole oleellisia opinnäytetyön lopputuloksen kannalta.

Markkinakartoitukseen ei osallistunut yhtään jätteen pakkaamiseen erikoistunutta yritystä. Pakkaamisen osalta päätettiin, että tiedustellaan markkinakartoitukseen osallistuvien laitetoimittajien suosituksia erilaisiksi välppeen pakkaustavoiksi. Päätettiin myös, että pakkaamisen osalta jatketaan ratkaisun kartoittamista yleisellä markkinakartoituksella.

## **Markkinakartoitusvuoropuhelut**

Markkinakartoituksen vuoropuhelut pidettiin laitetoimittajien kanssa syyskuussa 2019.

Markkinakartoitusvuoropuheluihin laadittiin selkeä ohjelma, joka perustui markkinakartoituksen tavoitteisiin (Liite 3).

## **Lopullinen ehdotus**

Markkinakartoituksen vuoropuheluiden päätyttyä, laadittiin ”lopullinen tarjouspyyntö”, jonka mukaisesti laitetoimittajat antoivat lopullisen ehdotuksensa uudeksi välppeen käsittelyksi (Liite 4 ja 5).

### **6.1.1 Markkinakartoituksen tulokset ja johtopäätökset**

Tässä kappaleessa on esitetty markkinakartoitukseen osallistuneiden laitetoimittajien ehdotukset uudeksi välppeen käsittelymenetelmäksi. Laitetoimittajien lopullisten ehdotusten lopussa on arvioitu välppeen käsittelyn soveltuvuutta Kakolanmäen jätevedenpuhdistamolle.

## Laitetoimittaja 1

### Alustava ehdotus

Laitetoimittaja 1 ehdottaa välppeen käsittelyn kehittämiseksi ja tehostamiseksi uusia pesuruuvipuristimia, joiden etupuolella on pesukaukalo, jossa välpe pestään potkuripumpulla pyörrevirtauksessa. Laitetoimittajan ehdottama pesuruuvipuristin on huomattavasti laadukkaampi kuin nykyinen laitteisto, koska sen materiaaleihin ja niiden ainevahvuuksiin on kiinnitetty erityistä huomiota. Pesuruuvipuristimen ruuvin alkuosan kierre on kovapinnoitettu, joka hidastaa huomattavasti ruuvin kulumista. Laitetoimittajan 1 arvion mukaan ehdotetulla ratkaisulla laitteistolla välppeen käsittelyn pesutulos paranee huomattavasti ja välppeen kuiva-ainepitoisuudessa saavutetaan noin 50 % tulos. Laitetoimittaja harkitsee, että pesuruuvipuristimen jälkeen välppeen käsittely varustettaisiin vielä lisälaitteella, joka lisää pesuruuvipuristimen vastapainetta ja sitä kautta välppeen kuiva-ainepitoisuutta 5-10 %. Laitetoimittaja 1 harkitsee lisälaitetta siksi, että jossain tapauksissa tämä on heikentänyt laitteiston käytettävyyttä, toisaalta laitteisto on säädettävä ja sen säätöön käytetään paineilmaa.

### Lopullinen ehdotus

Laitetoimittaja 1 ehdottaa välppeen käsittelyn kehittämiseksi ja tehostamiseksi uusia pesuruuvipuristimia, joiden etupuolella on pesukaukalo, jossa välpe pestään potkuripumpulla pyörrevirtauksessa. Laitetoimittajan arvion mukaan ehdotetulla ratkaisulla välppeen käsittelyssä saavutettava pesutulos paranee huomattavasti ja välppeen kuiva-ainepitoisuudessa laitettoimittaja takaa vähintään 50 % tuloksen. Referenssikohteessa Suomessa laitettoimittajan kyseisillä laitteilla saavutetaan 60 % kuiva-ainepitoisuus. Pesun parantamisen ja kuiva-ainepitoisuuden kasvun seurauksena laitettoimittajan mukaan välppeen käsittelyssä välppeen määrä putoaa nykyisestä 420 tonnista / vuosi noin 250 tonniin / vuosi.

### Ratkaisun edut ja haitat:

- + Laitetoimittajan ehdottamalla ratkaisulla välppeen kuiva-ainepitoisuus nousee 50 %:iin ehkä jopa 60 %:iin.
- + Välpe tulee ulos pesuruuvipuristimesta tiiviinä lieriönä. Nykyistä välppeen pakkaustapaa voidaan hyödyntää ratkaisussa.

- Ratkaisussa ei ole erillistä yksikköä, jolla pesuruuvipuristimen puristusvoimaa saadaan säädettyä ja näin optimoitua välpeenkäsittelyssä saavutettavaa välpeen kuiva-ainepitoisuutta kaikissa tilanteissa.

### Laitetoimittaja 2

#### Alustava ehdotus

Laitetoimittajan 2 alustava ehdotus välpeenkäsittelyn kehittämiseksi ja tehostamiseksi on erikoiskontti, joilla korvattaisiin nykyiset välpeen pakkauksessa käytettävät kuorma-auton lavat. Laitetoimittajan ehdottama erikoiskontti on varustettu kontin pohjalla olevalla suodatinkankaalla. Erikoiskontti toimii siten, että välpe lastattaisiin konttiin suodatinkankaan päälle ja mahdollinen vesi valuisi kontin alaosaan, josta se viemäroidään. Todettiin laitetoimittajan 2 kanssa, että tämä ehdotus ei paranna välpeenkäsittelyssä saavutettavaa kuiva-ainepitoisuutta, koska välpeessä ei ole juurikaan valuvaa vettä, joka valuisi suodatinkankaan lävitse.

#### Lopullinen ehdotus

Laitetoimittajalta ei saatu lopullista ehdotusta.

### Laitetoimittaja 3

#### Alustava ehdotus

Laitetoimittajan 3 alustava ehdotus välpeenkäsittelyn kehittämiseksi ja tehostamiseksi on uudet pesuruuvipuristimet. Pesuruuvipuristimessa ei ole erillistä kaukaloa välpeen pesuun, vaan välpe johdetaan suoraan pesuruuvipuristimeen. Pesuruuvipuristin on huomattavasti pidempi kuin tavanomaiset pesuruuvipuristimet. Laitteistossa välpeenkäsittelyn pesun ja vedenpoisto osuudet ovat erityisen pitkiä, joten tästä voidaan päätellä, että välpe voidaan pestä hyvin ja vesi saadaan poistettua välpeestä tehokkaasti. Laitetoimittaja 3 lupaa, että kyseisellä pesuruuvipuristimella päästään välpeenkäsittelyssä yli 50 % kuiva-ainepitoisuuteen. Pesutuloksesta laitetoimittajalla 3 ei ollut vielä tietoa tässä vaiheessa. Pesuruuvipuristimessa ei ole lisälaitteistoa, jolla voitaisiin optimoida välpeenkäsittelyn kuiva-ainepitoisuutta.

### Lopullinen ehdotus

Laitetoimittajan 3 lopullinen ehdotus välppeen käsittelyn kehittämiseksi ja tehostamiseksi on, että hankintaan nykyisten pesuruuvipuristimien tilalle alustavan ehdotuksen mukainen pesuruuvipuristin. Laitetoimittaja lupaa, että kyseisellä laitteistolla päästään välppeen käsittelyssä 45 % - 55 % kuiva-ainepitoisuuteen. Laitetoimittajan mukaan välppeen rasvapitoisuus vaikuttaa merkittävästi saavutettavaan kuiva-ainepitoisuuteen. Tämän vuoksi vaihteluväli on annettu suureksi.

### Ratkaisun edut ja haitat:

- + Laitetoimittajan ehdottamalla ratkaisulla välppeen kuiva-ainepitoisuus nousee 45 - 55 %:iin.
- + Välpe tulee ulos pesuruuvipuristimesta tiiviinä lieriönä. Nykyistä välppeen pakkaustapaa voidaan hyödyntää ratkaisussa.
- Ratkaisussa ei ole erillistä pesuyksikköä välpeelle, joten sen pesutulos ei välttämättä ole niin hyvä kun ratkaisuissa, joissa on käytetty erillistä pesukaukaloa ja joissa välpe pestään pyörrevirtauksessa.
- Ratkaisussa ei ole erillistä yksikköä, jolla pesuruuvipuristimen puristusvoimaa saadaan säädettyä ja näin optimoitua välppeen käsittelyssä saavutettavaa välppeen kuiva-ainepitoisuutta.

### Laitetoimittaja 4

#### Alustava ehdotus

Laitetoimittajan 4 alustava ehdotus välppeen käsittelyn kehittämiseksi ja tehostamiseksi on, että hyödynnettäisiin nykyisiä pesuruuvipuristimia ja lisättäisiin välppeen käsittelyyn vastapaineruuvi, joka nostaa välppeen käsittelyssä välppeen kuiva-ainepitoisuuden noin 50 %:iin. Ehdotuksen etuna on, että investointikustannukset ovat pienet, mutta välppeen pesutulos ei juurikaan parane.

#### Lopullinen ehdotus

Laitetoimittajan 4 lopullinen ehdotus välppeen käsittelyn kehittämiseksi ja tehostamiseksi on, että nykyiset pesuruuvipuristimet uusitaan ja nämä varustetaan pesukaukaloilla, jotka varustetaan sekoittimilla. Laitteiston päähän asennetaan vastapaineruuvi, jolla



maksimoidaan ja optimoidaan välpeenkäsittelyssä saavutettava kuiva-ainepitoisuus. Laitetoimittajan ehdottamalla ratkaisulla välpeen kuiva-ainepitoisuus nousee huomattavasti jopa 60 %:iin. Välpe tulee ulos vastapaineruuvista purumaisessa muodossa.

Ratkaisun edut ja haitat:

- + Laitetoimittajan ehdottamalla ratkaisulla välpeen kuiva-ainepitoisuus nousee huomattavasti jopa 60 %:iin.
- + Ratkaisussa on vastapaineruuvi, jolla pesuruuvipuristimen puristusvoimaa saadaan säädettyä ja näin optimoitua välpeenkäsittelyn välpeen kuiva-ainepitoisuutta kaikissa tilanteissa.
- Välpe on purumaista ja se vie enemmän tilaa kuin puristettu välpelieriö. Ehdotettu ratkaisu edellyttää nykyiseen välpeen pakkaamiseen suurehkoja muutoksia. Lisäksi välpeen pakkaustavan muutos vaikeuttaa laitteiston asennusta ja käyttöönottoa.

#### Laitetoimittaja 5

Alustava ehdotus

Laitetoimittaja 5 ehdottaa alustavasti välpeenkäsittelyn kehittämiseksi ja tehostamiseksi uusia pesuruuvipuristimia, joiden etupuolella on kaukalo, jossa välpe pestään voimakkaassa pyörrevirtauksessa. Pesun jälkeen välpe puristetaan pesuruuvipuristimessa, pesuruuvipuristimen jälkeen laitteisto varustetaan vedenpoiston lisäosalla ja pesuruuvipuristimen puristuspainetta ohjataan hydraulisella yksiköllä. Ehdotettu pesuruuvipuristin on huomattavasti laadukkaampi kuin nykyinen laitteisto, koska sen materiaaleihin ja niiden ainevahvuuksiin on kiinnitetty erityistä huomiota. Laitetoimittajan arvion mukaan ehdotetulla ratkaisulla välpeenkäsittelyn pesutulos paranee huomattavasti ja välpeen kuiva-ainepitoisuudessa saavutetaan noin 55-60 % tulos.

Lopullinen ehdotus

Laitetoimittajan 5 lopullinen ehdotus välpeenkäsittelyn kehittämiseksi ja tehostamiseksi on uudet pesuruuvipuristimet, joiden etupuolella on kaukalo, jossa välpe pestään voimakkaassa pyörrevirtauksessa. Tämän jälkeen välpe puristetaan pesuruuvipuristimessa. Pesuruuvipuristin varustetaan vedenpoiston lisäosalla ja pesuruuvipuristimen

puristuspainetta ohjataan hydraulisella yksiköllä. Ehdotettu pesuruuvipuristin on huomattavasti laadukkaampi kuin nykyinen laitteisto, koska sen materiaaleihin ja niiden ainevahvuuksiin on kiinnitetty erityistä huomiota. Pesuruuvipuristimen ruuvin alkuosan kierre on kovapinnoitettu, joka hidastaa huomattavasti ruuvin kulumista. Laitetoimittajan arvion mukaan ehdotetulla ratkaisulla välppeen käsittelyn pesutulos paranee huomattavasti ja välppeen kuiva-ainepitoisuudessa saavutetaan noin 55-60 % tulos.

Ratkaisun edut ja haitat:

- + Laitetoimittajan ehdottamalla ratkaisulla välppeen kuiva-ainepitoisuus nousee huomattavasti jopa 55-60 %:iin.
- + Pesuruuvipuristimessa on vedenpoiston lisäosa, jolla varmistetaan välppeen vedenpoisto ja nostetaan välppeen kuiva-ainepitoisuutta, myös suurilla välpemäärillä puhdistamon suurien virtaamien aikana.
- + Ratkaisussa on erillinen yksikkö, jolla pesuruuvipuristimen puristusvoimaa saadaan säädettyä ja näin optimoitua välppeen käsittelyllä saavutettavaa välppeen kuiva-ainepitoisuutta kaikissa tilanteissa.
- + Välpe tulee ulos pesuruuvipuristimesta tiiviinä lieriönä. Nykyistä välppeen käsittelyssä käytettyä välppeen pakkaustapaa voidaan hyödyntää ratkaisussa.

Taulukossa 9 on esitetty yhteenveto laitetoimittajien ratkaisuehdotuksista ja soveltuvuudesta Kakolanmäen jätevedenpuhdistamolle.

Laitetoi- mittaja	Kuiva-ai- nepitoisuus (%)	Pesutu- los	Sisältää vasta- paineen säädön	Välpeen muoto	Ratkaisun soveltuvuus
Laitetoi- mittaja 1	50 - 60	Erin- omainen	Ei	Lieriö	Hyvä
Laitetoi- mittaja 3	45 - 55	Hyvä	Ei	Lieriö	Hyvä
Laitetoi- mittaja 4	<60	Erin- omainen	Kyllä	Puru	tyydyttävä
Laitetoi- mittaja 5	55-60	Erin- omainen	Kyllä	Lieriö	Hyvä

Taulukko 9. Lopullisen ehdotuksen antaneiden laitetoimittajien vertailutaulukko.

Taulukko 9:n yhteenveto kuiva-ainepitoisuuden ja pesutuloksen osalta noudattelevat hyvin lähdettä UK Water Industry Reseach 2015. Siinä on tutkittu eri laitetoimittajien laitteistoja Englannissa vuosien 2010-2014 välisenä aikana. Kyseisessä tutkimuksessa on päästy 31-52 % kuiva-ainepitoisuuteen (UK Water Industry Reseach 2015, 19). Taulukko 9:n tuloksissa on laitetoimittajan 4 ja 5 ratkaisuissa käytetty pesuruuvipuristimen vastapaineen säätöä, joita edellä mainitussa tutkimuksessa ei ole käytetty ja tästä syystä laitetoimittajien lupaamat kuiva-ainepitoisuudet ovat jonkin verran korkeampia.

### Laitteistoihin tutustuminen

Laitetoimittajan 1 ja 5 referenssikohteisiin tutustuttiin yleisessä markkinakartoitusvaiheessa. Varsinaisen markkinakartoituksen päätteeksi tutustuttiin laitetoimittajan 4 laitteistoon. Laitetoimittajan 3 laitteita ei ole käytössä vielä Suomessa, joten tästä syystä laitetoimittajan 3 referenssikohteessa ei vierailtu.

## 7 KAKOLANMÄEN JÄTEVEDENPUHDISTAMON UUSI VÄLPPEENKÄSITTELY

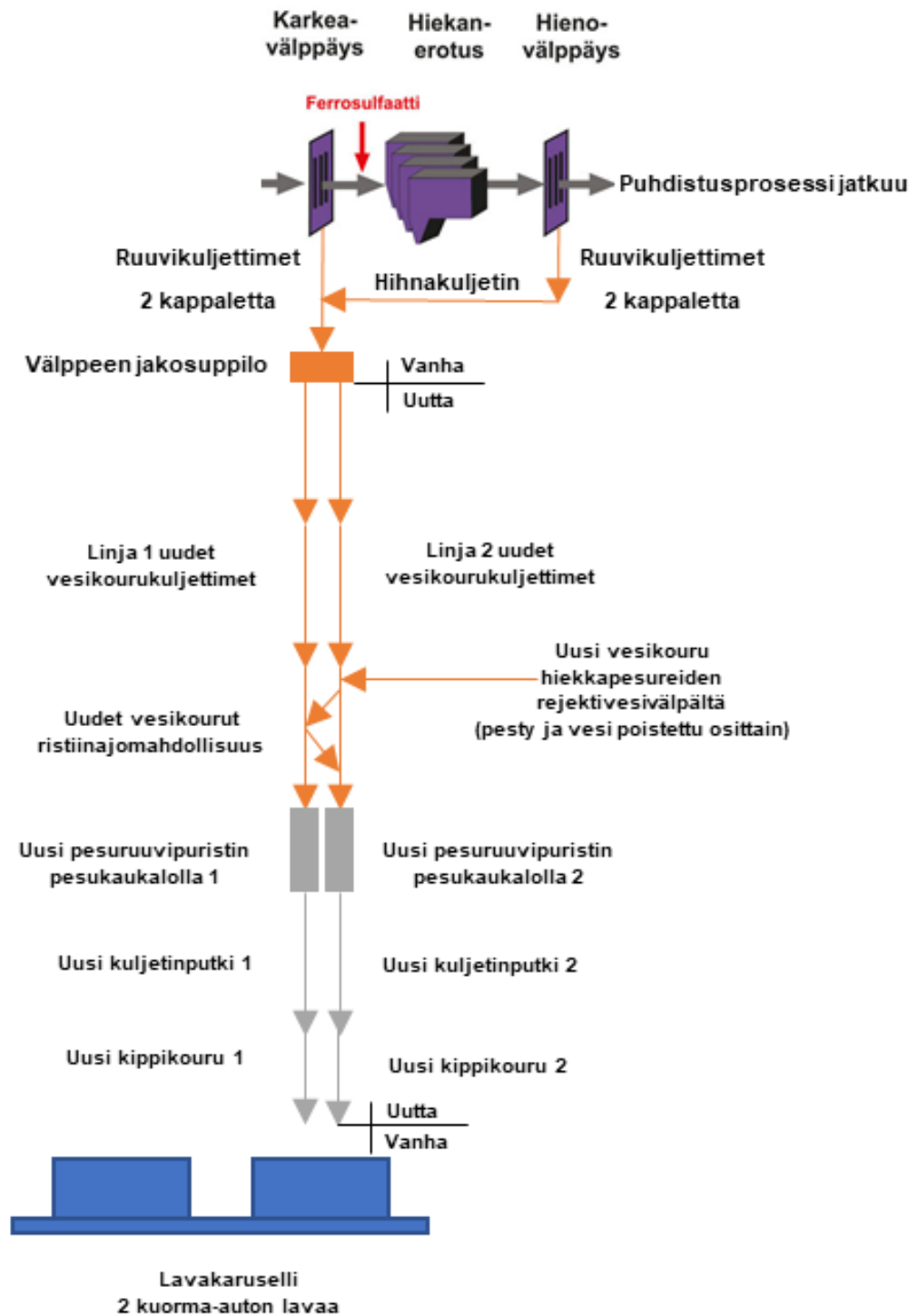
Tässä kappaleessa on esitetty Kakolanmäen jätevedenpuhdistamon uusi välppeen käsittely sekä perustelut sen laitevalinnoille.

### 7.1 Uusi välppeen käsittely

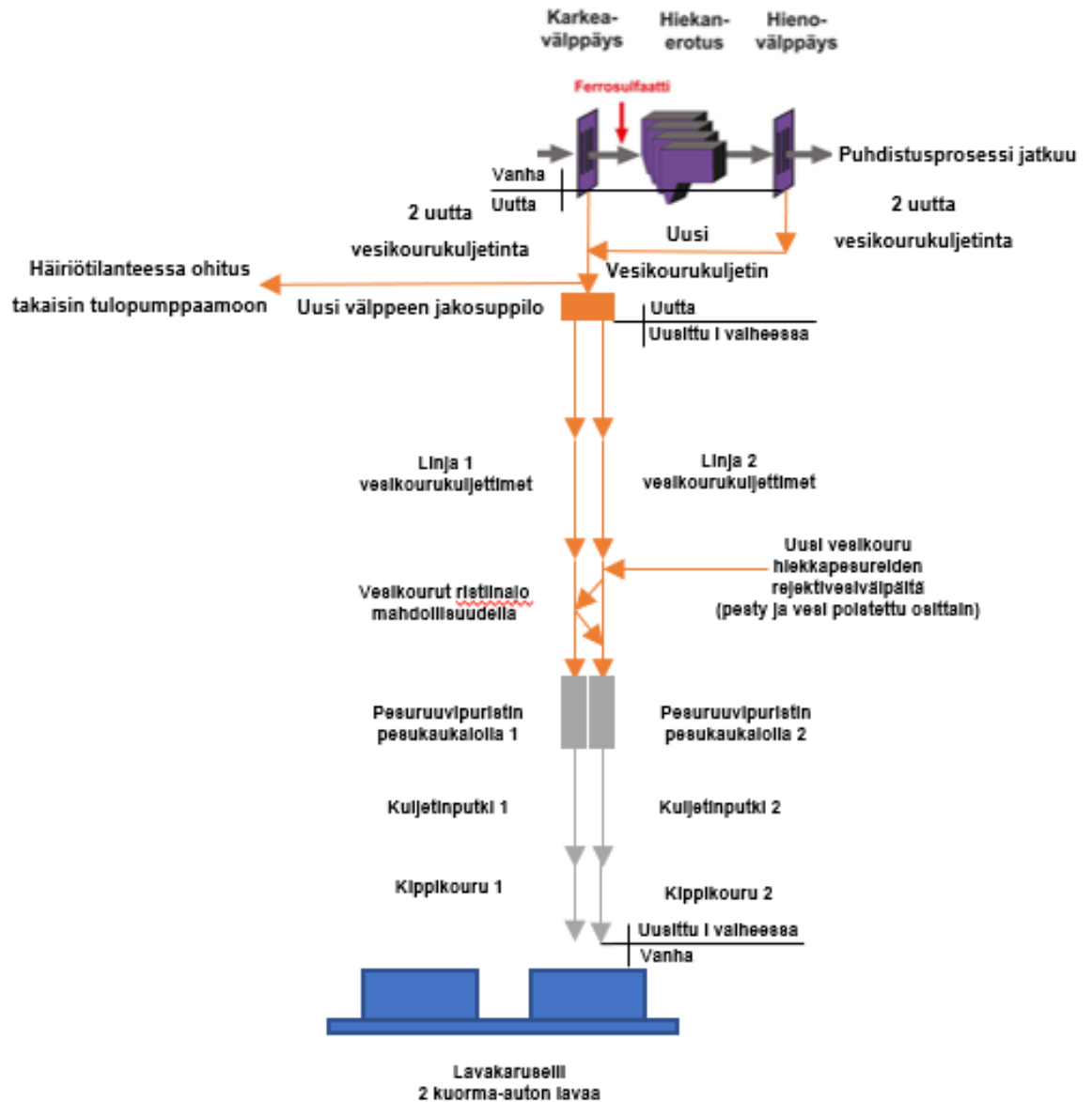
Uuden välppeen käsittelyn toteuttaminen päätettiin jakaa kahteen osaan, koska puhdistamon resurssit eivät riitä niiden samanaikaiseen toteutukseen.

Ensimmäisessä vaiheessa uusitaan välppeen käsittely välppeen jakosuppilolta eteenpäin, rajoittuen välppeen pakkaamiseen. Kuvassa 8 on esitetty välppeen käsittelyn ensimmäisen vaiheen toteutus. Välppeen käsittelyyn tehdään muutokset erityisesti välppeen pesun ja vedenpoiston parantamiseksi sekä muutetaan välppeen kuljetus toteutettavaksi vesikourukuljettimilla jakosuppilosta eteenpäin. Samalla liitetään myös hiekkapesureilta tuleva välpe uuteen välppeen käsittelyyn, johon se johdetaan käyttäen vesikourukuljetinta.

Toisessa vaiheessa välppeen käsittelyssä muutetaan kuljetusta välpiltä välppeen jakosuppilolle, kuvassa 9 on esitetty välppeen käsittelyn toisen vaiheen toteutus. Loputkin kuljettimet muutetaan vesikourukuljettimiksi.



Kuva 8. Välpeenkäsittelyn ensimmäisen vaiheen toteutus.



Kuva 9. Välpeenkäsittelyn toisen vaiheen toteutus.

### 7.1.1 Perustelut valinnoille ja menetelmille

Tässä kappaleessa esitetään uuden välpeenkäsittelyn kehittämis- ja tehostamistoimenpiteet, valitut menetelmät ja perustelut laitevalinnoille.

## Välpeen kuljettaminen

Välpeen kuljettamisen kehittämisessä päädyttiin siihen, että välpeen kuljetus muutetaan kokonaan vesikourukuljettimilla toteutettavaksi. Vesikourukuljettimiin päädyttiin, koska Kakolanmäen jätevedenpuhdistamolla korkeuserot mahdollistavat välpeen kuljettamisen vesikourujen avulla koko välpeenkäsittelyjärjestelmässä. Vesikourukuljetin on hyvin varmatoiminen, koska se toimii, kuten tavanomainen viemäri. Vesikourujen eturuuvi- ja hihnakuljettimiin on, että ne eivät juurikaan tarvitse huoltoa eikä niissä ole kuluvia osia. Ainoa kuluva ja huoltoa vaativa osa on kuljetusveden syöttöventtiili. Vesikourukuljetin kuljettaa välpeen eteenpäin veden avulla. Puhdistamolla on vettä hyvin ja kustannustehokkaasti saatavilla, koska puhdistamolla on teknisen veden verkosto, josta saadaan puhdistettua jätevettä vesikourujen käyttöön. Vesikouruissa käytetty vesi voidaan käyttää myös pesuruuvipuristimen pesukaukalossa pesuvetenä.

Huollon ja korjauksen näkökulmasta huolto- ja korjaustoimenpiteet minimoituisivat. Lisäksi kunnossapidon näkökulmasta varaosien hankinta ja varastointitarve vähenee.

Ensimmäisessä vaiheessa on tarkoitus korvata jakosuppilolta eteenpäin välpeen kuljetus siten, että kuljetus toteutetaan vesikourukuljettimilla. Välpeenkäsittelyn käytettävyyden parantamiseksi ja riskien minimoimiseksi vesikourukuljettimille toteutetaan ristiinajo mahdollisuus ennen pesuruuvipuristimia. Ristiinajo ei ole mahdollista nykyisessä välpeenkäsittelyssä.

Toisessa vaiheessa välpeen kuljetus muutetaan kokonaan toimimaan vesikourukuljettimilla. Välpeenkäsittelyn käytettävyyden parantamiseksi ja riskien minimoimiseksi vesikourukuljettimille toteutetaan ohitusmahdollisuus takaisin tulopumppaamon imualtaaseen. Ohitus ei ole mahdollista nykyisessä välpeenkäsittelyssä.

## Välpeen vedenpoisto

Välpeen vedenpoiston osalta tultiin siihen lopputulokseen, että paras kuiva-ainepitoisuus välpeenkäsittelyssä saavutetaan pesuruuvipuristimella, joka on varustettu pesukaukalolla ja sekoittimella välpeen pesua varten. Välpeen pesun tehokkuudella on merkittävä vaikutus saavutettavaan kuiva-ainepitoisuuteen, koska hyvin pestyllä välpeellä saadaan korkeampi puristusaine ja sen avulla saavutetaan suurempi kuiva-ainepitoisuus. Paras ja jatkuvasti optimoitu kuiva-ainepitoisuus saavutetaan hyvin pestyn välpeen osalta pesuruuvipuristimen jälkeen lisättävällä puristusaineella säätävällä lait-

teistolla (kuva 10). Markkinakartoituksessa laitetoimittajat lupasivat, että tämän kaltaisella välppeen käsittelyllä välppeen kuiva-ainepitoisuudessa saavutetaan 45-60 % tulos. Kirjallisuudessa tämän kaltaisilla laitteistoilla saavutetaan 46-52 % kuiva-ainepitoisuus ja pesutulos ilman vastapaineyksikköä tai -ruuvia (UK Water Industry Research 2015, 24). Lisäksi uudet pesuruuvipuristimet varustetaan vedenpoiston lisäosalla, jolla varmistetaan hyvä vedenpoiston lopputulos myös puhdistamon suurella virtaamalla ja välpe-määrillä.

Huolto- ja korjauskustannusten arvioidaan pysyvän suunnilleen samalla tasolla kuin nykyisin. Pesuruuvipuristimen ruuvin kulutuskuormitus tulee lisääntymään, koska välppeen puristus-paine uudessa välppeen käsittelyssä on noin 20 bar. Huolto- ja korjaustarvetta tulevat kuitenkin vähentämään uuden pesuruuvipuristimen laadukkaammat materiaalit sekä ruuvin alkuosan kovapinnoitehitsaus.

On mahdollista, että välppeen jätemaksujen tonnihinta laskee, koska välpe on paljon kuivempaa ja puhtaampaa. Alustavasti epävirallisesti tiedusteltiin jätemaksujen hinnan laskua jätteenkäsittelijältä ja saatiin vastaus, että hinnoittelua on mahdollista tarkistaa alaspäin. Uuden välppeen käsittelyn käyttöönoton jälkeen on otettava laboratoriotestejä välpeestä ja avattava keskustelu välppeen hinnoittelusta jätteenkäsittelijän kanssa.

### **Välppeen pesu**

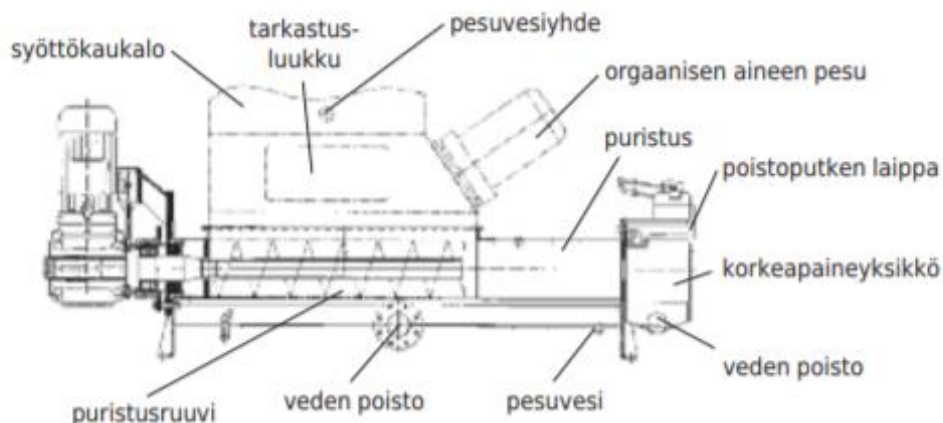
Välppeen pesun osalta tultiin siihen lopputulokseen, että paras pesutulos välppeen käsittelyssä saavutetaan pesuruuvipuristimella, joka on varustettu pesukaukalolla ja sekoittimella välppeen pesua varten. Pesukaukalo on varustettu sekoittimella, joka pesee välppeen tehokkaasti pyörrevirtauksessa ennen välppeen kulkeutumista pesuruuvipuristimen pesuosaan. Kuvassa 10 on esitetty pesuruuvipuristimen leikkaus, jossa pesukaukalo on esitetty tarkastusluukun kohdalla.

Välppeen pesua erityisesti rasvan osalta voidaan parantaa myös siten, että pesuvetenä käytetään lämmintä vettä nykyisen kylmän veden sijaan. Rasvan vaikutus välppeen vedenpoiston puristusvoimaan on negatiivinen, joten jos rasva saadaan poistettua välpeestä tehokkaasti vedenpoistossa, saavutettava puristus-paine kasvaa ja siten vedenpoisto paranee huomattavasti. Lämpimän veden käyttö ei ole kuitenkaan todennäköisesti taloudellisesti kovinkaan kannattavaa siitä saavuttavaan hyötyyn nähden. Käytettäessä lämmintä vettä pesuvetenä tulisi joko tekninen vesi lämmittää tai käyttää lämmintä talousvettä pesuvetenä.



Nykyisen välpeenkäsittelyn pesutulos laboratoriotulosten perusteella on noin 250 mg BOD / g kuiva-ainetta kohden (taulukot 6 ja 7). Tehokkailla laitteistoilla päästään <20 mg BOD / g kuiva-ainetta (Hydropress HUBER AB Suomen sivuliike, 2019). Välpeen pesun laatu paranee siis merkittävästi uudella välpeenkäsittelyllä. BOD saadaan pestyä alle kymmenenteen osaan nykyisestä uudella välpeenkäsittelyllä, mikä tarkoittaa, että osa välpeen sisältämästä orgaanisesta aineksesta saadaan pestyä hyödynnettäväksi puhdistamon prosessiin, joten tämäkin vähentää osaltaan välpeen määrää.

Pesutulosta voidaan parantaa vielä välpeenkäsittelyn ajotavoilla siten, että puhdistamon pienellä virtaamalla pesusyklejä tehdään enemmän kuin suurella virtaamalla, jolloin välpeen määrät ovat hetkellisesti huomattavastikin suurempia (Kuhn 2013, 101).



Kuva 10. Pesuruuvipuristin pesukaukalolla ja korkeapaineyksiköllä (Hydropress HUBER AB Suomen sivuliike, 2019).

Huolto- ja korjauskustannusten arvioidaan pysyvän samoina. Pesun tehostamisen ei oleteta vaikuttavan huolto- ja korjauskustannuksiin.

### Välpeen pakkaaminen

Tässä opinnäytetyössä päädyttiin siihen, että välpe puristetaan välpeenkäsittelyn loppuvaiheessa lieriöksi ja pakataan olemassa oleviin lavoihin uusien kippikourujen avulla, jolloin välpe on mahdollisimman tiiviissä muodossa ja sen viemä tila on minimoitu. Hiekkapesureilta tuleva välpepuru johdetaan uudessa välpeenkäsittelyssä uusien pesuruuvipuristimien kautta lavoille, joten sekkin lastataan lavalle tiiviissä lieriömuodossa ja lavan päähän ei tarvitse enää jättää tilaa hiekkapesureiden välpepurulle. Tällöin välpelieriön

pituus voidaan maksimoida noin 4 metriin. Tällä tavoin kuorma-auton lavojen pakkaustihyettä ja painoa voidaan lisätä ja kuljetusmääriä saadaan vähennettyä.

### **Välpeen määrä ja kuljetusten määrät**

Kuiva-ainepitoisuus välpeenkäsittelyssä tulee parantumaan uusilla laitteistoilla huomattavasti. Tavoitteena on 60 % kuiva-ainepitoisuus, joka on kirjallisuuden ja laitetoimittajien mukaan täysin mahdollista. Nykyisen välpeenkäsittelyn lopputuloksena välpeen määrä on noin 420 tonnia / vuosi. Huomioiden edellä kuvatut kehittämis- ja tehostamistoimet välpeenkäsittelyssä voidaan teoreettisesti arvioida, että välpeen määrä tulee vähintään puolittumaan uudella välpeenkäsittelyllä eli välpeen määrä putoaisi noin 210 tonniin / vuosi. Markkinakartoituksen laitetoimittajien arviot tukevat välpeen määrän puolittumista. Pesun tehokkuus vaikuttaa luonnollisesti myös välpeen määrään, mutta sen suoraa vaikutusta välpeen vähenemiseen on vaikea arvioida.

Oletetaan, että uuden välpeenkäsittelyn käyttöönoton jälkeen välpeen määrä painon ja tilavuuden osalta puolittuisi. Tämä tarkoittaa, että välpeen jätehuoltokustannukset puolittuisivat. Kuljetusten osalta säästöjä saataisiin välpeen määrän vähentyessä ja lavojen täyttöastetta nostamalla. Oletus on, että lavan paino nousisi nykyisestä 3,5 tonnista / lava => 5 tonniin / lava. Tämä tarkoittaisi, että vuodessa tarvittaisiin 42 kuljetusta ja kilometrejä kuljetuksista kertyisi 1000 km. Nykyisin kuljetuksia on 120 ja kilometrejä noin 3000 km.

### **7.2 Hankintamäärittely**

Opinnäytetyön lopputuloksena laadittiin hankintamäärittely välpeenkäsittelyn muutosta ja laitehankintaa varten. Hankintamäärittelyssä on huomioitu alla olevissa kohdissa esitetyt asiat.

1. Hankintamäärittely laadittiin siten, että hankinta sisältää uuden välpeenkäsittelyn ensimmäisen ja toisen vaiheen suunnittelun. Tähän päädyttiin, koska tällöin suunnitelma tukee kokonaisratkaisua. Ensimmäisen vaiheen toteutuksessa otetaan siis huomioon jo toisenkin vaiheen toteutus. Hankintamäärittelyn liitteeksi laadittiin uuden välpeenkäsittelyn virallinen PI-kaavio, joka pohjautuu opinnäytetyön yksinkertaistettuihin kuviin (kuvat 8 ja 9).
2. Hankintamäärittelyssä määritettiin myös uuden välpeenkäsittelyn takuuarvot:

- a. Takuuarvoksi kuiva-ainepitoisuuden osalta määritettiin 55-60 %.
  - b. Takuuarvoksi pesutuloksen osalta asetettiin < 20 mg BOD/g kuiva-ainetta kohden.
  - c. Yksittäisen laitteen käyttövarmuudeksi asetettiin 95 % ja koko välppeen­ käsittelyn käyttövarmuudeksi asetettiin 99 %.
  - d. Takuuajaksi määritettiin 5 vuotta.
3. Hankinta määriteltiin siten, että toimituslaajuus on uuden välppeen­ käsittelyn suunnittelu, tilaajan laatiman PI-kaavion periaatteita noudattaen (kuvia 8 ja 9). Suunnittelussa laitetoimittajalta edellytettiin, että laitetoimittaja mitoittaa laitteistot siten, että takuuarvot saavutetaan. Lisäksi suunnittelulta edellytettiin, että laite­ toimittajan tulee huomioida suunnittelussa puhdistamon sähkö- ja automaatiojär­jestelmien laajennustarpeet. Vaatimuksena on, että suunnitelmat ja mitoitustiedot tulee hyväksyttävä Turun seudun puhdistamo Oy:llä ennen valmistuksen aloitusta.
4. Hankintamäärittely laadittiin niin, että suunnittelun lisäksi hankintaan sisältyvät:
- nykyisen välppeen­ käsittelyn laitteistojen ja kuljettimien purkutyöt ja poisto
  - uuden välppeen­ käsittelyn laitteiden valmistus, toimitus, asennus ja käyt­ töönotto sekä niiden huolto- ja käyttökoulutukset
  - hiekkapesurien rejektivesiväl­pän liittäminen uuteen välppeen­ käsittelyyn ja tähän liittyvien vesikourujen valmistus, toimitus ja asennus
  - uusien kannellisten vesikourukuljettimien valmistus, toimitus ja asennus
  - putkisto- ja teräsrakennear­sennukset
  - sähkö- ja instrumentointiar­sennukset
  - välppeen­ käsittelyn ohjausten toteutus puhdistamon automaatiojär­jestel­ mään
  - nykyisten välppien toiminnan ohjaus uuden välppeen­ käsittelyn vaatimalla tavalla, esimerkiksi ohjaus puhdistamon pienellä ja suurella virtaamalla
  - uusi välppeen­ käsittely täysin valmiina ja käyttöön otettuna
  - loppudokumentoinnin toimittaminen laitekoko­ naisuudesta CE-vakuutus­ sineen

Välppeen­ käsittelyn materiaalivaatimuksiksi määriteltiin, että kaikkien materiaalien, jotka ovat kosketuksissa jäteveteen, välppeeeseen tai rejektiveteen, tulee olla ruostumatonta tai haponkestävää terästä EN 1.4307 tai EN 1.4436 (vastaava kuin AISI 304L / AISI

316L), joka on pesty happokylvyssä ja passivoitu. Pesuruuvipuristimen ruuvin osalta asetettiin vaatimukseksi, että ruuvin kierteen paksuus tulee olla vähintään 10 mm ja ruuvin kierteen alkuosasta 90 astetta tulee vähintään kovapinnoittaa hitsaamalla. Materiaalien paksuudet määritettiin pesuruuvipuristimessa siten, että laitteiston tulee olla erittäin tukevarakenteinen.

Nykyisten laitteistojen purku määriteltiin siten, että välppenkäsittelyn tulee toimia koko muutostyön ajan.

Ratkaisu, että laitetoimittaja toimittaa koko järjestelmän perustuu kahteen asiaan. Ensimmäinen on, että uusi välppenkäsittely toimisi varmasti. Toinen peruste on, että uuden välppenkäsittelyn laitetoimittaja pystyisi täyttämään tilaajan puolesta VNa 400/2008 (valtioneuvoston asetus koneiden turvallisuudesta) vaatimukset. Toisin sanoen laitetoimittaja toimittaa koko välppenkäsittelyn koneyhdistelmänä ja CE-merkittyinä (Siirilä & Tytykoski 2017, 109-117). Tällä ratkaisulla tilaajan tai erikseen sovittavan kolmannen osapuolen ei tarvitse ottaa vastuuta osittain valmiista koneista kootusta koneyhdistelmästä eikä laatia koneyhdistelmän CE-vakuutusta (Siirilä & Tytykoski 2017, 119-122).

### 7.3 Välppenkäsittelyn jatkotoimenpiteet

Tätä opinnäytetyötä tehdessä otetuissa laboratoriotesteissä havaittiin, että nykyisessä välppenkäsittelyssä pesty ja puristettu välpe sisältää noin 5 % rasvaa. Tämä tarkoittaa, että kun Kakolanmäen jätevedenpuhdistamolla otetaan käyttöön uusi tehokkaampi välppenkäsittely, on mahdollista, että rasva alkaa kiertämään jätevedenpuhdistusprosessissa. Arvion mukaan rasvaa voisi kerääntyä arvioilta 20 tonnia / vuosi, ellei asialle tehdä jotakin.

Jatkotoimenpiteenä tulisi selvittää, kuinka rasva voidaan poistaa prosessin kierrosta ja mihin rasvajäte voitaisiin prosessissa johtaa tai toimittaa. Rasva voitaisiin erottaa esimerkiksi tiheällä välpällä tai pienellä flotaatiolla. Yksi vaihtoehto voisi olla, että erotettu rasva johdetaan raakasekalietteen joukkoon, josta se menisi lietteen mukana linko-kuivattavaksi, lietesiiiloihin ja sitä kautta biokaasulaitokselle. Toinen vaihtoehto voisi olla, että rasva kerättäisiin erilliseen säiliöön, josta se toimitettaisiin erillisenä jätteenä suoraan biokaasulaitokselle tai esimerkiksi biodieselin raaka-aineeksi tai erilliseen jätteen käsittelyyn.

## 8 YHTEENVETO

Tässä opinnäytetyössä keskityttiin Kakolanmäen jätevedenpuhdistamon välpeenkäsittelyn tehostamiseen ja kehittämiseen. Nykyisellä Kakolanmäen jätevedenpuhdistamon välpeenkäsittelyllä saavutetaan noin 28 % kuiva-ainepitoisuus, mikä tarkoittaa jätemäärässä vuositasolla noin 420 tonnia. Kirjallisuuden, yleisen markkinakartoituksen ja markkinakartoituksen perusteella nykyistä välpeenkäsittelyn tehokkuutta voidaan kehittää huomattavasti. Parantamalla välpeenkäsittelyssä välpeen pesua ja vedenpoistoa voidaan saavuttaa jopa 60 % kuiva-ainepitoisuus, mikä tarkoittaa, että välpeen määrä vuositasolla putoaisi noin 210 tonniin. Välpeen pesua tehostetaan siten, että uudet pesuruuvipuristimet varustetaan erillisillä pesukaukaloilla, jossa välpe pestään pesuveden pyörrevirtauksessa. Välpeen kuiva-ainepitoisuutta parannetaan uusilla laadukkaimmilla ja kulutusta kestävimmillä pesuruuvipuristimilla. Uudet pesuruuvipuristimet varustetaan säädettävillä vastapaineyksiköillä, jotka optimoivat pesuruuvipuristimien puristuspainetta kaikissa tilanteissa. Lisäksi uudet pesuruuvipuristimet varustetaan lisävedenpoistolla, joka varmistaa välpeen korkean kuiva-ainepitoisuuden myös suurilla välpeen määrillä esimerkiksi puhdistamon suurilla virtaamilla. Jättemäärän pieneneminen vähentää jätteenkäsittelykuluja ja myös kuljetusten tarvetta Kakolanmäen jätevedenpuhdistamon ja välpeen jätteenkäsittelypaikan välillä. Välpeen jätelavojen pakkausta voidaan tehostaa uudella välpeenkäsittelyllä, joka vähentää kuljetusmääriä entisestään.

Samassa yhteydessä, kun välpeenkäsittelyn pesua ja vedenpoistoa tehostetaan, yksinkertaistetaan välpeen kuljetusta toteuttamalla välpeen kuljetus vesikourukuljettimilla. Uuden kuljetusjärjestelmän toteuttamisen yhteydessä toteutetaan myös käytettävyyden parantamiseksi ja riskien minimoimiseksi vesikourukuljettimille ristiinajo mahdollisuus ennen pesuruuvipuristimia ja ohitusmahdollisuus takaisin tulopumppaamon imu-altaaseen.

Lopputuloksena työstä laadittiin uuden välpeenkäsittelyn hankintamäärittely ja PI-kaavio.

Uudessa välpeenkäsittelyssä välpeen pesua tehostetaan huomattavasti. Tällöin on mahdollista, että osa nykyisin välpejätteen mukana pois kulkeutuvasta rasvasta palautuukin prosessin. Jatkotoimenpiteenä tulisi selvittää, kuinka rasva saadaan käsiteltyä nykyistä paremmin jätevedenpuhdistusprosessissa.

## LÄHTEET

- Barillon, B.;Canler, J. P.;Gourdon, R.;Le Hyaric, R.;& Naquin, P. (2009). *Characterization of screenings from three municipal wastewater treatment plants in the Region Rhone-Alpes*. IWA Publishing. Haettu 7. Joulukuu 2018 osoitteesta <https://doi.org/10.2166/wst.2009.391>
- Environmental Protection Agency. (1995). *Waste Water Treatment manuals, Preliminary treatment*. Wexford: Environmental Protection Agency.
- Gall, B.;Mroczek, C.;Newbigging, M.;Parker, J.;& Stephenson , J. (2002). *Assessment of technologies for screening, floatable control, and screenings handling*. Virginia: Water Environment Research Foundation.
- Hydropress HUBER AB Suomen sivuliike. (2019). Haettu 14. tammikuuta 2019 osoitteesta <https://www.huber.fi/Jaeteveden-vaelpaays.htm>
- Julkisten hankintojen neuvontayksikkö I. (2016). *Suunnittelu ja valmistelu markkinakartoitus*. Haettu 5. 5 2019 osoitteesta <https://www.hankinnat.fi/eu-hankinta/suunnittelu-ja-valmistelu/markkinakartoitus>
- Julkisten hankintojen neuvontayksikön II. (2016). *Mikä julkinen hankinta? Hankintayksiköt*. Haettu 31. 8 2019 osoitteesta <https://www.hankinnat.fi/mika-julkinen-hankinta/hankintayksikot>
- Järviö, J.;& Lehtiö, T. (2012). *Tuotanto-omaisuuden hoitaminen, kunnossapidon julkaisusarja n:o 10*. Helsinki: Kunnossapitoyhdistys promaint.
- Kaless, M.;Palmowski, L.;& Pinnekamp, J. (2017). *Carbon recovery from screenings for energy-efficient wastewater treatment*. Haettu 7. Joulukuu 2018 osoitteesta <https://doi.org/10.2166/wst.2017.497>
- Karttunen, E.;Kiuru, H.;& Tuhkanen , T. (2004). *RIL 124-2 Vesihuolto II*. Helsinki: Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL ry.
- Kontio, A.;Kronström, S.;Kumlin, A.;& Mäki, L. (2017). *Julkiset hankinnat käsikirja*. Edita Publishing Oy.

- Kuhn, M. (2013). *Väitöskirja Mengen und trockenruckstand von rechengut kommunaler Kläranlagen*. Höpfigen.
- Kuhn, M.; & Gregor, H. (2013). *Screenings – Quantity and Quality*. Kuhn- water experts. Haettu 7. Joulukuu 2018 osoitteesta [https://www.kuhn-gmbh.de/images/aktuelles/2013-01\\_rechengutenfall/Kuhn\\_screenings.pdf](https://www.kuhn-gmbh.de/images/aktuelles/2013-01_rechengutenfall/Kuhn_screenings.pdf)
- Leino, N. (2019). *Haastattelu*. Haettu 13. syyskuu 2019
- Lounais-Suomen vesi- ja ympäristötutkimus Oy I. (2014). *Testausseoste 14-4182 9.7.2014, välpe hiekkapesureiden reaktivesivälpältä näyte 9.7.2014*.
- Lounais-Suomen vesi- ja ympäristötutkimus Oy II. (2014). *Testausseoste 14-6079 16.9.2014, välpe pesuruuvipuristimelta ja hiekkapesurien reaktivesivälpältä näyte 11.9.2014*.
- Lounais-Suomen vesi- ja ympäristötutkimus Oy III. (2014). *Testausseoste 14-6417 29.9.2014, välpe pesuruuvipuristimelta ja hiekkapesurien reaktivesivälpältä näyte 26.9.2019*.
- Lounais-Suomen vesi- ja ympäristötutkimus Oy IV. (2019). *Testausseoste 19-8159 23.10.2019, Välpe ennen pesuruuvipuristinta ja sen jälkeen näyte 26.8.2019*.
- Lounais-Suomen vesi- ja ympäristötutkimus Oy V. (2019). *Testausseoste 19-8887 26.11.2019, välpe ennen pesuruuvipuristinta ja sen jälkeen näyte 15.10.2019*.
- Lounais-Suomen vesi- ja ympäristötutkimus Oy VI. (2019). *Testausseoste 19-8945 3.12.2019, välpe ennen pesuruuvipuristinta ja sen jälkeen näyte 28.10.2019*.
- Lounais-Suomen vesi- ja ympäristötutkimus Oy VII. (2018). *Kakolanmäen jätevedenpuhdistamon tarkkailututkimus, Vuosiraportti 2018 Nro 206-19-624*. Lounas-Suomen vesi- ja ympäristötutkimus Oy. Lounas-Suomen vesi- ja ympäristötutkimus Oy.
- McGraw-Hill Education. (2014). *Wastewater Engineering, Treatment and resource recovery* (viides painos p.). New York: McGraw-Hill Education.
- MICODAN A/S. (2020). *Special containere*. Haettu 1. Tammikuu 2020 osoitteesta [http://www.micodan.dk/Special\\_containere.asp?hidesub=yes](http://www.micodan.dk/Special_containere.asp?hidesub=yes)

- Oy Slamex Ab. (2009). *Pesuruuvipuristitin SWP 25 käyttö ja huolto-ohjeet sekä varaosaluettelo*. Vantaa: Oy Slamex Ab.
- Siirilä, T.;& Tytykoski, K. (2017). *Koneturvallisuuden käsikirja*. Vantaa: Inspecta.
- Suomen standardisoimisliitto SFS. (2001). *Prosessikaaviot Yleiset ohjeet. SFS-EN ISO 10628 (kumottu)*. Helsinki: Suomen standardisoimisliitto SFS.
- Turun seudun puhdistamo Oy I. (2019). Haettu 30. joulukuuta 2019 osoitteesta <https://www.turunseudunpuhdistamo.fi/toiminta>
- Turun seudun puhdistamo Oy II. (2017). *Kriittisyysanalyysi*. Turun seudun puhdistamo Oy.
- Turun seudun puhdistamo Oy III. (2020). *Kunnossapitojärjestelmä*. Turun seudun puhdistamo Oy. Haettu 3. Tammikuu 2020
- UK Water Industry Reseach. (2015). *National screenings treatment equipment test facility, screenings treatment equipmnet evaluation, comparative report (2010-2014)*. Lontoo: UK Water Industry Reseach.



# Markkinakartoituksen Hilma ilmoitus

Hilma - Ilmoitus

<https://www.hankintailmoitukset.fi/fi/public/procurement/18614/notice/21644/details>

## MARKKINAKARTOITUS: Välpeenkäsittelyn kuiva-ainepitoisuuden ja pesun parantaminen

KANSALLINEN ENNAKKOILMOITUS / MARKKINAKARTOITUS Julkaistu Hilmassa 6.5.2019 12:27 Ilmoituksen numero 2019-009487

### Hankinnan nimi

MARKKINAKARTOITUS: Välpeenkäsittelyn kuiva-ainepitoisuuden ja pesun parantaminen

### Hankinnan tyyppi

Sopimuksen tyyppi  
Tavarahankinnat

### Hankinnan lyhyt kuvaus

Lyhyt kuvaus

### Hankintanimikkeistö

Pääasiallinen CPV-koodi

Jätevedenkäsittelylaitteet (42996000)

### Aluekoodi

NUTS-koodi

Varsinais-Suomi (FI1C1)

### Pääasiallinen suorituspaikka

### Liitteet ja linkit

<https://vanha.hankintailmoitukset.fi/fi/notice/attachment/353558/Markkinakartoitus+kuvaus.pdf>

### Hankinnan kohde

#### Hankinnan lyhyt kuvaus

Lyhyt kuvaus

1 / 6

23.2.2020 klo 10:22

Hilma - Ilmoitus

<https://www.hankintailmoitukset.fi/fi/public/procurement/18614/notice/21644/details>

### Hankintanimikkeistö

Pääasiallinen CPV-koodi

Jätevedenkäsittelylaitteet (42996000)

### Hankintamenettelyä koskevat lisätiedot

### Hankinnan kuvaus

#### Kuvaus hankinnasta

Markkinakartoituksen tarkoituksena on saada markkinoilta tietoa vaihtoehtoisista välpeenkäsittelyratkaisuksista, joilla voidaan parantaa välpeen kuiva-ainepitoisuutta, pesua ja välpeen pakkaamista. Tavoitteena on löytää ratkaisuja, joilla voidaan vähentää välpemäärää ja minimoida välpeen kuljetusten tarve.

Markkinakartoituksella pyritään saamaan vastauksia seuraaviin kysymyksiin:

1. Löytyykö markkinoilta jotain uutta ja innovatiivista ratkaisua välpeenkäsittelyn kuiva-ainepitoisuuden ja pesun parantamiseen?
2. Minkälaisia vaihtoehtoisia laitteistoja markkinoilta löytyy välpeen kuiva-ainepitoisuuden kasvattamiseen ja pesun parantamiseen?
3. Mikä on markkinakartoituksen osallistuvan laitetoimittajan ehdotus laitteistoksi?
  - a. Kuinka korkeaan kuiva-ainepitoisuuteen ehdotetulla laitteistolla päästää ja millainen on välpeen pesutulos?
  - b. Kuinka ehdotettu laitteisto on liitettävissä nykyiseen välpeprosessiin?
  - c. Mitkä ovat ehdotetun laitteiston kustannukset?
  - d. Mikä on ehdotetun laitteiston käyttövarmuus?
  - e. Mitkä ovat ehdotetun laitteiston huoltokustannukset?
4. Minkälaisia ratkaisuja markkinoilta löytyy välpeen pakkaamiseen?

2 / 6

23.2.2020 klo 10:22

a. Kuinka välpe saadaan mahdollisimman pieneen tilaan?

Markkinakartoituksen tavoitteena on siis löytää markkinoilta eri vaihtoehtoja välpeenkäsittelyyn, jolla voidaan parantaa välpeen kuiva-ainepitoisuutta, pesua ja välpeen pakkaamista ja jotka voisivat soveltua Kakolanmäen jätevedenpuhdistamolle. Tavoitteena on löytää myös mahdollisimman käyttövapaita ja huoltovapaita ratkaisuja.

Lisäksi välpeen pakkaamisen osalta tavoitteena on löytää pakkausmenetelmä, jolla välpe saadaan mahdollisimman pieneen tilaan.

**Hankintanimikkeistö - lisäkoodit** CPV-lisäkoodi(t)

Perävaunut, puoliperävaunut ja siirrettävät kontit (34220000)

**Aluekoodi** NUTS-koodi

Varsinais-Suomi (FI1C1)

**Suorituspaikan lisätiedot**

**Arvioitu arvo**

**Tietojen, osallistumishakemuksen tai tarjousten lähettämisen määräaika**

**Päivämäärä**

29.5.2019 23:59

**Kielet, joilla tarjoukset tai osallistumishakemukset voidaan toimittaa**

**Kielet**

**Yhteyshenkilö**

**Nimi**

Turun seudun puhdistamo Oy

**Sähköpostiosoite**

jarno.arfman@turku.fi

**Puhelin**

+358 407126231

**Hankinta-asiakirjat**

Hankinta-asiakirjoja ei ole saatavilla

**Lisätietoja saa**

Lisätietoja ei ole saatavilla

**Tarjoukset tai osallistumishakemukset on tehtävä/jätettävä**

**Ostajan postiosoitteeseen**

**Virallinen nimi**

Turun seudun puhdistamo Oy

**Y-tunnus** Yritys- ja yhteisötunnus

1774713-5

Hilma - Ilmoitus

<https://www.hankintailmoitukset.fi/fi/public/procurement/18614/notice/21644/details>**Postiosoite**

Polttimonkatu 2

**Postinumero**

20100

**Postitoimipaikka**

TURKU

**Maa**

Suomi

**Aluekoodi** NUTS-koodi

Varsinais-Suomi (FI1C1)

**Verkko-osoite** URL<http://www.turunseudunpuhdistamo.fi>**Sähköpostiosoite**

jarno.arfman@turku.fi

**Nimi ja osoitteet****Virallinen nimi**

Turun seudun puhdistamo Oy

**Y-tunnus** Yritys- ja yhteisötunnus

1774713-5

5 / 6

23.2.2020 klo 10:22

Hilma - Ilmoitus

<https://www.hankintailmoitukset.fi/fi/public/procurement/18614/notice/21644/details>**Postiosoite**

Polttimonkatu 2

**Postinumero**

20100

**Postitoimipaikka**

TURKU

**Maa**

Suomi

**Aluekoodi** NUTS-koodi

Varsinais-Suomi (FI1C1)

**Verkko-osoite** URL<http://www.turunseudunpuhdistamo.fi>**Sähköpostiosoite**

jarno.arfman@turku.fi

**Ostajan tyyppi****Muu tyyppi**

Alue tai paikallistason laitos

6 / 6

23.2.2020 klo 10:22

# Markkinakartoituksen kuvaus



KUVAUS MARKKINAKARTOITUS

Sivu 1/3  
Pvm 3.5.2019  
Laatija Jamo Arfman

## TURUN SEUDUN PUHDISTAMO OY

### VÄLPPEENKÄSITTELYN KUIVA-AINEPITOISUUDEN KASVATTAMINEN JA PESUN PARANTAMINEN

#### Markkinakartoitus

Turun seudun puhdistamo Oy pyytää osallistumaan markkinakartoitukseen Hilmailmoituskanavaan 2.5.2019 julkaistavaksi lähetetyn ilmoituksen perusteella.

Turun seudun puhdistamo Oy on 14 kunnan omistama palveluntuottaja, joka tarjoaa omistajilleen sekä muille asiakkailleen hyvälaatuisia jätevedenpuhdistuspalvelua kustannustehokkaasti. Puhdistamo vastaa ja huolehtii Kakolanmäen jätevedenpuhdistamon operoinnista ja sen puhdistustuloksesta. (Lisätietoa tilaajasta löytyy nettisivuilta osoitteesta <http://www.turunseudunpuhdistamo.fi/>.)

#### MARKKINAKARTOITUKSEN TARKOITUS

Markkinakartoituksen tarkoituksena on saada markkinoilta tietoa vaihtoehtoisista välpeenkäsittelyratkaisuista, joilla voidaan parantaa välpeen kuiva-ainepitoisuutta, pesua ja välpeen pakkaamista. Tavoitteena on löytää ratkaisuja, joilla voidaan vähentää välpemäärää ja minimoida välpeen kuljetusten tarve.

Markkinakartoituksella pyritään saamaan vastauksia seuraaviin kysymyksiin:

1. Löytyykö markkinoilta jotain uutta ja innovatiivista ratkaisua välpeenkäsittelyn kuiva-ainepitoisuuden ja pesun parantamiseen?
2. Minkälaisia vaihtoehtoisia laitteistoja markkinoilta löytyy välpeen kuiva-ainepitoisuuden kasvattamiseen ja pesun parantamiseen?
3. Mikä on markkinakartoituksen osallistuvan laitetoimittajan ehdotus laitteistoksi?
  - a. Kuinka korkeaan kuiva-ainepitoisuuteen ehdotetulla laitteistolla päästää ja millainen on välpeen pesutulos?
  - b. Kuinka ehdotettu laitteisto on liitettävissä nykyiseen välpeprosessiin?
  - c. Mitkä ovat ehdotetun laitteiston kustannukset?
  - d. Mikä on ehdotetun laitteiston käyttövarmuus?
  - e. Mitkä ovat ehdotetun laitteiston huoltokustannukset?
4. Minkälaisia ratkaisuja markkinoilta löytyy välpeen pakkaamiseen?
  - a. Kuinka välpe saadaan mahdollisimman pieneen tilaan?

Markkinakartoituksen tavoitteena on siis löytää markkinoilta eri vaihtoehtoja välpeenkäsittelyyn, joilla voidaan parantaa välpeen kuiva-ainepitoisuutta, pesua ja välpeen pakkaamista ja jotka voisivat soveltua Kakolanmäen jätevedenpuhdistamolle. Tavoitteena on löytää myös mahdollisimman käyttövarmoja ja huoltovapaita ratkaisuja.

Turun seudun puhdistamo Oy (1774713-5)  
Polttimonkatu 2  
20100 TURKU

Puh. 040 7126 231  
jamo.arfman@turku.fi  
[www.turunseudunpuhdistamo.fi](http://www.turunseudunpuhdistamo.fi)

Osallistujille ei makseta korvausta markkinakartoitukseen osallistumisesta eikä markkinakartoitukseen osallistuminen ole edellytys tulevaan kilpailutukseen osallistumiselle.

Kakolanmäen jätevedenpuhdistamon välpeenkäsittelyn kehittämistä tutkitaan myös osana YAMK-tutkintoon liittyvää kehittämistyötä. Tarkoituksena on, että kehittämistyötä voitaisiin hyödyntää myös tulevaisuudessa muissa puhdistamohankkeissa. Asian huomioiminen ei edellytä markkinakartoituksen osallistujilta toimenpiteitä, mutta markkinakartoituksessa saatuja näkemyksiä voidaan hyödyntää osana YAMK-tutkimusta.

## NYKYINEN VÄLPPEENKÄSITTELYLAITTEISTO

Nykyisellä välpeenkäsittelylaitteistolla päästään noin 30 % kuiva-ainepitoisuuteen, joka tarkoittaa jätemääränä noin 300 - 400 tonnia vuodessa. Välpeen pesutulosta ei ole tutkittu, mutta välpeestä näkee silmämääräisesti, että välpeen pesua voitaisiin parantaa huomattavasti. Välpeen pesutuloksesta on tarkoitus teettää laboratoriotestit markkinakartoituksen alkuvaiheessa.

## MARKKINAKARTOITUKSEN KULKU JA AIKATAULU

Markkinakartoitus toteutetaan vuoropuhelutapaamisilla Kakolanmäen jätevedenpuhdistamolla (Polttimonkatu 2, Turku).

Markkinakartoituksen ilmoittaudutaan aikavälillä 2.5.2019 - 29.5.2019. Ilmoittautumisen sekä mahdollisia näkemyksiä ylempänä esitettyihin kysymyksiin tai muuhun aiheeseen liittyvään voi lähettää vapaamuotoisesti sähköpostilla osoitteeseen: [jarno.arfman@turku.fi](mailto:jarno.arfman@turku.fi).

Kesäkuussa 2019 markkinakartoituksen järjestäjä lähettää lisätietoa ja mitoitustietoja markkinakartoitukseen osallistujille sekä sopii vuoropuhelutapaamisten ajankohdat syys-lokakuulle 2019.

Vuoropuhelutapaamisen tarkoituksena on käydä läpi ja tarkentaa laitteiston mitoitustietoja ja keskustella markkinakartoitukseen osallistuvien kanssa ratkaisusta välpeenkäsittelyyn sekä tutustua puhdistamon nykyiseen välpeenkäsittelyprosessiin. Tapaamiset kestävät n.3 h ja ovat tarjoajakohdaisia.

Markkinakartoituksen järjestäjä pyytää lopulliset ehdotukset ja niitä koskevat tarkemmat tiedot markkinakartoitukseen osallistujilta marraskuun 2019 loppuun mennessä.

Varsinainen hankinta kilpailutetaan myöhemmin. Ostajan tämän hetkisen käsityksen mukaan kilpailutusta koskeva hankintailmoitus on tarkoitus julkaista huhtikuussa 2020. Markkinakartoitukseen osallistuminen ei ole edellytys hankintaan osallistumiselle.

Alla olevassa taulukossa 1 on esitetty pääpiirteittäin markkinakartoituksen kulku.

Markkinakartoitukseen ilmoittautuminen sähköpostitse (jarno.arfman@turku.fi)	2.5.2019-29.5.2019
Markkinakartoituksenjärjestäjä toimittaa markkinakartoitukseen osallistuville lisätietoa ja mitoitustietoja	Kesäkuussa 2019
Vuoropuhelutapaamisesta sopiminen	kesäkuussa 2019
Vuoropuhelutapaaminen ja vierailu kohteessa	Syys-lokakuussa 2019
Markkinakartoituksen ehdotus laitteistoksi ja tarkemmat tiedot ("alustava tarjous")	Marraskuussa 2019
Varsinaista kilpailutusta koskeva hankintailmoitus	Alustavasti huhtikuussa 2020

Taulukko 1. Markkinakartoituksen aikataulu.

**LISÄTIETOJA ANTAA**

Jarno Arfman [jarno.arfman@turku.fi](mailto:jarno.arfman@turku.fi) puh. 040 7126 231

Kiitämme mielenkiinnostanne ja toivomme teidän osallistuvan markkinakartoitukseemme!

Turussa 3.5.2019

Turun seudun puhdistamo Oy

## Markkinakartoituksen vuoropuhelun asialista



# MARKKINAKARTOITUKSEN TARKOITUS

---



## MARKKINAKARTOITUKSEN TARKOITUS

---

Markkinakartoituksen tarkoituksena on saada markkinoilta tietoa vaihtoehtoisista välpeenkäsittelyratkaisuksista, joilla voidaan parantaa välpeen kuiva-ainepitoisuutta, pesua ja välpeen pakkaamista. Tavoitteena on löytää ratkaisuja, joilla voidaan vähentää välpemäärää ja minimoida välpeen kuljetusten tarve.

Markkinakartoituksella pyritään saamaan vastauksia seuraaviin kysymyksiin:

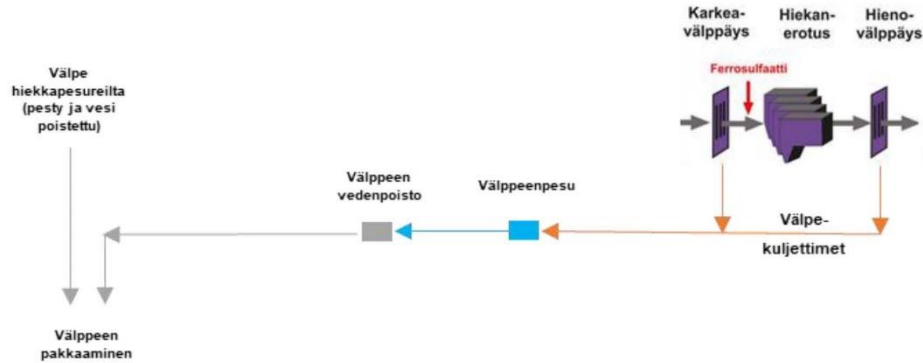
1. Löytyykö markkinoilta jotain uutta ja innovatiivista ratkaisua välpeenkäsittelyn kuiva-ainepitoisuuden ja pesun parantamiseen?
2. Minkälaisia vaihtoehtoisia laitteistoja markkinoilta löytyy välpeen kuiva-ainepitoisuuden kasvattamiseen ja pesun parantamiseen?
3. Mikä on markkinakartoituksen osallistuvan laitetoimittajan ehdotus laitteistoksi?
  - a. Kuinka korkeaan kuiva-ainepitoisuuteen ehdotetulla laitteistolla päästää ja millainen on välpeen pesutulos?
  - b. Kuinka ehdotettu laitteisto on liitettävissä nykyiseen välpeprosessiin?
  - c. Mitkä ovat ehdotetun laitteiston kustannukset?
  - d. Mikä on ehdotetun laitteiston käyttövarmuus?
  - e. Mitkä ovat ehdotetun laitteiston huoltokustannukset?
4. Minkälaisia ratkaisuja markkinoilta löytyy välpeen pakkaamiseen?
  - a. Kuinka välpe saadaan mahdollisimman pieneen tilaan?

Markkinakartoituksen tavoitteena on siis **löytää markkinoilta eri vaihtoehtoja välpeenkäsittelyyn**, joilla voidaan parantaa välpeen kuiva-ainepitoisuutta, pesua ja välpeen pakkaamista ja jotka voisivat soveltua Kakolanmäen jätevedenpuhdistamolle. Tavoitteena on löytää myös mahdollisimman **käyttövarmoja ja huoltovapaita** ratkaisuja.





## NYKYINEN LAITTEISTO



 Turun seudun  
puhdistamo Oy

## NYKYINEN LAITTEISTO, KUIVA-AINE

Nykyisellä välpeenkäsittelylaitteistolla päästään noin 30 % kuiva-ainepitoisuuteen, joka tarkoittaa jätemääränä noin 370 - 430 tonnia vuodessa. Hiekkapessoreiden rejektivesivälpältä tulevan välpeen kuiva-ainepitoisuus on noin 25 %. Karkea ja hienovälpiltä tuleva välppemäärän osuus on noin 85 % ja hiekkapessoreiden rejektivesivälpältä noin 15 %.

85 % välpeestä tulevat nykyisten pesuruuvipuristimien kautta (2 kpl) ovat tyypiltään Meva SWP25-50.

 Turun seudun  
puhdistamo Oy

## NYKYINEN LAITTEISTO, PESUTULOS

---

Välpeen pesutulosta ei ole tutkittu, mutta välpeestä näkee silmämääräisesti ja haistaa, että välpeen pesua voitaisiin parantaa huomattavasti. Välpeen pesutuloksesta laboratoriotutkimukset ovat työn alla.

Seuraavat näytteet tutkitaan välpeestä ennen välpepesuria ja sen jälkeen:

Rasvapitoisuus Mojonnier –menetelmällä  
TOC Orgaanisen aineen määrä  
Lämpöarvo (tavoite tehollinen lämpöarvo saapumistilassa, jos onnistuu, muuten muu arvo)  
Tuhka (hehkutusjäännös) = mineraalipitoisuus  
massa, tiheys  
COD, jos onnistuu

Onko ehdotuksia? Lisänäytteiksi?



## TAVOITE

---

Tavoitteena on löytää ratkaisuja, joilla voidaan vähentää välpemäärää ja minimoida välpeen kuljetusten tarvetta.

Lisäksi tavoitteena on, että :

- ratkaisu on mahdollisimman luotettava ja huoltovapaa
- ratkaisussa välpeen kuiva-ainepitoisuus on vähintään 50 %:iin, pyritään maksimoimaan
- ratkaisu parantaa huomattavasti pesutulosta, joka on havaittavissa selvästi laboratoriotuloksista, välpeen väristä ja hajusta, pyritään maksimoimaan
- ratkaisussa välpe pakataan tiiviisti, siten että kuljetustarve minimoidaan ja välpeen hajuhaitta saadaan hallintaan. Esimerkiksi jätepuristin ratkaisulla tai pakkaava lava tms. vastaavalla ratkaisulla. Ehdotuksia?



## LAITETOIMITTAJAN EHDOTUKSIA

---

- Keskustelua laitetoimittajan ehdotuksesta ratkaisuksi alustavan aineiston perusteella
  - Ehdotettu ratkaisu
  - Arvio kustannuksista
  - Kuiva-ainepitoisuus
  - Pesun parantaminen
  - Välpemäärän väheneminen
  - Pakkaustapa kuljetusta varten
- Sovitaan lopullisen ehdotuksen toimitusajankohta ja alustavan tarjouksen toimittamisesta
  - Tavoite marraskuun alkupuolella



## KÄYNTI PUHDISTAMOLLA

---

- Nykyiseen laitteistoon tutustuminen
- Tilojen rajoitteet ratkaisulle



# Markkinakartoitus, pyyntö jättää ”lopullinen tarjous”



"LOPULLINEN TARJOUSPYYNTÖ"

Sivu 1/2  
Pvm 19.10.2019  
Laatija Jarno Arfman

## TURUN SEUDUN PUHDISTAMO OY

### VÄLPPEENKÄSITTELYN KUIVA-AINEPITOISUUDEN KASVATTAMINEN JA PESUN PARANTAMINEN

#### Markkinakartoitus

#### Laitetoimittajan ehdotus laitteistoksi ja tarkemmat tiedot ("lopullinen tarjous")

### MARKKINAKARTOITUKSEN TARKOITUS

Markkinakartoituksen tarkoituksena on saada markkinoilta tietoa vaihtoehtoista välpeenkäsittelyratkaisusta, joilla voidaan parantaa välpeen kuiva-ainepitoisuutta, pesua ja välpeen pakkaamista. Tavoitteena on löytää ratkaisuja, joilla voidaan vähentää välpemäärää ja minimoida välpeen kuljetusten tarve.

Pyydämme lukemaan alla olevan vuoropuhelua ajatuksia kappaleen ja vastaamaan tämän "lopullisen tarjouspyynnön" liitteessä 1 oleviin kysymyksiin, lisäksi tarvittaessa vapaamuotoisesti ja toimittamaan laitteiston esitteet ja tekniset tiedot piirustuksineen.

### VUOROPUHELUN AJATUKSIA

Kiitos vuoropuheluista ne olivat erittäin hyödyllisiä. Ajatuksemme alustavasta toteutustavasta muuttuivat jonkin verran vuoropuhelujen vaikutuksesta.

Uudessa ratkaisussa välpepesureita on kaksi kappaletta, kuten nykyisinkin. Laitteisto varustetaan sellaiseksi, joilla saavutetaan välpeen osalta mahdollisimman hyvä pesutulos ja mahdollisimman korkea kuiva-ainepitoisuus ja sitä kautta maksimaalinen välppemäärän pienentyminen. Mikäli teillä on vielä ideoita jotka voisivat parantaa ehdotetun laitteiston suorituskykyä entisestään, pyydämme esittämään ideat ja niiden vaikutuksen kuiva-ainepitoisuuteen, kustannuksiin sekä pesutulokseen.

Välpe tullaan uudessa ratkaisussa kuljettamaan välpeen jakosuppilolta vesikourun tai kourujen avulla välpepesureille.

Pakkaustavassa olemme päätyneet siihen, että nykyinen lavankäsittelylaitteisto jätettäisiin käyttöön ja välpe pakataan lavoihin kippikourujen (todennäköisesti uudet) avulla "välpemakkarana", kuten nykyisinkin, koska pesty ja puristettu välpe on erittäin tiivistä eikä sen puristaminen jätepuristimessa vähennä välpemäärää tai kuljetusten tarvetta merkittävästi.

Vuoropuhelujen jälkeen mieleemme tuli myös, että kun välpettä aletaan pesemään paremmin, siihen sitoutunut rasva vapautuu takaisin prosessiin välpepesurien rejektiveden kautta. Laboratoriotutkimuksen mukaan nykyisillä laitteistoilla pestyn ja puristetun rasvan määrä on noin 5 % välpeessä, joten vuosittainen välpeestä prosessiin vapautuva rasvamäärä on teoriassa noin 20 t. Tästä voi aiheutua rasvan kierto prosessissa, pyydämme tästä myös näkemystänne. Tästä syystä pyydämme ratkaisuehdotustanne myös rasvan erottamiseen

---

Turun seudun puhdistamo Oy (1774713-5)  
Polttimonkatu 2  
20100 TURKU

Puh. 040 7126 231  
jarno.arfman@turku.fi  
[www.turunseudunpuhdistamo.fi](http://www.turunseudunpuhdistamo.fi)

hiekanerotuksen rasvanerotuskaivojen pois pumpattavasta rasva ja vesiseoksen virtaamasta, joka nykyisin pumpataan hienovälpile.

Rasva erotetaan nykyisin hiekanerotuksessa nostattamalla se pintaan karkeakuplailmastuksella erilliseen rasvakouruun, josta se johdetaan rasvanerotuskaivoihin ja niistä eteenpäin rasva pumpataan hienovälpile, jolloin rasva sitoutuu suurella todennäköisyydellä uudelleen hienovälpeeseen ja mahdollisesti osa siitä kulkeutuu hienovälppien läpi eteenpäin prosessissa. Tästä tulee todennäköisesti aiheutumaan rasvan kierto välpeenkäsittelyprosessissa, jos asialle ei tehdä jotain välpepesurien uusimisen yhteydessä.

Ajatus ratkaisusta rasvan erottamiseen prosessita. Rejektivesiputki muutettaisiin siten, että se johdettaisiin hiekanerotukseen eli aikaisempaan vaiheeseen prosessissa. Tällä tavalla rejektiveden rasva saadaan nousemaa hiekanerotuksessa pintaan ja johdettua rasvakaivoihin. Rasvakaivoista pumpattava rasva ja vesiseos johdettaisiin ehdotuksenne mukaiselle laitteistolle, joka erottaa vedestä rasvan ja ylijäämävesi johdetaan takaisin rejektiveteen. Rasvanerotuskaivojen pumppujen tuotto on max. 70 m<sup>3</sup>/h (yhteensä 4 kpl, voidaan mahdollisesti ohjelmoida siten että ainakaan kaikki pumput eivät pumppaa samanaikaisesti). Rasvanerotuslaitteiston kapasiteetin tulisi siis olla alustavan arvion mukaan noin 150 m<sup>3</sup>/h. Rasva varastoitaisiin siten, että se voitaisiin kuljettaa esim. imua-autolla käsittelylaitokseen.

#### "LOPULLISEN TARJOUKSEN" TOIMITTAMINEN

Pyydän toimittamaan lopulliset ehdotukset ja niitä koskevat tarkemmat tiedot **pe 22.11.2019 mennessä** sähköpostitse osoitteeseen [jarno.arfman@turku.fi](mailto:jarno.arfman@turku.fi)

#### LISÄTIETOJA ANTAA

Jarno Arfman [jarno.arfman@turku.fi](mailto:jarno.arfman@turku.fi) puh. 040 7126 231

Olemme teettämässä COD ja BOD laboratoriotutkimuksia välpeestä. Tulemme toimittamaan teille vielä tarkennetut laboratoriotutkimukset viipymättä, kun saamme ne.

Kiitämme osallistumisestanne markkinakartoitukseemme!

Turussa 20.10.2019

Turun seudun puhdistamo Oy

#### LIITTEET

Liite 1 ehdotus laitteistoksi ja tarkemmat tiedot (täytetään tiedot)

# Markkinakartoitus, tarjouskaavake ”lopullinen tarjous”



LIITE 1

Sivu 1/2  
Pvm 19.10.2019  
Laatija Jarno Arfman

## TURUN SEUDUN PUHDISTAMO OY

### VÄLPPEENKÄSITTELYN KUIVA-AINEPITOISUUDEN KASVATTAMINEN JA PESUN PARANTAMINEN

#### Markkinakartoitus

#### Laitetoimittajan ehdotus laitteistoksi ja tarkemmat tiedot (”lopullinen tarjous”)

Pyydämme vastaamaan tässä asiakirjassa oleviin kysymyksiin ja lisäksi tarvittaessa vapaamuotoisesti sekä toimittamaan laitteistojen esitteet ja tekniset tiedot piirustuksineen tämän asiakirjan toimituksen yhteydessä.

#### Vapaamuotoinen kuvaus ehdotetusta laitteistosta:

#### Ehdotetun laitteiston laiteluettelo, kapasiteetti, määrä ja hinta (välpeenkäsittely ja pakkaaminen sekä rasvanerotus ja pakkaaminen):

Laite (kuvaa laitteiston tarkoitus ja merkki)	Kapasiteetti	Määrä	Hinta € alv. 0 %/kpl

#### Kysymykset:

Kysymys	VASTAUS
Kuinka korkeaan kuiva-ainepitoisuuteen ehdottamallanne laitteistolla päästää? Ks. vuoropuhelun muistio ja siihen liitetyt välpeen laboratoriotulokset.	
Minkälainen on välpeen pesutulos verrattuna nykyiseen laitteistoon ja ratkaisuun? Ks. vuoropuhelun muistio ja siihen liitetyt välpeen laboratoriotulokset.	
Arvionne / laskelmanne laboratoriotulosten perusteella välpiltä tulevaksi välpemääräksi (ennen	

Turun seudun puhdistamo Oy (1774713-5)  
Polttimonkatu 2  
20100 TURKU

Puh. 040 7126 231  
jarno.arfman@turku.fi  
www.turunseudunpuhdistamo.fi

pesu ja puristusta)? Pesty ja puristettu välpe 420t/vuosi.	
Kuinka ehdottamanne laitteisto on liitettävissä nykyiseen välpeprosessiin ja miten huomioidaan välpeprosessin jatkuvan toiminnan edellytys?	
Mikä on ehdottamanne laitekokonaisuuden käyttövarmuus?	
Minkälaisia huoltoja laitekokonaisuutenne edellyttää?	
Minkä suuriset ovat laitekokonaisuutenne huoltokustannukset?	
Näkemyksenne riskiksi rasvan kierrosta prosessissa?	
Mikä on ehdotuksenne rasvan erottamiseen rejektivedestä? Antakaa laitteiston tiedot yllä olevaan laitteistotaulukkoon.	
Mikä on ehdotuksenne rasvan pakkaamiseen? Kuinka on toteutettu yleensä laitoksilla.	