

TAMPEREEN AMMATTIKORKEAKOULU  
Kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelma  
Kone- ja laiteautomaatio

Tutkintotyö

Tomi Haarala

## **Kiintoainehäviöiden mittauksen kehittäminen paperitehtaassa**

Työn ohjaaja DI Mika Korpela  
Työn teettäjä UPM-Kymmene Oyj, Kaipola, valvojana DI Matti Puonnas  
Tampere 2007

TAMPEREEN AMMATTIKORKEAKOULU  
Kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelma  
Kone- ja laiteautomaatio

Haarala, Tomi	Kiintoainehäviöiden mittauksen kehittäminen paperitehtaassa
Tutkintotyö	48 sivua + 14 liitesivua
Työn ohjaaja	Mika Korpela
Työn teettäjä	UPM-Kymmene Oyj, Kaipola, valvojana DI Matti Puonnas
Huhtikuu 2007	
Hakusanat	Mittaus, rejekti, kiintoaine, sakeus

## TIIVISTELMÄ

Kiintoainehäviöt muodostavat tuntuvia kustannuksia paperiteollisuudessa. Niiden vähentämisellä tähdätään parempaan tulostehokkuuteen ja ympäristöön joutuvan kuormituksen vähentämiseen. Kiintoainepitoisuusmittauksien luotettavuus muodostaa varman pohjan tehtaan kiintoainevirtojen tunnistamiselle.

Tässä työssä on tutkittu nykyisten kiintoainemittausten luotettavuutta ja mahdollisia virhelähteitä. Tutkittavina alueina olivat kolmen paperikoneen, siistaamon ja lietteenkäsittelyn rejektin keräily ja jätevesikanaalit UPM-Kymmene Oyj, Kaipolan paperitehtaalla.

Tutkimuksen kohteena ovat kanaalin virtaus- ja kiintoainepitoisuusmittaukset sekä rejektin keräilysäiliöihin liittyvät virtausmittaukset ja sakeuslähettimet. Näiden kohteiden lisäksi on tutkittu automaatiojärjestelmän raportoinnin luotettavuutta. Lisäksi selvitettiin eri jakeiden määrät, sakeudet ja sisältö mahdollisimman tarkasti. Osa tiedoista on luottamuksellisia ja ne on peitetty tässä työn julkisessa versiossa. Kohteissa todettiin olevan kehitystarvetta ja uusia sakeuslähettämiä ehdotetaan neljään kohteeseen. Kohteiden uusista mittauksista laadittiin kustannusarvio.

Tulevaisuudessa kannattaa kiinnittää huomiota laitteiden oikeaan huoltoon ja kalibroimiseen. Uusien sakeuslähettimien asennusta kohteisiin suositellaan, ja paras tulos saavutettaisiin kaikkia säiliöihin tulevia jakeita mittaamalla.

Haarala, Tomi                      Solid matter loss measure developing in paper mill  
Engineering Thesis                48 pages + 14 appendices  
Thesis Supervisor                Mika Korpela (MSc)  
Commissioning Company        UPM-Kymmene Oyj, Kaipola, Supervisor Matti Puonnas (MSc)  
April 2007  
Keywords                          Measuring, reject, solid matter, consistency

## ABSTRACT

The loss of solid matter causes unnecessary costs in paper industry. Cutting down of those costs results not only to better cost-efficiency but also reduces the amount of environmental pollution. Reliable measuring of solid content forms a secure base to recognizing of the solid matter mass flow.

This study focuses on examining the reliability and possible sources of errors of the solid content measurement. Research consisted of studying three paper machine rejects, deinking plant rejects and sludge-conditioning rejects in UPM-Kymmene paper mill in Kaipola. Measurements of the wastewater channel are also included in the study.

Analyzed objects are channel flow meters, solid content meters and meters of incoming flow of reject containers. Rejects are measured by flow meters and consistency transmitters. The study contains also analysis of reporting of the automation system. Reject flow volumes and contents were measured as accurately as possible. The study points out the need of development and proposes four new consistency transmitter-installations. It contains also budgetary estimates for further measurements.

In future it will be profitable to have a look for right maintenance and calibration of the meters. It is recommended to invest more for new consistency transmitter-installations and the best results would be reached by measuring of all intakes of the reservoirs.

# SISÄLLYSLUETTELO

## TIIVISTELMÄ

## ABSTRACT

<b>1 JOHDANTO .....</b>	<b>6</b>
<b>2 UPM-KYMMENE OYJ .....</b>	<b>7</b>
2.1 UPM-KYMMENE OYJ SUOMESSA .....	7
2.2 UPM-KYMMENE OYJ KAIPOLA .....	8
<b>3 KIINTOAINEN MÄÄRITTÄMINEN JA MITTAAMINEN .....</b>	<b>9</b>
3.1 KIINTOAINEN MÄÄRITYS .....	9
3.1.1 <i>Massan sakeuden määrittäminen punnitsemalla</i> .....	10
3.1.2 <i>Hg63-kosteusanalysointilaitteisto</i> .....	10
3.2 KIINTOAINEMITTAUKSET .....	11
3.2.1 <i>Cerlic ITX 20-kiintoainemitturi</i> .....	11
3.2.2 <i>Cerlic BB2-keskustyksikkö</i> .....	12
3.3 SAKEUSLÄHETTIMET .....	13
<b>4 VIRTAUSMITTAUKSET .....</b>	<b>14</b>
4.1 MAGNEETTISET MÄÄRÄMITTAUKSET .....	14
4.2 PINNANKORKEUTEEN PERUSTUVA AVOKANAVAVIRTAUSMITTAUS .....	16
4.2.1 <i>Kapasitiivinen avokanavavirtausmittaus Drexelbrook 408-6200</i> .....	16
4.2.2 <i>Ultraääni avokanavavirtausmittaus Milltronics OCM 2</i> .....	17
4.2.3 <i>Hydrostaattiseen paineeseen perustuva avokanavavirtausmittaus Endress-Hauser</i> .....	18
4.3 SONARTRAC-VIRTAUSMITTAUS .....	18
<b>5 JÄTEVEDEN JA REJEKTIEKÄSITTELY TEHTAALLA .....</b>	<b>19</b>
5.1 JÄTEVEDEN PUHDISTAMINEN .....	19
5.2 REJEKTIEKÄSITTELY OSASTOITTAIN.....	20
5.2.1 <i>Pt3-rejektin keräilyssäiliö</i> .....	21
5.2.2 <i>Pastapitoisten vesien varastosäiliö</i> .....	21
5.2.3 <i>Pk4-rejektien keräilyssäiliö</i> .....	22
5.2.4 <i>Siistaamon rejektien keräilyssäiliö</i> .....	23
5.2.5 <i>News-rejektien pumppausssäiliö</i> .....	23
5.2.6 <i>Vahtorejekti</i> .....	23
5.2.7 <i>Suoraan jätevesikanaliin menevät jakeet</i> .....	24
<b>6 JÄTEVESIKANALIN VIRTAUS- JA KIINTOAINEPITOISUUSMITTAUKSET OSASTOITTAIN .....</b>	<b>25</b>
6.1 HIERTÄMÖ 2:N KANAALIN VIRTAUS- JA KIINTOAINEPITOISUUSMITTAUS .....	26
6.1.1 <i>Virtausmittaus 46 FI-3098 Drexelbrook</i> .....	26
6.1.2 <i>Kiintoainepitoisuusmittaus 46 QI-9316 Cerlic</i> .....	26
6.2 HIERTÄMÖ 3:N KANAALIN VIRTAUS- JA KIINTOAINEPITOISUUSMITTAUKSET .....	28
6.2.1 <i>Virtausmittaus 44 FI-2090 Milltronics</i> .....	28
6.2.2 <i>Kiintoainepitoisuusmittaus 44 QI-9315.1 Cerlic</i> .....	28
6.3 PK6:N KANAALIN VIRTAUS- JA KIINTOAINEPITOISUUSMITTAUS .....	29

6.3.1 Virtausmittaus 36 FIQ-6671 Milltronics .....	29
6.3.2 Kiintoainepitoisuusmittaus 44 QI-9315.2 Cerlic.....	29
6.4 PK4:N KANAALIN VIRTAUS- JA KIINTOAINEPITOISUUSMITTAUKSET.....	30
6.4.1 Virtausmittaus 58 FI-58901 Endress-Hauser.....	30
6.4.2 Kiintoainepitoisuusmittaus 58 QI-58900 Cerlic.....	31
6.5 PK7:N JA SIISTAAMON KANAALIN VIRTAUS- JA KIINTOAINEPITOISUUSMITTAUKSET.....	31
6.5.1 Virtausmittaus 14 FIQ-1969 Drexelbrook.....	31
6.5.2 Kiintoainepitoisuusmittaus 19 QI-15150 Cerlic.....	32
6.6 PÄÄVÄLPÄN KIINTOAINEPITOISUUSMITTAUS JA RANTAPUMPPAAMON VIRTAUSMITTAUKSET.....	33
6.6.1 Kiintoainepitoisuusmittaus 58 QI-58833 Cerlic.....	34
6.6.2 Virtausmittaus 58 FIQ-58354 Sonartrac.....	34
6.6.3 Virtausmittaus 58 FI-58848 Krohne.....	34
<b>7 REJEKTIN KERÄILYSÄILIÖIHIN LIITTYVIEN MITTAUKSIEN KEHITYSEHDOTUKSET .....</b>	<b>35</b>
7.1 KOHTEET, JOIHIN EHDOTETAAN UUTTA SAKEUSLÄHETINTÄ.....	36
7.1.1 Pk6:n 6-portaan rejekti.....	36
7.1.2 Lietteenkäsittelyn ruuvipuristin 1:n suodos.....	37
7.1.3 Siistaamon 3. vaiheen välilajittimen rejekti.....	38
7.1.4 Pk7:n rejekti.....	39
<b>8 KUSTANNUSARVIO UUSILLE SAKEUSLÄHETTIMILLE .....</b>	<b>40</b>
8.1 KOKONAISKUSTANNUKSET .....	40
8.2 MUUTOKSET ALKUPERÄISEEN KUSTANNUSARVIOON .....	41
<b>9 AUTOMAATIOJÄRJESTELMÄN SIVUN 694 MUUTOKSET .....</b>	<b>42</b>
<b>10 KEHITYSEHDOTUKSIA JÄTEVESIKANAALIN MITTAUKSIIN .....</b>	<b>43</b>
<b>11 KEHITYSEHDOTUKSIA REJEKTIN KERÄILYYN LIITTYVIIN MITTAUKSIIN.....</b>	<b>44</b>
<b>LÄHDELUETTELO .....</b>	<b>46</b>
Painetut lähteet.....	46
Sähköiset lähteet.....	46
Painamattomat lähteet.....	46
<b>LIITTEET .....</b>	<b>47</b>

# 1 JOHDANTO

Työ on tehty UPM-Kymmene Oyj Kaipolan yksikössä ja se käsittelee kiintoainemittauksia koko tehtaan alueella. Kiintoainemittauksien avulla pystytään selvittämään syntyviä kiintoainehäviöitä. Luotettavan mittauksen perusteella saadaan selville tarkemmin häviöiden lähtökohtia ja pystytään tekemään tarvittaessa muutoksia prosessiin.

Kiintoainemittauksien luotettavuutta on tutkittu aiemminkin. Taru Lainkari on tehnyt aiheesta opinnäytetyön, ” *UPM-Kymmene Oyj Kaipolan paperitehtaan kiintoainehäviöiden kartoitus*”. Lainkari on tehnyt kokeita, joissa on selvitetty kiintoaineiden online-mittausten ja laboratoriomäärityksiä yhdenmukaisuutta. Lainkarin työn tuloksena voidaan olettaa, että online-mittaukset ovat luotettavia ja merkittävää virhettä syntyy ainoastaan antureiden ollessa likaisia tai suurien partikkelien tukkiessa anturit.

Tässä työssä tavoitteena on määrittää kiintoainehäviöiden syitä ja löytää keinoja niiden vähentämiseksi. Samalla selvitetään nykyisten mittaustapojen virhelähteitä Kaipolan yksikön eri osastoilla. Tarkoituksena on löytää uusia kohteita joihin voitaisiin sijoittaa mittauksia. Tavoitteena kiintoainehäviöiden hallinnassa ovat taloudelliset säästöt sekä ympäristön kuormittamisen väheneminen.

## 2 UPM-KYMMENE OYJ

UPM-Kymmene kuuluu maailman johtaviin metsäteollisuuden yrityksiin. Sen päätoimiala on paperiteollisuus, jonka osuus myynnistä oli 68 % vuonna 2005. /11/ Uusi toimialasuuntaus on biopolttoaineiden valmistus, jota varten tehdään tulevaisuudessa uusia laitoksia. Tuotantolaitoksia on 15 maassa, ja 55 maassa toimii myyntiedustus. Asiakkaita on yli 3000, ja ne jakautuvat 120 eri maahan. Paperitehtaita on 21, ja ne jakautuvat 8 valtion alueelle. Koko konsernin liikevaihto oli 9,3 miljardia euroa vuonna 2005. Paperin tuotantokapasiteetti vuoden 2006 alussa oli 12,6 miljoonaa tonnia vuodessa. UPM työllistää ympäri maailman sijaitsevilla tuotantolaitoksilla noin 30 000 henkilöä. /10/ UPM panostaa pitkäaikaisiin asiakassuhteisiin, joiden perustana on jatkuva toiminnan kehittäminen ja sitoutuminen asiakkaaseen. Teknologian kehittäminen ja sen korkea taso ovat avaintekijöitä kustannustehokkuudelle sekä toimitusvarmuudelle. Yhtiön vahvuutena on keskittyminen ydintoimintaan, ja se on päätuotteidensa tärkeillä markkina-alueilla johtavien valmistajien joukossa. /11/

### 2.1 UPM-Kymmene Oyj Suomessa

UPM-Kymmene on kansainvälinen yhtiö, mutta se on syntynyt monien kotimaisten paperiteollisuusyritysten sulaututtua yhteen. Nimensä yritys sai, kun Yhtyneet paperitehtaat Oy ja Kymmene Oy fuusioituivat 1996. Näihin yrityksiin oli jo aiemmin sulautunut yrityksiä kuten Kaukas Oy, Kajaani Oy, Haarla Oy ja Rosenlew Ab. Tällä hetkellä Suomessa on 29 tuotantolaitosta, joista 8 on paperitehtaita. Neljä näistä tehtaista tuottaa paperin lisäksi sellua. Saha- tai jalostustuotteita valmistavia laitoksia on 12, vaneritehtaita on 6 ja viilua valmistaa 3 laitosta. /10/

## 2.2 UPM-Kymmene Oyj Kaipola

Kaipolan tehdas sijaitsee Keski-Suomen eteläosassa. Etäisyyttä tulee Jyväskylästä 60 km, Tampereelta 100 km ja Helsingistä 220 km. Perustamispäätös tehtaan rakentamiseksi tehtiin vuonna 1952. Kaipolan tehtaalla tehdään kolmea paperilaatua. Päällystettyä aikakauslehtipaperia tuottaa LWC-paperikone, jonka tuotemerkkejä ovat UPM Cote ja UPM Ultra. Td:tä tuottaa kaksi paperikonetta, joista toinen tuottaa myös News-laatua. Kaipolan tehtaan tuotantokapasiteetti on 700 000 t/vuodessa. /10/

Kaipolan tehtaalla on siistaamo, joka käyttää noin puolet Suomen kotikeräyspaperista. /10/ Siistaamolla keräyspaperi otetaan uudelleen käyttöön. Paperi syötetään rumpuun, jossa siitä irtoaa ylimääräinen mekaaninen aine kuten niitit. Rummun tehtävä on kuiduttaa keräyspaperi massaksi. Massasta poistetaan väri- ja lisäaineet vaahdottamalla. Siistattu massa käytetään News-tuotantoyksikössä.

Käyttöveden tehdas ottaa kahdelta pumppaamolta, joista toinen on Päijänteeseen laskevassa Arvajankoskessa. Toinen pumppaamo sijaitsee Päijänteen Tiirinselällä Säkkinielessä. Vain yksi pumppaamo on käytössä kerrallaan, ja käyttö riippuu Arvajankosken vesitilanteesta ja määräaikaishuolloista.

Jätevesien puhdistaminen tapahtuu biologisella puhdistamolla. Kaikki jätevedet ohjataan esiselkeytysaltaaseen, jossa kiintoaine painuu pohjalle. Painunut liete pumpataan takaisin tehtaalle lietteenkäsittelyyn. Lietteenkäsittelylaitoksella liete saostetaan ja siitä puristetaan vesi pois. Kuiva-aine ohjataan polttoon tai kuljetetaan kaatopaikalle. Kuiva-aine ei ole haitallista ympäristölle, ja sitä voidaan käyttää täyteaineena maanrakennuksessa.

## 3 KIINTOAINEEEN MÄÄRITTÄMINEN JA MITTAAMINEN

Kaipolan tehtaalla jätevesistä otetaan näytteitä, ja laboratorio määrittää niistä sameuden ja kiintoainepitoisuuden. Lietteenkäsittelyn suodoksista otetaan myös näytteitä, joista määritetään kiintoaine. Prosessin massapitoisista jakeista määritetään yleensä sakeus. Sakeuden määrittämistä käytetään yleisesti yli 1 % kiintoainetta sisältävien jakeiden kohdalla.

Kiintoaineen osuus jakeessa ilmoitetaan joko kiintoainepitoisuutena (mg/l) tai sakeutena (%). Jälkimmäinen prosenttiluku kertoo kiintoaineen osuuden näytteen painosta. Kiintoainepitoisuus (mg/l) on kuvaavampi tapa ilmoittaa vähän kiintoainetta sisältävien jakeiden kiintoainesisältö, koska usein tulos on vain prosentin kymmenyksiä, jopa sadasosia.

Laboratorio määritysten lisäksi käytetään online-mittareita, joilta saadaan reaaliaikainen mittaustieto. Näiden mittausten perusteella tehdään automaatiojärjestelmän raportointisivulle vuorokausi-, kuukausi- ja vuositasoiset liukuvat vuorokausilaskurit.

### 3.1 Kiintoaineen määrittäminen

Laboratoriomäärittämiä tehdään kahdella eri menetelmällä, joista perinteinen tapa on massan sakeuden määrittäminen punnitsemalla. Toinen vaihtoehto on tehdä määrittäminen Hg63-kosteusanalyysaattorilla. Käytännössä määrittämistavan valinta perustuu näytteen sakeuteen. Massanäytteet, jotka ovat verrattain sakeita (1 – 3 %), tehdään aina perinteisellä menetelmällä. Jätevesikanaalin näytteet, joiden sakeus on 0,05 – 0,5 % tehdään kosteusanalyysaattorilla. Kosteusanalyysaattori soveltuu paremmin vähän kiintoainetta sisältäville näytteille ja on tarkempi näitä näytteitä analysoitaessa.

### 3.1.1 Massan sakeuden määrittäminen punnitsemalla

Näyte tuodaan laboratorioon tavallisesti litran astiassa, ja tästä näytteestä laimennetaan suuremmissa astiassa määrittämiseen paremmin soveltuva (0,5 %) seos. Näytteestä tehdään kaksi ns. rinnakkaista näytettä. Laimennettua seosta kaadetaan kahteen valmiiksi punnittuun astiaan, jotka punnitaan täytön jälkeen. Lämpökaapissa kuivatut suodattimet punnitaan, jonka jälkeen ne kostutetaan ja laitetaan suppiloon. Punnitut näytteet kaadetaan imusuppiloihin, joissa niistä imetään vesi pois. Suodatettu näyte kuivataan pikakuivaajassa tai lämpölevyllä ja punnitaan. Sakeus (%) määritetään matemaattisen kaavan (liite 1, Massan sakeuden määrittäminen punnitsemalla) mukaan. Mahdollisia virhelähteitä voi syntyä näytteen kuivatuksessa ja näytettä otettaessa kentällä /4, s.1-2./

### 3.1.2 Hg63-kosteusanalysointilaitteisto

Analysointilaitteen toiminta perustuu termogravimetriseen analyysiin (liite 2, Hg63 kosteusanalysointilaitteen käyttöohje kiintoaineen määrittämisessä). Kosteusanalysointilaitteella suoritettava kiintoainepitoisuuden määrittäminen alkaa suodatinpaperin kuivauksella. Ensin laite punnitsee näyteastian eli nollaa itsensä, minkä jälkeen suodatinpaperi voidaan asettaa paikoilleen. Laite kuivaa paperin ja lopettaa kuivauksen automaattisesti, kun kohteen paino ei enää laske. Tämän jälkeen painetaan taarus-painiketta ja suoritetaan taarus kuivatulle suodatinpaperille. Taarauksen jälkeen näyte voidaan suodattaa paperille ja asettaa analysointilaitteeseen. Analysointilaitteisto kuivattaa ja punnitsee näytettä koko ajan, ja kuivauksen jälkeen kiintoaineen määrä on luettavissa näytöltä. Tulos lasketaan huomioiden käytetty näytteen määrä /5, s.1-2./

## 3.2 Kiintoainemittaukset

Kiintoainetta mitataan kahdella eri tavalla riippuen mittauspaikasta. Jätevesikanaalin kiintoainemittauksessa on käytetty optisia kiintoaineantureita. Rejektin keräilyssäilyiden yhteydessä taas käytetään sakeuslähettäimiä. Rejektillä tarkoitetaan kuidun lajittelussa hylättyä jaetta. Useasti sihdeillä lajiteltaessa jako tapahtuu lyhyeen ja pitkään kuituun. Mittauskohteet eroavat luonteeltaan hyvin paljon. Jätevesikanaali on avonainen kanava, ja kiintoaineanturi on asennettu vapaasti virtaavaan veteen. Rejektin sakeutta mitattaessa sakeuslähetin on asennettu joko säiliöstä lähtevään putkeen tai mittauskiertoon, joka palautuu säiliöön.

### 3.2.1 Cerlic ITX 20-kiintoaineanturi

Tämän tyyppistä anturia käytetään kaikissa Kaipolan tehtaan jätevesikanaalin kiintoainepitoisuusmittauksissa. Antureita on kuudessa eri kohdassa, ja ne on kaikki asennettu suoraan kanaaliin. Anturit ovat siis vapaasti virtaavassa vedessä. Anturin avulla pystytään mittaamaan kohtuullisen tarkasti virtaavan veden kiintoainepitoisuus. Kiintoaineen määrän määrittämiseen tarvitaan lisäksi virtausmittaus, ja jokaisen kiintoainemittauksen yhteydessä sellainen myös on.

Anturin toiminta perustuu kiintoaineen ominaisuuteen imeä ja heijastaa valoa suorassa absorbtiossa. Anturin valodiodei emitoi aallonpituudeltaan 880 nm valoaaltoa, jota kutsutaan NIR-valoksi. Anturilta saatu signaali on logaritmisesti kääntäen verrannollinen ja se käsitellään BB2-keskussyksikössä /3, s. 3./

Anturi on valmistettu ruostumattomasta teräksestä, ja sen sileiden pitojen pitäisi pysyä hyvin puhtaana (kuva 1). Anturissa on puhdistussuutin, jonka kautta voidaan puhaltaa paineilmaa tai -vettä sensoreiden linsseille. Paineilmaventtiiliä ohjaa BB2-keskussyksikkö (kuva 2) /3, s. 3./

Anturi tulee asentaa 30 cm syvyyteen ja niin ettei se pääse vedenpinnan ollessa alhaalla nousemaan kuiville. Kanaalivesiä mitattaessa se tulisi asentaa aina välppäyksen jälkeiselle osuudelle. Välppän rakojen ollessa suurempia kuin 6 mm tulisi ennen anturia asentaa hajoitinlevy, joka estää suurempia roskia tarttumasta anturiin /3, s. 5./



Kuva 1. Cerlic ITX 20 /12/

### 3.2.2 Cerlic BB2-keskusyksikkö

Tämä keskusyksikkö soveltuu useimmille Cerlicin antureille ja on käytössä aina tehtaalla olevien ITX 20-antureiden yhteydessä. Keskusyksikön 16-bittinen prosessori käsittelee dataa tehokkaasti, ja reaaliaikainen toimintajärjestelmä mahdollistaa usean tehtävän yhtäaikaisen hoitamisen. Yksikössä on itse optimoivat kalibrointialgoritmit, jotka hakevat parhaan mittaustarkkuuden vaikeissa mittauskohteissa. Kalibrointialgoritmit vaativat usean vertailuarvon toimiakseen. Käytännössä tämä merkitsee sitä, että kalibroitaessa laitetta vaikeisiin olosuhteisiin, on käytettävä useamman pisteen kalibrointia. Kiintoaineanturille valmistaja on tehnyt ns. nollakalibroinnin, ja

tätä ei kannata suorittaa, ellei todella ole vakuuttunut sen virheellisyydestä. Kiintoaineanturin kalibrointi useammalla pisteellä suoritetaan ottamalla riittävän suuri näyte mitattavasta aineesta ja laittamalla anturi siihen. Mittausta anturin avulla jatketaan n. 20 s ja otetaan lukema muistiin keskusyksiköstä. Tämän jälkeen näyte toimitetaan laboratorioon kiintoaineen määrittämistä varten. Laboratoriosta saatu kiintoainearvo syötetään laitteen näytepaikkaan. Useamman pisteen kalibroinnissa toistetaan sama kuvio. Laitteelle on mahdollista tehdä viiden pisteen kalibrointi, nollakalibroinnin lisäksi /3, s. 11; 2, s. 3./



Kuva 2. Cerlic BB2 /13/

### 3.3 Sakeuslähettimet

Sakeuslähettimen ja kiintoainemittauksen selvin ero on niiden mittaustavassa. Sakeuslähetin ei suoraan mittaa virtaavan aineen kiintoainepitoisuutta, vaan sen mittaustulos perustuu johonkin muuhun mitattavaan parametriin kuten leikkausvoimaan. Perinteinen lapatyypinen sakeuslähetin mittaa lapaan kohdistuvaa voimaa ja muuntaa sen signaaliksi. Mitä sakeampaa seos on, sen voimakkaammin se vaikuttaa siinä olevaan esteeseen eli lapaan. Tietyissä rajoissa virtauksella ei ole vaikutusta mittaustulokseen, lavan pintaan muodostuva vesikalvo kompensoi virtauksen vaikutusta.

Leikkausvoimamittaus toimii putkessa olevan virtauksen ollessa alueella 0,5 –

5,0 m/s. Hitaammalla virtauksella vesikalvoa ei ehdi syntyä, ja nopeampi virtaus rikkoo sen.

Sakeuslähettämiä on monen tyyppisiä, mutta yleisimpiä ovat lapatyypiset. Optisia lähettämiä on nykyään useita malleja, mutta niiden heikkoutena on lähes aina ollut likaantuminen. Osa prosesseissa kulkevista jakeista sisältää kemikaaleja tai ainesosia, jotka tukkivat optisen mittauksen sensorin. Mikroaaltotekniikkaan perustuva Kajaanin MCAi-sakeuslähetin on toiminut useissa kohteissa hyvin. Sen hyvänä puolena on läpivirtaus, joka pitää mittauksen puhtaana ja toimintakykyisenä hyvin muihin verrattuna. Ongelmia on aiheuttanut ainoastaan pinnoittuminen erikoistapauksissa. Lisäksi on useita lähetinmalleja joissa mitataan virtaa, joka kuluu esimerkiksi lavan liikuttamiseen tai pyörittämiseen massassa.

## 4 VIRTAUSMITTAUKSET

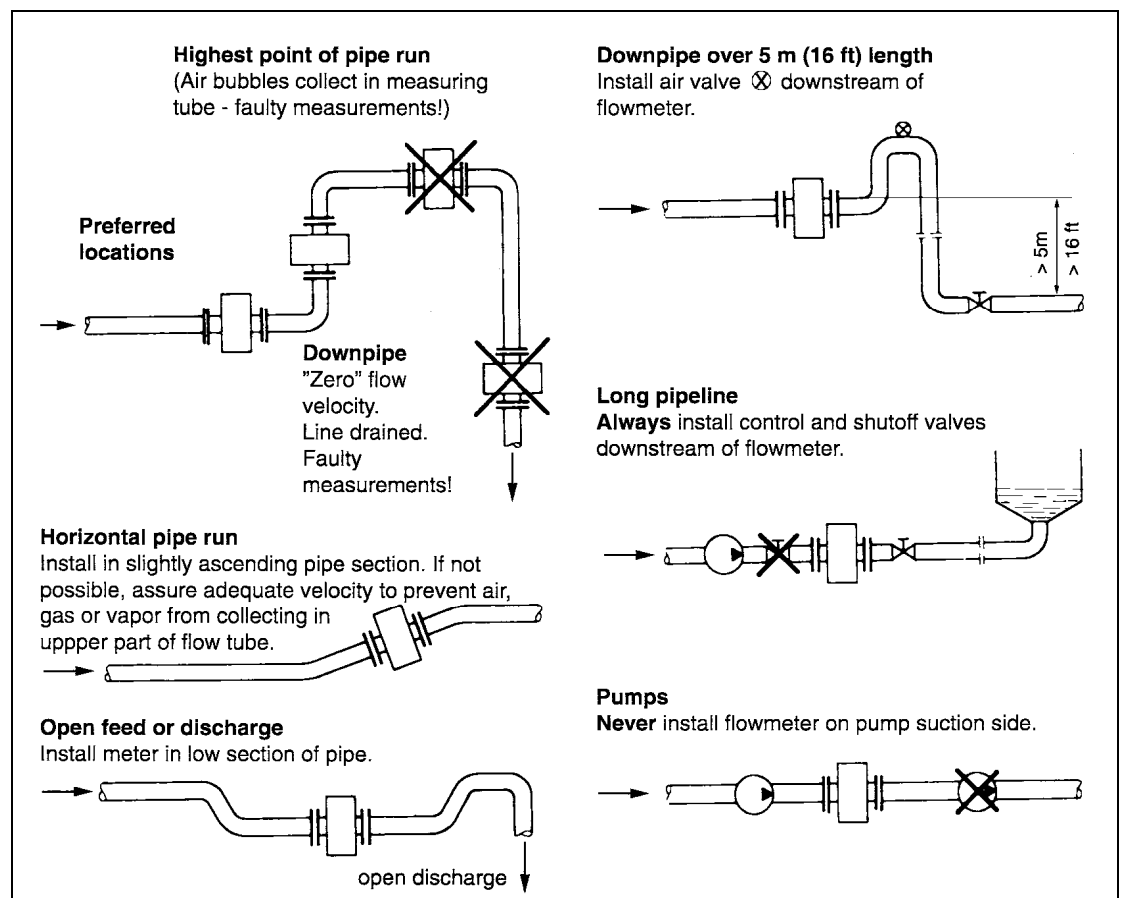
Tutkittavissa kohteissa on käytetty viiteen eri mittaustapaan perustuvia mittauksia. Rejektien virtausmittaukset on toteutettu magneettiseen määrämittaukseen perustuvilla mittareilla. Jätevesien virtauksen mittaamiseen on käytetty avokanavavirtausmittauksia ja pinnankorkeuteen perustuvia kapasitiivisia mittauksia. Jätevedenpumppaamolla on käytössä magneettinen määrämittari ja lisäksi erityinen Sonartrac-virtausmittari. Kuitenkin kaikki virtausmittaukset, jotka mittaavat putkessa kulkevaa virtausta ovat, tyypiltään magneettisia määrämittareita, lukuun ottamatta Sonartrac-mittausta.

### 4.1 Magneettiset määrämittaukset

Magneettinen määrämittaus perustuu magneettiputkeen, jonka läpi virtaus kulkee. Magnetointikäämi synnyttää putkeen magneetikentän, joka aikaansaa virtaavaan nesteeseen indusoitunutta jännitettä. Jännitettä tunnustellaan

elektrodeilla, jotka muodostavat heikon jännitteen. Jännite on vahvistettava ennen kuin sitä voidaan käyttää signaalina. Mittaustapa edellyttää mitattavalta aineelta johtavuutta, tosin veden johtavuus riittää hyvin aikaansaamaan toimivan mittauksen /1, s. 143-143./ Mittaustavan heikkoutena on sen herkkyys vedessä olevalle ilmalle.

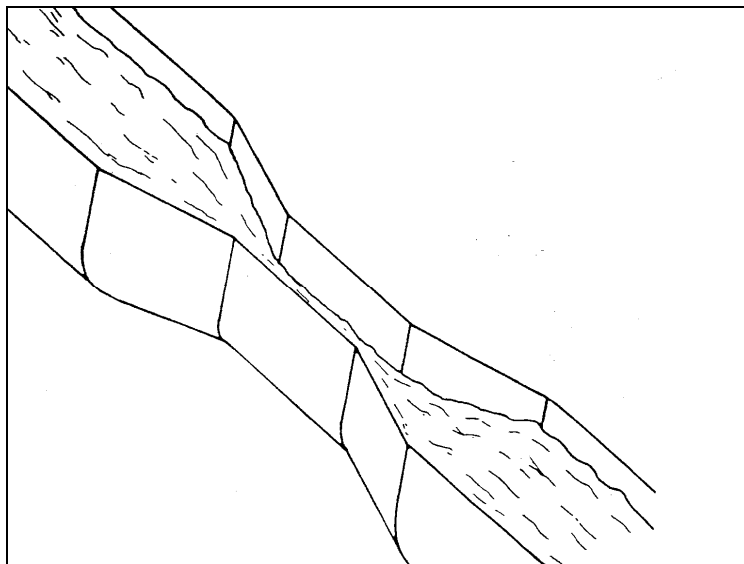
Mittauksen sijoittaminen vaatii myös hieman tarkkuutta; sitä ei voida asentaa putken osalle, joka ei ole täynnä tai jossa virtaus on muuten häiriintynyt. Mittausta ei tule asentaa putkilinjan tekemään yläpuoliseen mutkaan (kuva 3), koska siihen jää helposti ilmakuplia, jotka haittaavat mittausta. Mittauksen on oltava ennen linjassa mahdollisesti olevaa säätöventtiiliä, koska venttiilin jälkeen putki ei ehkä ole täynnä. Asennus tulee toteuttaa aina pumpun painepuolelle, ja alaspäin virtaavaa putkea tulee välttää.



Kuva 3. Magneettisen määrämittauksen asennusohje /6, s. 5/

## 4.2 Pinnankorkeuteen perustuva avokanavavirtausmittaus

Pinnankorkeuden perusteella toimivia virtausmittauksia on tutkittavissa kohteissa kolmenlaisia: kapasitiivinen avokanavavirtausmittaus, ultraääni avokanavavirtausmittaus ja hydrostaattiseen paineeseen perustuva avokanavavirtausmittaus. Kaikkien toimintaperiaatteena on selvittää virtauksen pinnankorkeus hallituissa olosuhteissa. Käytännössä on kyse venturikanavasta, jonka muoto tunnetaan, ja matemaattisesti pystytään laskemaan pinnankorkeuden avulla virtaus. Kuvasta 4 selviää venturin rakenne: se muodostuu tyypillisesti supistumisosasta, nielusta ja laajentumisosasta. Sileäseinäisessä supistetussa kanavassa virtaus nopeutuu ja sillä on puhtaana pitävä vaikutus.



Kuva 4. Yksinkertainen venturi /7, s. 45/

### 4.2.1 Kapasitiivinen avokanavavirtausmittaus Drexelbrook 408-6200

Tutkittavista virtausmittauksista kaksi on kapasitiivisia pinnankorkeusmittareita. Niiden anturit koostuvat kahdesta levyistä, joiden välistä kapasitanssia mitataan. Kapasitiivisen pinnankorkeusmittarin anturin levyjen välissä kulkee kanaalin virtaus. Levyjen välinen kapasitanssi muuttuu pinnankorkeuden mukaan, koska väliaine nostaa kapasitanssia.

Anturin tuottama signaali muunnetaan vahvistimessa virtaviestiksi, ja voidaankin ajatella, että mittari on kapasitanssi/virtamuunnin. Mittari sisältää piirin, jolla kompensoidaan levyjen pintaan tarttuvan aineen vaikutusta /8./

Käytännön ongelmiksi on havaittu mittauskohtaan kanavan pohjalle kertyvä liete tai massa, joka aiheuttaa systemaattista poikkeamaa. Massa voi paikasta riippuen nostaa kanavassa virtaavan veden pintaa ja aiheuttaa näin virhettä. Mittauksen kohdalle kasautuva massa nostaa kapasitanssia ja aiheuttaa virhettä, vaikka pinta ei juuri nousisikaan.

#### **4.2.2 Ultraääni avokanavavirtausmittaus Milltronics OCM 2**

Tutkittavista kohteista kahdessa on ultraääni-avokanavavirtausmittaus. Sen toiminta perustuu anturin lähettämään kaikuun, joka törmätessään aineen pintaan kimpoaa siitä takaisin. Tämän kaiun kulkuajan perusteella laite laskee pinnan etäisyyden anturista. Sitä voidaan soveltaa avokanavassa, jossa on venturi tai pato. Erikoisempi sovellus on vajaana virtaava putki, johon mittauksista voidaan myös käyttää. Mittaus perustuu pinnankorkeuden mittaamiseen. Aluksi laitteelle on asetettava nollataso eli avokanavassa mittauksen ja kanavan pohjan välinen etäisyys. Lisäksi laitteelle on syötettävä tarkat parametrit venturikanavasta tai padosta, jonka yhteydessä laite tulee toimimaan. Nämä mitat ovat oleellisia tietää tarkasti, jotta laite toimii mahdollisimman pienellä virheellä.

#### **4.2.3 Hydrostaattiseen paineeseen perustuva avokanavirtausmittaus Endress-Hauser**

Anturi on asennettu mittaputkeen, joka on vapaasti kosketuksissa kanaalissa virtaavan veden kanssa. Kanaalissa on venturikanava anturin jälkeen eli peruseriaate virtauksen mittauksessa on täsmälleen sama kuin muissakin avokanava-virtausmittauksissa. Erona on pinnankorkeuden mittaaminen, joka tehdään hydrostaattisen paineen avulla. Anturi on kosketuksissa mittaputkensa kautta kanaalissa virtaavaan veden pintaan, ja vesi aiheuttaa anturiin nostetta. Pinnan noustessa myös anturiin kohdistuva noste kasvaa, ja paineen muutos käännetään virtauksen muutokseksi. Tällä tavalla toteutettuja mittauksia on tutkittavissa kohteissa vain yksi.

#### **4.3 Sonartrac-virtausmittaus**

Sonartrac-virtausmittari on uudenlainen laite putkessa kulkevan nesteen virtausmittaukseen. Ulkoasultaan se eroaa muista mittauksista huomattavasti. Anturiosa koostuu matosta, jossa on lukuisia yksittäisiä antureita. Matto asennetaan suoraan putken päälle, suoralle putkiosuudelle, ja se ei siis tarvitse muutostöitä. Sen toiminta perustuu koherentin turbulenssirintaman etenemisnopeuden mittaukseen. Laite mittaa putkessa esiintyvää painevaihtelua kullakin anturivyöhykkeellä. Yleiset asennuksessa huomioitavat ohjeet ovat samanlaiset kuin magneettisessa määrämittauksessa: riittävän pitkä putkiosuus mittauksen jälkeen, ei häiriötä aiheuttavia putkimuotoja tai laitteita ennen mittausta ja maton oikea koko asennuskohteeseen verrattuna. /9, s.2,18/

## 5 JÄTEVEDEN JA REJEKTIEIN KÄSITTELY TEHTAALLA

Tehtaalla on kanaaliverkosto, johon kerätään kaikkien tuotantoyksiköiden jätevedet. Kanaaliin tulevat pääasiassa kaikki kirkkaat vedet, kuten pumppujen poksivedet ja paperikoneiden nolla-vedet, mutta myös kiintoainepitoisia vesiä ohjataan suoraan kanaaliin eri syistä. Seisokkitilanteissa joudutaan tyhjentämään säiliöiden pohjia kanaaliin, ja siinä yhteydessä paperimassaa ja kuitua pääsee sinne. Tämä on kuitenkin melko lyhytaikainen ja normaalista prosessista poikkeava tilanne.

Rejektien käsittely on jäteveden käsittelyn tapaan koko tehtaan kattava verkosto. Osastoilla syntyvä rejekti kerätään osastokohtaisesti säiliöihin, joista se pumpataan kaarisihdeille. Kaarisihdeillä rejekteistä erotetaan vesi ja kiintoaine toisistaan. Kaarisihdit ovat osastokohtaiset, mutta niiden jälkeen kiintoaine pumpataan hakuveden kanssa koko tehtaan yhteiseen lietteenkäsittelyyn, ja vesi päätyy jätevesikanaaliin tai takaisin kiertoon.

### 5.1 Jäteveden puhdistaminen

Kanaaleissa virtaavasta vedestä pyritään poistamaan karkeat roskat ja jätteet mekaanisilla välillä. Välppä estää suurimpien partikkeleiden pääsemisen eteenpäin. Suuret partikkelit jäävät kanaalissa olevaa kalteria vasten, josta välppä nostaa ne määräjain jätelavalle. Kanaalit yhdistyvät toisiinsa ennen päävälppää, joka vielä kerran poistaa suurimpia roskia vedestä. Päävälppän jälkeen vesi virtaa rantapumppaamon säiliöön, josta se pumpataan jätevedenpuhdistamolle Olkkolaan.

Jätevedenpuhdistamo on tehtaan oma laitos, ja siellä vesi puhdistetaan ensin mekaanisesti ja sitten biologisesti. Ensin vedestä poistetaan kiintoaine antamalla sen painua pohjaan esiselkeytysaltaassa. Pohjalle painunut liete

pumpataan takaisin tehtaalle lietteenkäsittelyyn. Esiselkeytinaltaasta vesi ohjataan ilmastusaltaisiin, joissa siihen sekoitetaan kemikaaleja ja samalla hapetetaan sitä syöttämällä paineilmaa altaan pohjalta. Tämän jälkeen vesi menee ylijuoksuina selkeytysaltaisiin, joissa pohjalle painunutta lietettä imetään ja pumpataan sitten lietteenkäsittelyyn. Selkeytysaltaissa tapahtuu biologinen puhdistaminen, jonka hoitaa altaisiin kasvatettu bakteeri- ja mikrobikanta. Altaissa elävät mikrobit syövät vedessä olevia epäpuhtauksia, ja vesi puhdistuu. Viimeisistä selkeytysaltaista vesi virtaa ylijuoksuna Päijänteeseen. Vesi on puhdistuksen jälkeen juomakelpoista.

## 5.2 Rejektien käsittely osastoittain

Yhtenä tehtävänä oli selvittää osastoittain rejektien keräilyssäiliöihin tulevat jakeet ja niiden sisältö. Määrät haluttiin pitää luottamuksellisina, joten niitä ei tässä mainita. Tehtävä oli melko haastava, sillä osastoilla ei juuri tuntunut olevan tietoa, minkälaisista jakeista todella on kysymys. Määrät eivät olleet kovin hyvin selvillä, mutta sisällöstä oli jonkin verran tietoa. Määriä on vaikea arvioida, koska säiliöihin tulevissa jakeissa harvemmin on virtausmittausta. Toimivia kiintoainepitoisuus- tai sakeusmittauksia ei ole yhdessäkään tulevista jakeista. Tarkemmat kuvaukset säiliöihin tulevien jakeiden virtauksista ja määristä sekä sakeuslähettimistä, jaoteltuna osastoittain, ovat taulukossa Rejektien virtaukset, sakeudet ja sakeuslähettimet (liite 3). Taulukko pitää sisällään tietoa ainoastaan jakeista joissa on tai on ollut mittauksia. Tarkempi kuvaus säiliöihin tulevien jakeiden sisällöstä ja mittauksien tyypeistä löytyy taulukosta Rejektien sisällöt ja mittaukset (liite 4.)

### 5.2.1 Pt3-rejektin keräilyssäiliö

Säiliöön kerätään rejektit pk6:n, h2:n ja h3:n aluelta. Määrällisesti suurin tähän säiliöön tuleva jae on 6. portaan rejekti pk6:lta ja sen kiintoainepitoisuus (mg/l) suurin. Keskustelut osaston henkilöiden kanssa osoittivat heidän olevan hyvin tietoisia jakeen määrästä, ja heillä sitä seurataan virtausmittauksella. Lisäksi jakeesta otetaan 3 kertaa vuorokaudessa näyte, joka arvioidaan laboratoriossa. Näiden tulosten pohjalta määritetään kiintoainepitoisuuden keskiarvo vuorokautta kohden. Virtausmittauksen ja saatujen kiintoainepitoisuuden keskiarvojen avulla osastolla on määritetty jakeen aiheuttama kiintoainehäviö. Säiliöön tulevat lisäksi pk6:n tärysihdin rejekti ja hiertämöiden hakkeenpesun rejektit, jotka ovat määrältään vähäisempiä. Säiliöstä rejekti pumpataan kaarisihdeille, joilta kiintoaine menee rejektin pumppaussäiliön kautta lietteenkäsittelyyn. Pumppaussäiliöstä lähtevässä jakeessa on ollut sakeuslähetin, mutta nykyään se ei ole käytössä. Suodattunut vesi menee kanaaliin.

### 5.2.2 Pastapitoisten vesien varastosäiliö

Säiliöön kerätään kaikki pasta-, pigmentti- ja täyteainepitoiset vedet. Vesiä syntyy päällystysasemia pestäessä ja lajinvaihoissa. Lajinvaihdon yhteydessä ylimääräinen pastaseos päätyy säiliöön. Kaoliinia ja talkkia päätyy joukkoon pieniä määriä, koska kyseisiä aineita kuljettavien rekkojen säiliöt pestään, ja pesuvedet pumpataan varastosäiliöön. Pastapitoinen vesi pumpataan suoraan kanaaliin. Se on pumpattu ennen Pt3-rejektien keräilyssäiliöön, mutta siirretty myöhemmin menemään kanaaliin. Veden virtausta ja sakeutta mitataan, mutta sakeusmittaus ei ole toimintakuntoinen. Sakeusmittaus on tyypiltään radioaktiivinen tiheysmittaus, ja sen toiminta-alue ei ulotu alhaisimmillaan vain 1000 mg/l kiintoainetta sisältävään veteen. Aiemmin tilanne oli erilainen, koska pastapitoinen vesi oli sakeampaa. Pastakeittiöllä tehtiin vuonna 2005 muutostyö, jonka avulla kiintoainemäärät saatiin huomattavasti pienemmiksi. Mittausta on yritetty valmistajankin avulla saada toimimaan, mutta tuloksetta.

Pastapitoisen veden sakeuden määrittämiseksi päätimme ottaa näytteitä viiden päivän koejakson. Kiintoainepitoisuus vaihtelee paljon, koska säiliön sisältöön ei vaikuteta suoraan millään säätöpiirillä. Sakeus vaihteli koejakson aikana aina 2240 mg/l (0,2 %) – 18300 mg/l (1,8 %) ja samalla aikavälillä online-tiheysmittaus vaihteli 3,0 – 3,6 % välillä. Taulukosta 1, Pastapitoisen veden kiintoainepitoisuus, selviävät vuorokausittaiset vaihtelut. Jakson väliin osui seisokki, jolloin näytteet eivät olisi olleet luotettavia. Taulukosta käy selvästi ilmi, ettei tiheysmittaus reagoi edes muutoksiin.

Taulukko 1. Pastapitoisen veden kiintoainepitoisuus

Päivä	Sakeusmittaus(%)	Laboratorio määrittäminen (mg/l)
ke	7.2.	3,60 4215,00
To	8.2.	3,60 4600,00
pe	9.2.	3,60 18300,00
ma	12.2.	3,00 2240,00
ti	13.2.	seisakki seisakki
ke	14.2.	seisakki seisakki
to	15.2.	seisakki seisakki
pe	16.2.	3,60 4474,00

### 5.2.3 Pk4-rejektien keräilyssäiliö

Säiliöön tulee vain kaksi jaetta, tärysihdin rejekti ja 6-portaan rejekti.

Kummassakaan tulojakeessa ei ole virtausmittausta. Lähtevälle virtaukselle ja sakeudelle on mittaukset, mutta vain virtausmittaus on kunnossa.

Veitsityyppinen sakeuslähetin on lopettanut toimintansa vuosia sitten, eikä sitä ole korjattu tai vaihdettu uuteen. Paperikoneen järjestelmässä on virtausmittaukseen perustuva määrälaskuri, josta selviävät rejektin virtausmäärät. Laskuri on juokseva eli siitä tarvitsee ottaa lukema ylös, kun halutaan selvittää esimerkiksi vuorokausikohtainen määrä.

#### 5.2.4 Siistaamon rejektien keräilyssäiliö

Tulevia jakeita on kolme: pyörrepuhdistimen kuidun talteenotto, 3. vaiheen välilajittimen rejekti ja 5. vaiheen jälkilajittimen rejekti, joka pitää sisällään 4. vaiheen välilajittimen rejektin. Näissä jakeissa kaikissa on virtausmittaukset, mutta ei sakeuslähettämiä. Virtausmäärän saa siis selville; tosin automaatiojärjestelmään ei ole tehty laskuria, joka ilmoittaisi määrät. Säiliön kautta kulkeva virtaus on keskimäärin vakio, koska lajittelua ajetaan samoilla asetuksilla koko ajan.

#### 5.2.5 News-rejektien pumppaussäiliö

Pk7:n ja siistaamon kaikki rejektit tulevat siistaamon rejektien pumppaussäiliöstä News rejektien pumppaussäiliöön. Tulolinjassa on virtausmittaus ja sakeuslähetin. Säiliö toimii välisäiliönä pk7:n ja siistaamon rejekteille, ja oikeastaan se voitaisiin ohittaa kokonaan. Toisaalta tämän säiliön lähtevän jakeen pumppaus on jatkuvaa, ja siinä on magneettinen määrämittaus, jolloin saadaan selville lietteenkäsittelyyn menevän rejektin kokonaismäärä.

#### 5.2.6 Vaahtorejekti

Siistaamon vaahdotusprosessissa syntyy vaahtorejektia, joka pumpataan suoraan lietteenkäsittelyyn. Sitä ei pumpata kaarisihdeille, koska se ei mene niiden läpi. Vaahtoa muistuttava seos sisältää paljon ilmaa, mutta myös runsaasti kiintoainetta. Hankaluutena on sen virtauksen ja kiintoainepitoisuuden mittaaminen. Vaahtorejektin virtausta mitataan magneettisella määrämittauksella, mutta sen on todettu toimivan virheellisesti. Sakeutta ei mitata lainkaan, koska toimivaa mittausmenetelmää ei ole löydetty.

### 5.2.7 Suoraan jätevesikanaaliin menevät jakeet

Tehtaalla on myös rejektijakeita, jotka päätyvät suoraan kanaaliin ja kiintoaine palaa lietteenkäsittelyyn vasta käytyään biologisella puhdistamolla. Taulukossa 2 on esitetty nämä jakeet. Näistä jakeista suurimpia kiintoainemääriä edustavat lietteenkäsittelyn ja siistaamon kanaaleihin päätyvät jakeet. Niiden kääntäminen takaisin johonkin prosessin osaan on kuitenkin vaikeaa, koska ne on jo kertaalleen lajiteltu. Tarvittaisiin siis tarkempaa lajittelua. Lietteenkäsittelyssä käytettävät polymeerit eli lisäaineet vaikuttavat oleellisesti suodosten kiintoainepitoisuuteen. Huonosti toimiva polymeeri nostaa kiintoainepitoisuutta, koska liete ei puristu kasaan, vaan valuu ruuvin puristusosan läpi. Yksittäinen paljon puhdasta kuitua sisältävä jae on kuitenkin pk6:n painesihti 3a:n rejekti. Sen kääntäminen takaisin prosessiin kannattaisi, sillä siinä menee hyvää kuitua suoraan hukkaan.

Taulukko 2. Suoraan kanaaliin menevät jakeet, koko tehdas.

<b>Pk6</b>	<b>Sisältö</b>
Painesihti 3a rejekti Kirkassuodos	Kuitua Vettä / hiukan kuitua
<b>H2</b>	
Hakkeenpesuvesi	Tikkua / purua
<b>H3</b>	
Hakkeen pesun rejektisäiliö	Tikkua / purua
<b>Pk4</b>	
0-vesi kanaaliin	Vettä / hiukan kuitua
<b>Pk7+Siistaamo</b>	
Kaarisihtien 2 ja 3 suodos Kp-varaston kaivopumpuilta sis. Kevyt rejekti 3 vaiheen karkea lajittelusta	Vettä / hiukan kuitua  Kuitua
<b>Lietteenkäsittely</b>	
Ruuvipuristimien suodos	Kiintoainetta / vettä
Viiran pesuedet	Kiintoainetta / vettä
Kirkastesäiliön pohjalta	Kiintoainetta / vettä

## 6 JÄTEVESIKANAALIN VIRTAUS- JA KIINTOAINEPITOISUUSMITTAUKSET OSASTOITTAIN

Jätevesikaalin kiintoainepitoisuutta ja virtausta mitataan osastoittain ja mittaustiedot kootaan automaatiojärjestelmän raportointi laskureihin. Mittauksilta lähtevä virtasignaali (4 – 20 mA) syötetään automaatiojärjestelmän tulokortille, ja järjestelmään tehdyssä lohkoissa suoritetaan mittaustietojen käsittely ja laskenta. Raportointisivulla on laskurit kanaalissa virtaavalle vedelle osastoittain. Laskurit laskevat virtaavan veden kuluvaa vuorokautta ja edellistä vuorokautta kohden. Lisäksi veden virtauksesta ilmoitetaan liukuva vuorokausikeskiarvo kuukauden ja vuoden jaksoilta. Vastaavilta ajanjaksoilta ilmoitetaan kiintoainehäviö t/vrk.

Raportissa ilmoitettava virtausmäärä perustuu pelkästään kullakin osastolla olevaan kanaalin virtausmittaukseen. Kiintoainehäviö perustuu kiintoainepitoisuuden mittaukseen ja virtausmittaukseen.

Automaatiojärjestelmän lohkoissa lasketaan kertolaskuna virtaus ja kiintoainepitoisuus. Tästä saadaan kiintoainehäviö t/vrk ja muut ilmoitettavat kiintoainehäviöt.

Tehtaan jätevesikanaalit ovat yhteydessä toisiinsa siten, että tietyissä mittauspisteissä virtaa muidenkin osastojen vesiä. Tämän takia joudutaan ohjelmallisesti vähentämään edelliseltä osastolta tuleva vesi- ja kiintoainemäärä kyseisen osaston häviöiden selville saamiseksi. Tämä tuo epävarmuutta raportointiin, koska edellisen osaston virheellinen tulos tekee seuraavan osaston tuloksesta myös virheellisen.

Kiintoainepitoisuusmittauksien luotettavuutta testattiin ottamalla näytteitä kanaalivedestä. Näytteenottohetkellä otettiin online-mittauksen lukema ylös ja sitä verrattiin näytteestä laboratoriomäärityksessä saatuun kiintoainepitoisuuteen. Tukittavina kohteina olivat h2:n ja siistaamon kanaalin kiintoainepitoisuusmittaukset.

## 6.1 Hiertämö 2:n kanaalin virtaus- ja kiintoainepitoisuusmittaus

Kanaalissa on melko pieni kiintoainepitoisuus (<1000 mg/l ) ja ennen mittauksia on välppä, joka poistaa tehokkaasti karkeat roskat ja suuret partikkelit vedestä. Kanaalissa kulkee ainoastaan h2:n vesiä, tosin hierontämöiden yhteisen hakkeenpesuvesisäiliön ylijuoksu laskee tähän. Ohjelmallisesti tämän kohteen laskurit tulevat suoraan mittauksista, eikä niistä vähennetä mitään.

### 6.1.1 Virtausmittaus 46 FI-3098 Drexelbrook

Mittaus on tyypiltään kapasitiivinen pinnankorkeusmittari, jonka anturi muodostuu kahdesta kanaalin seinämiin kiinnitetystä levystä. Anturin kiinnityskohta on 1 m ennen venturikanavaa, ja mittausta ennen on riittävä n. 3 m pitkä suora osuus kanaalia, jotta virtaus on tasainen. Virhettä mittaukseen aiheuttaa kanaalin pohjalle kertyvä lietepatja, jonka paksuus on ollut pahimmillaan jopa 10 cm mittauksen kohdalla /15/. Tämä aiheuttaa jo suuren virheen mittaustulokseen ja aiheuttaa virhettä myös kaikkiin laskureihin, jotka ovat yhteydessä tämän kanaalin kanssa. Mittausta huolletaan samalla kun kiintoainepitoisuusanturi puhdistetaan. Tämä ei kuitenkaan ole ratkaisu ongelmaan, sillä kanaalin pohjalle muodostuu lietepatja hyvin nopeasti uudelleen.

### 6.1.2 Kiintoainepitoisuusmittaus 46 QI-9316 Cerlic

Anturi on asennettu venturikanavan jälkeiselle osuudelle keskelle kanaalia. Paikka on hyvä reippaan virtauksen ansiosta ja välppän poistaessa suuret partikkelit ennen mittausta. Mittaus ei tyypillisesti tukkeudu, eikä siihen tartu suuria paperin tai muovin paloja. Ainoa havaittu ongelma on hienojakoinen lika, joka tarttuu anturin sensoriin. Se aiheuttaa virhettä mittaukseen ja laskureiden ilmoittamaan kiintoainehäviöön. Vaikka kiintoainepitoisuusmittaus

toimisi oikein ja luotettavasti, virtausmittauksen aiheuttama virhe johtaa virheelliseen kiintoainehäviön laskuriarvoon.

Kohteen mittauksen tarkkuutta tutkittiin ottamalla näytteitä kanaalivedestä, ja samalla hetkellä otettiin online-mittauksen arvo muistiin. Kanaalin kiintoainepitoisuus vaihtelee melko rauhallisesti ja online-mittaus ehtii tasoittua näyttämään yhtä lukuarvoa aina hetkittäin. Näytteisiin haettiin tarkoituksella vaihtelevuutta mittauksen reagointikyvyn selvittämiseksi. Tästä huolimatta näyte otettiin aina sellaisella hetkellä, jolloin mittaus oli ehtinyt rauhoittua. Toimenpiteiden johdosta päästiin yhdenmukaisiin tuloksiin laboratorion määrittämän kiintoainepitoisuuden sekä online-mittauksen välillä (Taulukko 3, H2:n kanaalin näytteiden vertailu). Online-mittauksen ja laboratoriomäärityksen välinen ero vaihteli välillä 9–210mg/l. Pidettäessä laboratoriomääritystä virheettömänä saadaan prosentuaalisen virheen osuus todella suureksi, pienimmillään 33 % ja suurimmillaan 85 %. Kyseessä on pieni kiintoainepitoisuus, mutta virhe on hälyttävän suuri. Näyttäisi siltä ettei kyseisellä tavalla otettuihin näytteisiin ja online-mittauksen arvoihin voi oikein luottaa.

Taulukko 3, H2:n kanaalin näytteiden vertailu (mg/l)

Näytteet 23.2.	Online	Laboratorio	Erotus	Virhe %
Näyte 1	570	375	195	52
Näyte 2	500	325	175	54
Näyte 3	474	340	134	39
Näyte 4	440	310	130	42
Näyte 5	398	300	98	33
Näytteet 26.2.	Online	Laboratorio	Erotus	Virhe %
Näyte 1	380	205	175	85
Näyte 2	860	650	210	32
Näyte 3	612	450	162	36
Näyte 4	475	300	175	58
Näyte 5	397	255	142	56

**Virhe Ka 159,6**

## 6.2 Hiertämö 3:n kanaalin virtaus- ja kiintoainepitoisuusmittaukset

Kanaalissa ei virtaa muiden osastojen vesiä, joten automaatiojärjestelmän laskurit muodostuvat suoraan kohteen mittauksista, eikä vähennyslaskuja tarvita. Sisältö on pääasiassa melko vähän kiintoainetta sisältävää, mutta kuumien suodosten säiliön ajaessa yli pitoisuus hieman nousee. Tämä tilanne on melko tavallinen ja aiheutuu lämmönvaihtimien riittämättömästä kapasiteetista.

### 6.2.1 Virtausmittaus 44 FI-2090 Milltronics

Mittaus on ultraääneen perustuva avokanavavirtausmittaus. Ultraäänianturi on asennettu oikein ja riittäväälle etäisyydelle mitattavasta pinnasta (min. 600 mm). Se sijaitsee kanavaan päällä kohtisuorassa pintaan nähden ja on n. 1 m ennen venturikanavaa. Anturi pysyy hyvin puhtaana, koska se ei ole kosketuksissa virtauksen kanssa, mutta kanaalin pohjalle muodostuu lietekerrostumaa. Kohde on vaikea huoltaa, koska kanaalit menevät betonilattian alla ja huoltoluukkuja on oikeastaan vain mittauksen kohdalla /14/. Kanaalin pohja pitäisi kuitenkin puhdistaa myös kauempaa kuin vain mittauksen kohdalta sillä muuten mittauksen kohdalle kasaantuu jo päivässä entisen korkuinen uusi lietepatja.

### 6.2.2 Kiintoainepitoisuusmittaus 44 QI-9315.1 Cerlic

Asennuspaikka on ahdas, ja alas kanaaliin ei oikein näe. Siitä huolimatta anturi pysyy hyvin puhtaana, koska kanaalissa ei virtaa suuria partikkeleita. Huollon kannalta olisi hyvä, jos mittaus olisi paremmin näkyvillä, jolloin sen tilaa voisi helpommin arvioida. Tämä mittaus yhdessä hiertämö 2:n kiintoainepitoisuusmittauksen kanssa on luotettavimpia mittauksia kanaalissa. Puhtaana pysyminen muihin nähden on aivan omaa luokkaansa, ja harvemmin

tulee anturin tukkeutumisia. Kaikille Cerlic ITX 20-kiintoaineantureille tyypillistä puhdistussuuttimen tukkeutumista esiintyy harvoin.

### **6.3 Pk6:n kanaalin virtaus- ja kiintoainepitoisuusmittaus**

Kanaalissa virtaavat mittausten kohdalla myös h2:n vedet, eli automaatiojärjestelmässä tarvitaan vähennyslaskutoimituksia. Laskennassa h2:n virtaus vähennetään pk6:n virtauksesta. Kiintoainepitoisuus muunnetaan kiintoainevirtaukseksi eli yksikkö muuntuu mg/s-muotoon. Tämä on vertailu kelpoinen muoto osastojen välillä, ja näin vähennyslaskut tulevat oikein. Kanaalin heikkous on välpän puuttuminen, joka johtaa suurempien roskien ja paperinpalojen vapaaseen kulkuun kanaalissa.

#### **6.3.1 Virtausmittaus 36 FIQ-6671 Milltronics**

Kanaalissa virtaavat suuremmat partikkelit eivät häiritse virtausmittausta, mutta h3-virtausmittauksen tapaan pohjalle kertyy lietettä, ja huolto on hankalaa lattian alla kulkevan kanaalin takia. Virtausmittaukset ovat identtiset h3:n kanssa ja ne sijaitsevat rinnakkain, mutta eri kanaaleissa. Ainoana erona on syvemmällä virtaava kanaali pk6 mittauksen kohdalla, mutta etäisyys mitattavaan pintaan ei silti ole liian suuri eli yli 3 m.

#### **6.3.2 Kiintoainepitoisuusmittaus 44 QI-9315.2 Cerlic**

Mittaus on asennettu hyvin huollettavaan kohtaan, jonne näkee selvästi. Kanaalissa virtaavat suuret partikkelit tukkivat anturia aika ajoin. Suurempi paperin tai muovin pala takertuu anturin runkoa vasten ja alkaa kerätä lisää ainetta ympärilleen. Tämä johtaa anturin mittaustarkkuuden heikkenemiseen, ja lopulta mittaus lopettaa toimintansa kokonaan. Anturin puhdistussuuttimen tukkeutumisia tulee myös enemmän tässä kohteessa kuin aiemmin mainituissa.

Suurempi kiintoainepitoisuus vaikuttaa asiaan. Tähän kanaaliin tulee pk6:n painesihti 3A:n rejekti suoraan.

## **6.4 Pk4:n kanaalin virtaus- ja kiintoainepitoisuusmittaukset**

Pk4 osaston kanaalissa virtaa myös h2:n, h3:n ja pk6:n jätevedet. Muiden osastojen vedet ja kiintoainevirrat (mg/s) vähennetään automaatiojärjestelmässä pk4:n virtaus- ja kiintoainemittausten tuloksista. Kiintoainepitoisuus putoaa oleellisesti ennen mittauksia, sillä pk4:lta ei juuri tule kiintoainepäästöjä. Ainoana suurempana jakeena on nollavesi, jossa toisinaan tulee hieman kiintoainetta. Pk4 kanaalin mittauksia ennen ei ole välppää, eli suuret roskat virtaavat vapaasti mittauksiin.

### **6.4.1 Virtausmittaus 58 FI-58901 Endress-Hauser**

Anturin toiminta perustuu hydrostaattisen paineen mittaukseen, ja anturi on tyypiltään johtoanturi eli se roikkuu asennusputkessa johtonsa varassa. Anturi on kosketuksissa virtauksen kanssa ja altistuu virtaaville roskille ja kiintoaineelle. Anturin päätä suojaa muovinen kuppi, joka kuitenkin tukkeutuu aika ajoin kiintoaineesta. Myös suuret paperinpalat saattavat tukkia anturin ja vaikuttaa sen mittaustarkkuuteen. Anturi on huollon kannalta helposti nostettavissa pois paikaltaan ja puhdistettavissa. Sen olosuhteista kanaalissa ei kuitenkaan saa minkäänlaista käsitystä, koska se on laitettu suoraan betonilattian läpi, jossa ei ole edes avattavia luukkuja kyseisellä kohdalla. Kanaalissa on sama ongelma kuin muillakin osastoilla eli pohjalle kertyy lietettä. Tässä tapauksessa sen havaitseminen ja poistaminen on tehty aika vaikeaksi. Kiintoaineen virtausmäärä on suuri, koska kanaalissa virtaavat neljän eri osaston jätevedet ja roskaa menee jo huomattavasti enemmän kuin aiemmissa kohteissa. Olosuhteet luotettavalle mittaukselle ovat heikommat aiempiin kohteisiin verrattuna.

#### **6.4.2 Kiintoainepitoisuusmittaus 58 QI-58900 Cerlic**

Kiintoainemittarin anturi on venturin jälkeen kanaalissa, ja sillä kohtaa on reipas virtaus. Se auttaa varmasti jonkin verran puhtaana pysymistä. Huollon tarpeen arviointi on huoltoluukkujen ansiosta huomattavasti helpompaa kuin virtausmittauksen tapauksessa. Anturiin pääse helposti käsiksi ja sen ympäristön olosuhteet on helppo todeta. Tästä huolimatta anturi tukkeutuu joskus lähinnä paperinpalojen takertumisen seurauksena. Toisinaan voi mennä kuukausi toimintakuntoisena, ja joskus ei mene kuin viikko niin anturi on tukossa.

#### **6.5 Pk7:n ja siistaamon kanaalin virtaus- ja kiintoainepitoisuusmittaukset**

Kummankin osaston jätevedet virtaavat mittausten kohdalla samassa kanaalissa. Ohjelmallisesti ne erotetaan raporttiin pk7:n jäteveden virtausmittauksen avulla. Muiden osastojen vesiä ei kulje tässä kanaalissa, ja muita vähennyslaskuja ei tarvita. Kanaalissa virtaavan jakeen kiintoainepitoisuus vaihtelee nopeasti ja paljon (800 – 3000 mg/l.) Kanaalista otettiin kiintoainepitoisuus näytteitä ja niihin pyrittiin saamaan vaihtelua reilusti. Laboratorio määrittä näyttöiden kiintoainepitoisuudet. Saatuja tuloksia verrattiin samaan aikaan ylösotettuihin online mittauksen arvoihin. Vaihtelua tuli hyvin mutta mittaus ei juuri rauhoitu näyttämään yhtä arvoa suuren kiintoainepitoisuuden vaihtelun takia.

#### **6.5.1 Virtausmittaus 14 FIQ-1969 Drexelbrook**

Virtausmittaus on pitkällä ja suoralla kanaalin osuudella, jossa se toimii hyvin. Anturi pysyy kohtuullisen hyvin puhtaana, ja mittaus ei häiriinny virtauksen mukana kulkevasta kiintoaineesta. Sama lietteen kasautumisongelma on

kuitenkin havaittavissa tämänkin mittauksen tapauksessa. Ongelmana on myös pitkä kanaali, joka kerää koko matkalta pohjalle lietettä, ja mittauskohdan puhdistus ei pelkästään riitä pitämään mittausta hyvässä toimintakunnossa. Kanaali olisi puhdistettava aina pidemmältä matkalta, jottei mittauskohta täytyisi nopeasti uudestaan. Muuten mittaus on oikein asennettu anturin ollessa n. 0,5 m ennen venturia.

### 6.5.2 Kiintoainepitoisuusmittaus 19 QI-15150 Cerlic

Suuri kiintoainepitoisuus ja virtauksen mukana kulkeutuva liete on ongelma tämän mittauksen kohdalla. Tukkeutuminen on tavallista ja johtuu useimmiten jonkin suuremman roskan tartumisesta anturiin. Anturi on sijoitettu kanaaliin n. 1,5 m mutkasta, ja sen edessä on lisäksi putki, joka ohjaa virtausta osittain ohi anturin. Mittauksen kohdalla veden syvyys on vain 15 cm, joten se riittää vain niukasti täyttämään pinnanallaolovaatimuksen (30 cm manuaalissa). Kyseinen mittaus on asennettu kaikkein heikoimmin vaatimukset täyttävään paikkaan muihin verrattuna. Mittaustulosten vertailussa, Taulukko 4, Siistaamon kanaalin näytteiden vertailu, käyvät ilmi kiintoainepitoisuuden nopeat vaihtelut.

Taulukko 4. Siistaamon kanaalin näytteiden vertailu (mg/l)

Näytteet 23.2.	Online	Laboratorio	Erotus	Virhe %
Näyte 1	2080	1330	750	56
Näyte 2	2575	2690	-115	-4
Näyte 3	2190	1320	870	66
Näyte 4	2950	1360	1590	117
Näyte 5	1250	750	500	67

Näytteet 26.2.	Online	Laboratorio	Erotus	Virhe %
Näyte 1	2500	1540	960	62
Näyte 2	3100	4495	-1395	-31
Näyte 3	2744	3925	-1181	-30
Näyte 4	2357	2400	-43	-2
Näyte 5	2495	2675	-180	-7

Taulukosta havaitaan, ettei näytteitä saada otettua vertailukelpoisesti. Erot laboratoriossa määriteltyjen näytteiden ja online-mittauksen välillä ovat suuria, ja eron suuntakin vaihtelee. Muutamasta todella lähellä toisiaan olevasta näyteparista voidaan kuitenkin päätellä mittauksen pitävän paikkansa, vaikka eroja joissakin näytteissä on paljon. Ainut tapa saada luotettavaa vertailua aikaan olisi irrottaa online-mittaus paikoiltaan, ottaa kanaalista ämpäriin suuruinen näyte ja laittaa online-mittaus siihen. Tässäkin tapauksessa näytettä täytyy sekoittaa ja siten saada kiintoaine tasaisesti sekoittumaan seokseen ja mittaus rauhoittumaan. Tämä ämpäriinäyte tulisi sitten analysoida laboratoriossa. Tämä tapa on mainittu myös anturin käyttöohjeessa. Käytännössä näin ei ole toimittu edes anturia kalibroitaessa, vaan aina on otettu näyte virtaavasta kanaalivedestä ja samalla hetkellä on otettu mittarin lukema ylös. Tämän mittauksen tapauksessa edustavan näytteen saaminen on aivan sattuman kauppaa. Toisella tavalla tehtyihin määrityksiin ei nytkään jäänyt aikaa, eikä ollut firman taholtakaan innostusta, joten jatkotoimenpiteet jäävät firman oman harkinnan ja tutkinnan varaan.

## **6.6 Päävälppän kiintoainepitoisuusmittaus ja rantapumppaamon virtausmittaukset**

Jätevesikanaalit yhdistyvät ennen päävälppää, ja sen kohdalla kanaalissa virtaavat koko tehtaan jätevesikanaalin vedet. Välppä on automaattitoiminen ja se poistaa suuria roskia tehokkaasti. Ongelmia muodostavat silti samat asiat kuten aiemmissakin tapauksissa. Välppän jälkeen vesi virtaa rantapumppaamon säiliöön, josta se pumpataan jäteveden puhdistamolle. Pumpun jälkeen on kaksi erillistä virtausmittausta, joilla mitataan lähtevä virtaus. Mittauksia on kaksi, koska jälkikäteen on asennettu uudenmallinen Sonartrac-virtausmittaus. Vanhaa magneettiputkimittaria ei ole otettu pois, vaan se on heti uuden mittauksen jälkeen.

### 6.6.1 Kiintoainepitoisuusmittaus 58 QI-58833 Cerlic

Kiintoainemittaus on erillään aika kaukana virtausmittauksesta, ja se on poikkeuksellisesti ennen virtausmittausta. Asennuspaikka on niin hyvä, kuin se voi vain olla tässä kohtaa kanaalia. Se on keskellä kanaalia ja hyvin virtaavassa kohdassa. Välppä poistaa karkeaa roskaa ja jätettä tehokkaasti, mutta ei riitä silti pitämään anturia puhtaana. Paperia ja muuta kiinteää massaa pääsee tunkeutumaan välpän läpi. Ne tukkivat mittausvälin samaan tapaan kuin aiemmissakin kohteissa. Tämän mittauksen kohdalla tukkeutumista ja likaantumista tapahtuu usein, koska vedessä on eniten irtoroskaa mukana. Huollon kannalta mittaus on hankalassa paikassa, mutta juuri paremmin sitä ei ole mahdollistakaan sijoittaa.

### 6.6.2 Virtausmittaus 58 FIQ-58354 Sonartrac

Mittaus on asennettu suoralle osalle pumpun jälkeen, ja sen edessä ei ole kuristavia venttiileitä, jotka voisivat vaikuttaa mittaustarkkuuteen. Putkea supistetaan noin 1,5 m ennen mittauskohtaa hieman ja se voi aiheuttaa pyörteilyä, joka häiritsee mittaustarkkuutta. Muuten mittaus näyttäisi olevan oikein asennettu, ja huomattavia häiriötekijöitä linjassa ei supistuksen lisäksi ole. Putki on aina täynnä, sillä se nousee loivasti useamman kilometrin mittaisen matkan puhdistamolle saakka.

### 6.6.3 Virtausmittaus 58 FI-58848 Krohne

Asennuspaikka on heti Sonartrac-mittarin jälkeen, ja välissä ei ole kuin suora putkiosuus. Mittauksen asennuksen oikeellisuuteen pätevät edellä olevassa kappaleessa mainitut faktat. Syy tämän mittauksen korvaamiseen uudella on ollut paremman mittaustarkkuuden saaminen kohteeseen. Lisäksi varmuus mittaustuloksen saamiseksi on tärkeää, koska kyseessä on koko tehtaan

jätevesien pääpumppaamo. Virtaus kohteessa on todella suuri, tavallisesti n. 400 – 500 l/s, ja sen takia myös virheestä tulee helposti todella merkittävä. Tähän mittaukseen virhettä aiheuttaa veteen sekoittunut ilma, joka on haitallista kaikille magneettisille määrämittauksille.

## **7 REJEKTIN KERÄILYSÄILIÖIHIN LIITTYVIEN MITTAUKSIEN KEHITYSEHDOTUKSET**

Lähtökohtana työlleni oli selvittää näille mittauksille tyypillinen virhe ja selvittää virhelähteitä. Tutkittuani asiaa tarkemmin totesin kaikki säiliöiden yhteydessä olevat sakeuslähettimet epäkuntoisiksi. Päätimme keskittyä tutkimaan nykyisten mittausten toimimattomuuden syitä ja mittaushetken olosuhteita. Sakeuslähettimet olivat pääosin veitsityyppisiä, poikkeuksena yksi optinen ohivirtauksesta mittaava sakeuslähetin. Veitsityyppisten lähettimien heikkoutena oli automaatiokunnossapidosta saamieni tietojen mukaan niiden kestävyys jaksottaisessa pumppauksessa. Ne eivät kestä sellaista pumppaustapaa, vaan vaatisivat jatkuvan virtauksen. Käytännössä ongelmia oli aiheuttanut lavan vääntyminen mutkalle ja lähettimen vaurioituminen. Kyseisissä kohteissa olevien lähettimien huoltaminen on lopetettu jatkuvan rikkoutumisen myötä.

Listasin kaikki mittaukset kohteittain (liite 3, Rejektien virtaukset, sakeudet ja sakeuslähettimet) ja valitsimme yhdessä työryhmän kanssa niistä ne kohteet, joihin saataisiin helpoiten sovellettua uudet mittaukset. Suosiolla jätimme kehityskohteista pois ne kohteet joissa pumppaus on jaksottaista. Niiden kohdalla tarvitsisi tehdä säätöpiiri säiliön pinnan korkeuden avulla ja kytkeä pumpun moottori taajuusmuuttajan perään. Tämä taas nostaa kustannukset niin korkeiksi, ettei toimeksiantajalla tässä vaiheessa ole kiinnostusta investointeihin. Pienet rejektivirratt jätettiin myös huomioimatta, koska niihin perinteisen lapatyypisen, hieman edullisemmän, sakeuslähettimen asentaminen ei ole mahdollista liian pieneksi putoavan virtausnopeuden takia. Mikroaaltoon tai optiseen tekniikkaan perustuva mittaus toimisi kohteissa, mutta jälleen sen kustannukset nousevat suuriksi.

## 7.1 Kohteet, joihin ehdotetaan uutta sakeuslähetintä

Karsinnan jälkeen jäi jäljelle neljä kohdetta, joihin päätettiin ehdottaa uutta lähetintä. Nämä kohteet valittiin suuren määrän perusteella tai mittaamisesta saatavan merkittävän säästön perusteella. Kohteisiin on ehdolla toisiinsa nähden täysin erityyppisiä lähettäimiä, mikä johtuu mittausolosuhteiden hyvin suuresta eroavaisuudesta. Tehtäväkseni jäi selvittää mittauksille paikat ja tyypit. Yhdeksi kohdaksi muodostui lietteenkäsittelyn ruuvipuristimien suodos. Kohde on oikeastaan tutkimusalueen ulkopuolella, mutta se tuli esille uusien kohteita mietittäessä.

### 7.1.1 Pk6:n 6-portaan rejekti

Kohteessa on tällä hetkellä virtausmittaus, mutta ei sakeuslähetintä. Osaston prosessihenkilökunta ottaa kolme kertaa vuorokaudessa näytteen, josta määritetään sakeus laboratorioissa. Jakeen keskimääräinen sakeus on 0,7 – 2,0 %. Kohteen verrattain suuren virtauksen vuoksi siinä olisi hyvä olla sakeuslähetin, jonka avulla voitaisiin seurata tarkemmin sakeuden vaihtelua. Lisäksi lähettimen avulla voitaisiin tehdä automaatiojärjestelmään laskuri, joka kertoisi jakeen kiintoainehäviön. Tällaisella jatkuvalla mittauksella varustettuna kohteen kiintoainehäviö saadaan selville huomattavasti tarkemmin. Lisäksi on helpompi selvittää, minkälaisessa tilanteessa rejektin määrä kasvaa, ja tämän avulla voidaan löytää määrää pienentäviä tekijöitä.

Kohteen virtausmittaus on huollon kannalta erittäin hankalassa paikassa korkealla katon rajassa. Kohteeseen pääseminen edellyttää nostolavaa, ja paikka ei ole kovin käytännöllinen sakeuslähettimen asentamista ajatellen. Sakeuslähetin tarvitsee huoltoa ja kalibrointia virtausmittausta useammin, joten parempi paikka uudelle lähettimelle olisi esimerkiksi lähellä rejektin keräilysäiliötä, jolloin säiliön päältä voitaisiin huoltaa mittausta.

Tämän jakeen ominaisuuksien perusteella voi olettaa, että lapatyypinen sakeuslähetin olisi aivan toimiva jakeessa. Virtausnopeus putkessa on riittävä ja sakeus on sopivalla alueella. Myös putken halkaisija (100 mm) on soveltuva siltään lähettimen asennukseen, ja tarvittaessa lähettimen kohdalle voidaan asentaa laajennusosa. Sopivan tyyppinen lähetin on esimerkiksi Metson valikoimassa oleva Smart Pulp UL. Se on lapatyypinen lähetin ja tarkoitettu lajitellulle massalle, joka on sakeudeltaan 0,7 – 3,0 %. Kohteen sakeus mahtuu hyvin kyseiseen luokkaan.

### 7.1.2 Lietteenkäsittelyn ruuvipuristin 1:n suodos

Lietteenkäsittelyn ruuvipuristimilla puristetaan lietteestä vesi pois. Lietettä käsitellään kemiallisesti ennen puristusta polymeerillä. Polymeerin määrästä ja sopivuudesta riippuu, kuinka hyvin liete puristuu ja vesi erottuu siitä. Huonosti toimivalla tai määrältään sopimattomalla polymeerillä käsiteltäessä lietepuristimen suodokseen pääsee paljon kiintoainetta. Uudella kiintoainepitoisuuden mittauksella pyritään saamaan paremmin selville sopiva annostelu ja oikeanlainen polymeeri.

Aluksi uutta mittausta kokeiltaisiin ruuvipuristin 1:n suodokseen. Hankaluutena mittauksen toimivuuden kannalta tulee olemaan sen puhtaana pysyminen ja virtaavan suodoksen riittävyys. Suodoksen putki on verrattain iso siellä virtaavaan määrään nähden, ja kyseessä on vapaa virtaus ilman pumppausta. Siksi putki ei aina ole täynnä, ja täyttöastetta on erittäin vaikea tietää ennalta käsin. Asennuskohta tulisi olemaan heti ruuvipuristimen jälkeen suodosputken suoralla osalla ennen sen yhdistymistä muihin suodosputkiin. Asennuskohta on avoin ja huoltoa ajatellen hyvä.

Sopivalta vaikuttava mittaus kohteeseen olisi mielestäni Boildecin markkinoima Evita TSS 4100-sameus- ja kiintoaineanturi. Kyseinen laite mittaa infrapunatekniikalla 6-pistemittauksena virtaavan aineen kiintoainepitoisuuden. Virtauksella ei ole vaikutusta mittaustulokseen, ja alue

(0,001 – 400 g/l) riittää varsin hyvin kohteen sakeuksille. Mittaus toimii alle 5 % mittausepärtarkkuudella väliaineesta riippuen, mikäli kalibrointi on suoritettu onnistuneesti.

### 7.1.3 Siistaamon 3. vaiheen välilajittimen rejekti

Kohteen sakeuden mittaaminen tuli ajankohtaiseksi, koska alettiin selvittää sen kääntämistä takaisin siistaamon prosessiin. Tavoitteena olisi saada kuitu paremmin käyttöön ja vähentää näin kiintoainehäviötä siistaamolla. Kääntämisen onnistuessa on hyvä saada tietoa, minkä verran kiintoainetta kyseisestä jakeesta palaa takaisin kiertoon. Tutkin siistaamon rejektinkeräilyssäiliöön tulevia jakeita näytteitä ottamalla ja Wedge-tietokantaan tallentuneiden virtausmäärien perusteella (taulukko 5, Siistaamon rejektin keräilyssäiliöön tulevat jakeet.) Virtauksen keskiarvot on otettu mahdollisimman paljon normaalia käyntitilannetta kuvaavalta ajanjaksolta ja vähintään 10 päivän ajalta. Virtaus l/s on muunnettu l/vrk muotoon kertolaskulla ( $x*60*60*24$ ), jossa x on virtaus l/s. Kiintoainehäviö kg/vrk on tulos kertolaskusta  $((\text{sakeus}(\%)*\text{l/vrk})/100)$ . 3. vaiheen välilajittimen rejektin osuus on noin puolet koko tähän säiliöön tulevista jakeista. Lisäksi se on sisällöltään takaisin siistaamon prosessiin kelpavaa. Selvitystyö jää tältä osin kesken ja toimeksiantajani jatkaa asian tutkimista työni jälkeen. Perusajatus on kuitenkin tämän jakeen kääntäminen takaisin hyötykäyttöön ja merkittävä kiintoaine säästö vuositasolla. Sakeuslähettimiksi kohteeseen ajateltiin osastolla käyttämättömänä olevaa Kajaani Kc-sakeuslähetintä. Kyseinen laite ei kuitenkaan sovellu kohteeseen väärän toiminta-alueensa takia. Laite on tarkoitettu massoille, jotka ovat sakeudeltaan 1,5 – 8 %.

Taulukko 5, Siistaamon rejektin keräilyssäiliöön tulevat jakeet

Siistaamon rejektin keräilyssäiliöön tulevien jakeiden sakeusnäytteet (%)			
	<u>21.2.</u>	<u>23.2.</u>	<u>Keskiarvo</u>
pp-rejekti	1,64	1,38	<b>1,51</b>
3 vaih. välil.	1,41	1,23	<b>1,32</b>
5 vaih. jälkil.	1,22	0,62	<b>0,92</b>
Pitkän aikavälin virtauskeskiarvot ko. jakeille wedge ohjelman perusteella			
	<u>l/s</u>	<u>l/vrk</u>	
pp-rejekti	XXX	XXX	
3 vaih. välil.	XXX	XXX	
5 vaih. jälkil.	XXX	XXX	
Siistaamon rejektien keräilyssäiliön kiintoaine häviö (t/vrk)			
Laskettu ka-sakeuden ja ka virtauksen perusteella			
	<u>kg/vrk</u>		
pp-rejekti	XXX		
3 vaih. välil.	XXX		
5 vaih. jälkil.	XXX		
<b>yhteensä</b>	<b>XXX</b>		
<b>Kiintoainehäviö / vrk: XXXt</b>			

#### 7.1.4 Pk7:n rejekti

Tämän jakeen kohdalla alkoi myös selvitystyö jakeen kääntämisestä siistaamon prosessiin. Onnistuttaessa kyseessä olisivat melkein saman suuruiset kiintoainesäästöt kuin aiemmin esitellyn kohteen kohdalla. Vielä on epäselvää, mihin kohtaan prosessia nämä jakeet voitaisiin palauttaa. Yhtenä ajatuksena on tämän jakeen yhdistäminen 3. vaiheen välilajittimen rejektin, kanssa jolloin ei tarvittaisi kuin yksi sakeuslähetin. Mikäli jakeet joudutaan kuitenkin palauttamaan erillisinä, niin tämän jakeen kohdalla olisi mielestäni järkevää käyttää samantyyppistä sakeuslähetintä kuin 3. vaiheen välilajittimen rejektissä. Uusissa lähettimissä olisi hyvä olla edes jonkinlaista yhdenmukaisuutta, jotta niiden huoltamiseen tulisi helpommin rutiinia. Näin laitteet huolletaan ja kalibroidaan riittävän usein ja oikein.

## 8 KUSTANNUSARVIO UUSILLE SAKEUSLÄHETTIMILLE

Kustannusarvion tekeminen kovin tarkasti näillä tiedoilla ei ole mahdollista, mutta UPM-Kymmenen automaatio suunnittelun kanssa yhteistyössä teimme karkean arvion. Kustannusarvio pohjautuu automaatiokunnossapidon laatimaan laskentapohjaan, jonka perusteella he arvioivat kustannuksia juuri tällaisissa tapauksissa. Pohja sisältää valitettavasti luottamuksellisia tietoja, joita ei voi työssäni esittää. Hinnat perustuvat UPM-Kymmenen vastaavissa projekteissa toteutuneisiin kustannuksiin sekä arvioituihin hintoihin. Arvio huomioi tilanteen, jossa asennetaan kokonaan uudet sakeuslähettimet kaikkiin neljään kohteeseen. Sakeuslähettimien hinnat on hieman yläkanttiin arvioitu, mutta silloin jää liikkumavaraa sopivan laitteen valintaan. Varsinainen päätöksenteko investoinnista ja laitetyypeistä jää työni ulkopuolelle. Suurin epävarmuustekijä kustannusarviossa on luonnollisesti näiden kahden käännettävän jakeen osuus, koska vielä ei ole lainkaan varma onnistuuko se. Mikäli uusia kohteita tuleekin vähemmän, kuin tässä arviossa on huomioitu, niin arvio on tehtävä kokonaan uudestaan. Tämä johtuu oheiskustannusten muutoksesta. Suunnittelutoimiston ottama korvaus kahden uuden mittauksen suunnittelusta voi olla melko lähellä neljän uuden kohteen hintaa. Toki laitekustannukset vähenevät aivan suoraan, jos jokin näistä kohteista jätetään kokonaan pois.

### 8.1 Kokonaiskustannukset

Kokonaiskustannus automaation osalta on n. 45 000 € ja se sisältää kaiken automaatioon liittyvän työn ja materiaalit. Erikseen huomioidaan vielä mekaaninen asennustyö ja materiaalit, mikä tulee tämän hinnan lisäksi. Mekaaniseen asennukseen kuuluvat putkistomuutokset ja yhteydet, joita tarvitaan näytteenottimille.

Automaation kustannusarviossa ovat mukana näytteenottimet, jotka tarvitaan kaikille sakeuslähettimille kalibrointia varten. Kenttälaitteiden osuus tässä kustannusarviossa on suurin, ja siihen liittyy myös suurin epävarmuus.

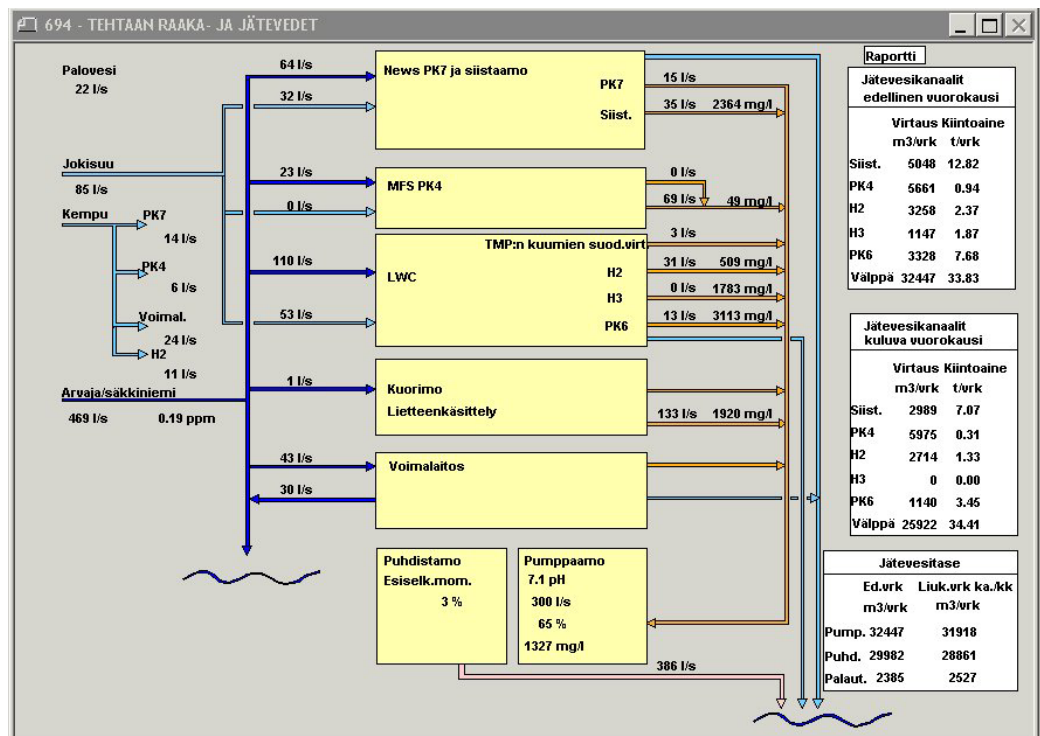
Olettamuksena tässä arviossa oli, että asennetaan kaksi pyörivää sakeuslähetintä tai kaksi vastaavan hintaista sakeuslähetintä siistaamon alueelle, yksi lapatyypinen lähetin pk6-alueelle ja yksi optinen kiintoainepitoisuusmittaus lietteenkäsittelyyn.

## 8.2 Muutokset alkuperäiseen kustannusarvioon

Käytännössä kävi kuitenkin ilmi, että siistaamolla oleva ylimääräinen sakeuslähetin ei ole sopiva, ja päädyttiin ajatukseen ehdottaa sinnekin optisia kiintoainemittauksia. Kaikissa kohteissa on hyvä tilanne mittauksien liitettävyyden osalta automaatiojärjestelmään. Alcontin korteilla on tilaa kaikilla osastoilla, joille uusia mittauksia on suunniteltu. Sama tilanne on myös kenttäkaappien ja runkokaapeleiden suhteen. Niiden osalta kustannukset jäävät siis pois. Mekaanisen työn osuudeksi jäävät putkistomuutokset ja näytteenottimien vaatimat putkitukset materiaaleineen ja töineen. Tämä osuus pysyy lähes muuttumattomana sakeuslähettimestä riippumatta. Yhteensä tämä kokonaisuus tulee huomattavasti alkuperäistä arviota edullisemmaksi.

## 9 AUTOMAATIOJÄRJESTELMÄN SIVUN 694 MUUTOKSET

Automaatiojärjestelmän keräämä tieto jätevesikanaalien virtausmääristä ja kiintoainepitoisuuksista raportoidaan sivulle 694 (kuva 5.) Tämän sivun osalta rejektien määrät perustuvat tasepohjaiseen laskentaan, eli kiintoainepitoisuudelle määritetty vakioarvot (liite 5, jätevesikanaalin raportointisivun laskenta), joiden mukaan luvut muodostuvat. Näissä tapauksissa ilmoitetut rejektimäärät ovat siis ainoastaan virtausmittauksiin sidoksissa, yhdessäkään kohteessa ei ole sakeus- tai kiintoainemittausta.



Kuva 5. Automaatiojärjestelmän sivu 649

Työni ohella tuli ilmi, että raportointisivulla lasketaan mukaan rejekteihin sellaisia jakeita, jotka eivät todellisuudessa sinne kuulu. Poistettavia jakeita ovat pk4:n rejektilaskennassa kirkassuodos siistaamolle sekä pk7:n rejektilaskennassa kirkassuodos siistaamolle ja kurakaukalovesi. Tämän seurauksena kyseisten osastojen luvut pienenevät huomattavasti, koska näissä mittauspisteissä on suuret virtaukset. Todellisuudessa nämä poistetut virtaukset palaavat takaisin prosessiin eikä niitä tarvitse laskea häviöiksi.

## 10 KEHITYSEHDOTUKSIA JÄTEVESIKANALIN MITTAUKSIIN

Kanaalinmittaukset ovat oikein huollettuna kunnossa, ja niillä päästään kohtuulliseen mittausvarmuuteen. Kehitettävää kuitenkin on niin virtausmittauksissa kuin kiintoainemittauksissa. Virtausmittauksien ongelma on niihin muodostuva lietepatja, joka haittaa mittausta. Sen poistamiseen ei ole muita hyviä keinoja kuin säännöllinen puhdistaminen, mikäli mittausta paikkoja ei muuteta. Paikkojen muuttaminenkaan ei välttämättä poista ongelmaa, mutta nopeammin virtaavassa kanaalin kohdassa kiintoaine kulkeutuisi helpommin virtauksen mukana pois.

Parempi ratkaisu voisi olla uusien mittausten hankkiminen, joka tosin on melko kallis investointi. On olemassa avokanavaan tarkoitettuja virtausmittauksia, jotka mittaavat pinnan korkeuden lisäksi virtausnopeutta. Tällaisen mittauksen kanaalin pohjaan asennettava virtausnopeuden mittausta on hieman koholla pohjasta, jolloin se ei heti peittyisi lietepatjan alle. Tällainen mittari löytyy ainakin Oy Autrol Ab:n tuotevalikoimasta, nimeltään ChannelMag. Kanaalin pohjassa olevan anturin kummallakin puolella on loivat nousu- ja laskuluiskat, jotka varmasti parantavat virtaavan veden puhtaanapitoaikutusta.

Kiintoainemittauksien kohdalla selkeästi parempaa uutta mittaustapaa ei löytynyt. Vanhojen antureiden kalibrointi olisi silti paikallaan, koska saamani tulokset näytteitä ottamalla osoittivat virheen olemassaoloa. Ensiksi kannattaisi ottaa kanaalista näyte, joka sekoitetaan kunnolla, että siitä tulee homogeeninen. Mittaus täytyy irrottaa paikaltaan ja anturi upottaa näytteeseen. Samalla sekoitetaan koko ajan näytettä ja annetaan mittarin rauhoittua näyttämään selkeää arvoa. Tällä tavoin saatu mittaustulos on huomattavasti luotettavampi kuin kanaalissa paikoillaan olevan mittauksen ja virtaavasta vedestä otetun näytteen. Merkitään muistiin, mikä näyte on kyseessä ja mittarin antama tulos.

Näyte viedään arvioitavaksi laboratorioon, jolloin saadaan luotettava vertailuarvo mittarin osoittamalle tulokselle. Sama näytteenottoprosessi tulisi toistaa muutamia kertoja ennen kalibrointia, jotta voidaan varmistua tavan luotettavuudesta. Näytteenottotavan tultua varmistetuksi voidaan suorittaa kalibrointi, joka kannattaa tehdä uusilla näytteillä. Kiintoainemittariin voidaan syöttää useampi kalibrointipiste tarpeen mukaan. Yksipistekalibrointi ei kuitenkaan ole suositeltava tapa, vaan kannattaa ottaa useampi mittausta ja laboratoriotulos.

## **11 KEHITYSEHDOTUKSIA REJEKTIN KERÄILYYN LIITTYVIIN MITTAUKSIIN**

Virtausmittaukset vaikuttavat olevan kunnossa, mutta toisaalta niiden näyttämän oikeellisuuden arviointi on hankalaa. Virtausmittauksia on riittävän paljon, ja näillä näkymin lisäämistarvetta jakeisiin ei ole. Vaahdotusrejektin mittaustarkkuus epäilytti, mutta kohde on hankala jakeessa olevan runsaan ilman vuoksi. Kokeilemisen arvoinen mittari olisi ainakin Sonartrac, joka on tehtaalla käytössä rantapumppaamolla. Kohteen selvittäminen oli merkittävä työni tavoitteisiin, mutta selvitystyölle ei jäänyt riittävästi aikaa.

Sakeuslähettimiä päätettiin ehdottaa neljään uuteen kohteeseen. Näiden kohteiden lisäksi voitaisiin ajatella uusia lähettimiä jatkossa osastojen rejektisäiliöiden tulojakeisiin. Hyvään mittaustulokseen pienissäkin virtauksissa päästään ainakin mikroaaltotekniikkaan perustuvilla sakeuslähettimillä. Mikäli investointi uusiin mittauksiin tuntuu turhan suurelta sijoitukselta, yhtenä konstina on näytteiden avulla tapahtuva kartoitus jakeista. Osastokohtaisesti voisi toteuttaa normaalissa käyntitilanteessa systemaattista näytteenottoa kaikista säiliöön tulevista jakeista. Näytteiden sakeuden perusteella ja olemassa olevien virtausmittauksien trendejä seuraamalla voisi lokeroida eri jakeiden suuruuksia.

Näytteenottoon perustuva määrittäminen on työläs toteuttaa, mutta sen avulla on mahdollista saada arvokasta tietoa kiintoainevirroista ilman suuria investointeja. Tällä menetelmällä saatiin selville siistaamon rejektin keräilyssäiliöön tulevat kiintoainemäärät, ja tämä johti selvitystyöhön jakeiden kääntämiseksi takaisin prosessiin.

## LÄHDELUETTELO

### Painetut lähteet

1. Aumala, Olli, Mittaustekniikan perusteet, Otatieto, Helsinki 1996
2. Cerlic BB2 keskusyksikkö, manuaali, Cerlic Controls AB
3. Cerlic ITX 20 kiintoaineanturi, manuaali, Cerlic Controls AB
4. Dravant, Kirsti, Massan sakeuden määrittäminen punnitsemalla, UPM-Kymmene Oyj, Kaipola 2005
5. Dravant, Kirsti, Hg63 kosteusanalysointilaitteen käyttöohje kiintoaineen määrittämisessä, UPM-Kymmene Oyj, Kaipola 2006
6. Krohne, Elektromagnetic flowmeters, Installation instruction IFS 4000, Krohne 1997
7. OCM 2 ohjelmitava avokanavirtausmittari, asennus-, käyttö- ja huolto-ohjeet, Milltronics 1991
8. Pinnankorkeuden mittari, Drexelbrook 408-6200, asennusohje, Findeco Oy
9. Sonantrac, virtausmittauksen toimintaperiaate, Cidra 2004

### Sähköiset lähteet

10. <http://w3.upm-kymmene.com/tuotantolaitokset> [luettu 29.01.07]
11. UPM group presentation / UPM intranet
12. <http://www.sintrol.com/files/sintrol/productfiled/602file1Upload.pdf> [luettu 20.02.2007]
13. <http://www.sintrol.com/PublishedService?file=page&pageID=9&itencode=KSLH1> [luettu 20.02.2007]

### Painamattomat lähteet

14. Huhtala, Mika, automaatioasentaja. Haastattelu 9.2.2007. UPM-Kymmene Oyj, Kaipola.
15. Nuutinen, Lauri, automaatioasentaja. Haastattelu 6.3.2007. UPM-Kymmene Oyj, Kaipola.

## **LIITTEET**

1. Massan sakeuden määrittäminen punnitsemalla
2. Hg63 kosteusanalysointilaitteen käyttöohje kiintoaineen määrittämisessä
3. Taulukko, rejektien virtaukset, sakeudet ja sakeuslähettimet
4. Rejektien sisällöt ja mittaukset
5. Jätevesikanalan raportointisivun laskenta

## Massan sakeuden määrittäminen punnitsemalla

24.11.2005

### 1. Tarkoitus ja soveltamisalue

Tämä ohje on tarkoitettu massasulpun sakeuden määrittämiseen.

### 2. Periaate ja määritelmät

Massasulpun sakeus on suodattamalla massasulpusta erotetun ja kuivatun materiaalin painon suhde suodattamattoman näytteen painoon.

### 3. Laitteet ja työvälineet

- Vaaka, jonka kapasiteetti on vähintään 10.000 g ja luettavuus 0,1 g
- Vaaka, jonka luettavuus on 0,01 g
- Lämpökaappi, 105 °C ± 3°C
- Pikakuivain
- Büchner-suppilo, Ø 110 mm
- Suodatinpapereita, MN 651 tai vastaavia
- Mitta-astia tai -kannu
- Muovisanko
- Sekoitin
- Kauhoja

### 4. Reagenssit ja kemikaalit

-

### 5. Näytteen valmistus ja säilytys

1) Suodatinpaperien esikäsittely: Pane suodatinpapereita lämpökaappiin ja anna kuivua vähintään viisi tuntia. Ota kuivattuja suodatinpapereita pieni nippu ja aseta ne pikakuivaajalle ja punnitse ne yksitellen 0,01 g:n tarkkuudella ja merkitse paino suodatinpaperiin.

### 6. Määrittäminen

- 1) Alkuperäisen näytteen määrä 500 - 800 g.
- 2) Aseta laimennussanko vaa'alle ja taaraa.
- 3) Kaada näyte laimennussankoon ja merkitse näytteen paino ylös.
- 4) Laimenna näyte noin 20°C:lla vedellä siten, että sankossa oleva sakeus on noin 0,5%. Merkitse paino ylös.  
HUOM: Huomioi vaa'an punnituskapasiteetti laimentaessasi näytettä.
- 5) Sekoita massasulppua mahdollisimman hyvin ja ota näyte koko ajan sekoittaen taarattuun puolen litran astiaan. Pyyhi astian ulkopinta kuivaksi ja punnitse se ja merkitse paino ylös. Tee laimennuksesta kaksi sakeutta.
- 6) Kostuta suodatinpaperi ja aseta se suppiloon merkitty puoli alaspäin ja aukaise vesi-imu, kaada näyte suppiloon, huuhtele näyteastia. Suodatuksen loppuvaiheessa suihkuta suppilon reunoille jäänyt kuitumassa mukaan.
- 7) Kun vesi on suodautunut, ota suodatinpaperi kuitukakun kanssa pois ja kuivaa se kuivauskartonkien välissä pikakuivaajassa/lämpölevyllä.

8) Punnitse kuitukakku suoraan kuivaajalta ja toista kuivaus ja punnitus, kunnes kaksi peräkkäistä punnitusta ei eroa toisistaan enempää kuin 0,01 g ja merkitse paino ylös.

### 7. Tuloksen laskeminen ja ilmoittaminen

Ilmoita sakeus-% keskiarvona kahden desimaalin tarkkuudella.

$$X = [ a/b * c/d ] * 100$$

a = massan kokonaismäärä, g (alkuperäisen näytteen määrä + lisätyn veden määrä)

b = alkuperäisen näytteen määrä, g

c = suodatetun kuitukakun paino, g (kakun paino - suodatinpaperin paino)

d = suodatetun sulpun määrä, g

X = sakeus %

### 8. Virhelähteet ja epävarmuus

- Massakakua ei ole kuivattu kunnolla.
- Näytteenotto

### 9. Turvallisuus ja ympäristönsuojelu

*Käsittele varoen kuumia massanäytteitä.  
Varo laitteiden kuumia pintoja.*

### 10. Viitteet

ISO 4119:1995 standardi

Pulps - Determination on stock concentration

Laatija:	Kirsti Dravant/JOK/UPM
Hyväksyjä:	Tiina Soltin
Versio/Voimassa:	7 / 24.11.2005 -
Selvitys versiomuutoksesta:	Ei sisältö muutoksia
Asiakirjatyyppe:	02.Työohje
Koodi:	
Korvaa asiakirjan:	
Sis.luettelo:	Tekninen ryhmä\Laboratorio\Massat ja prosessivedet

---

### Asiakirjalinkit

### Lisätiedot

---

## **HG63 kosteusanalysaattorin käyttöohje kiintoaineen määrityksessä**

24.08.2006

### **1. Tarkoitus ja soveltamisalue**

Tämä ohje soveltuu laimeiden massanäytteiden, jätevesien ja vesien kiintoainemäärityksiin.

### **2. Periaate ja määritelmät**

Mittaus perustuu termogravimetrisen analyysiin. Kosteusanalysaattori punnitsee näytteen, kuumentaa sen nopeasti kiinteällä halogeenimoduulilla ja haihduttaa kosteuden. Laite punnitsee näytettä koko kuivauksen ajan. Kuivaaminen loppuu, kun näytteen paino ei enää pienene.

Kaikki mittausparametrit (kuivumislämpötila, -aika ja ym.) voidaan valita erikseen. Tulosten näyttö voidaan valita esimerkiksi prosentteina tai grammoina. Määrityksen alaraja on 2 mg/l.

### **3. Laitteisto ja muut tarvikkeet**

- HG63 kosteusanalysaattori (kuivain)
- laitteen vaakaan sopivia alumiinivuokia
- suodatinpapereita (Whatman nro 3)
- näytteen käsittelyyn ja suodatukseen tarvittavat välineet

### **4. Valitut asetukset**

- Kuivauslämpötila on 140 °C.
- Kuivauksen lopetus on automaattinen (lopettaa kuivauksen kun näytteen paino ei enää pienene)
- Kuivausohjelma on normaali
- Näyttö, näytteenpaino grammoina
- Tulostin ei ole käytössä

### **5. Näytemäärät**

Näytteen määrän pitäisi olla niin pieni kuin mahdollista ja niin suuri kuin välttämätöntä.

Suositus:

- Kiintoaine < 100 mg/l → näytemäärä 400 ml
- Kiintoaine 100 - 1000 mg/l → näytemäärä 200 ml
- Kiintoaine > 1000 mg/l → näytemäärä 100 ml tai laimennus

### **6. Laitteen käyttö mittauksissa**

6.1. Käynnistä laite. Ennen mittauksien aloittamista on syytä tarkastaa että laitteen asetukset ovat oikein ja että vesivaaka on kohdallaan.

6.2. Näytekammio avataan kaksisuuntaisen nuolen painikkeesta. On tärkeää että vaa'alle asetettu alumiinivuoka on puhdas ja kunnolla paikoillaan.

6.3. Työ aloitetaan suodatinpaperin kuivauksella. Laite taarataan ja suodatinpaperi asetetaan alumiinikuppiin. Aloita kuivaus start-painikkeella. Painikkeet on kuvattu laitteen lyhyessä käyttöohjeessa.

6.4. Laite lopettaa kuivauksen automaattisesti ja avaa näytekammion. Paina välittömästi tämän jälkeen taaraus. Nyt laite on taarattu kuivatulla suodatinpaperilla ja näyte voidaan suodattaa paperille.

6.5. Aseta suodatettu näyte alumiinivuokaan ja aloita kuivaus. Näytteen kiintoaineen määrä (g) on luettavissa laitteen näytöllä kuivauksen loputtua.

6.6. Poista näyte laitteesta. Aloita uusi mittaus.

## 7. Tuloksen laskeminen ja ilmoittaminen

Laske näytteen kiintoaine ottaen huomioon suodatettu näytemäärä. Ilmoita tulos kahden mittauksen keskiarvona kokonaislukuna mg/l

## 8. Virhelähteet ja epävarmuus

- näytteen suotautuvuudessa ongelmia

-

-

## 9. Turvallisuus ja ympäristönsuojelu

- Älä koskaan avaa kuivaajan kantta kun kuivaus on käynnissä. Laitteessa oleva suojalasi saavuttaa kuumeta jopa 400 °C lämpötilan.

- Ole varovainen kuumien pintojen kanssa

## 10. Viitteet

- Käsikirja

METTLER TOLEDO / Operating instructions / HG63 and HG63-P Moisture Analyzers

Laatija: Kirsti Dravant/JOK/UPM

Hyväksyjä: Kirsti Dravant

Versio/Voimassa: 4 / 24.08.2006 -

Selvitys versiomuutoksesta: **Laatija**

Asiakirjatyyppi: 02.Työohje

Koodi:

Korvaa asiakirjan:

Sis.luettelo: Tekninen ryhmä\Laboratorio\Massat ja prosessivedet Kaipola

---

## Asiakirjalinkit

## Lisätiedot

---



**Siistaamon vaahdotusrejektisäiliö**

	Virtaavan aineen ominaisuudet					Vaihtelevuus		
	Positio	Oikein asennettu	Sakeus (%)	Virtaus KA (l/s)	Virtaus KA (m/s)	Putken halkaisija	sakeus	virtaus
Tulevissa jakeissa olevat mittaukset								
Ei sakeuslähettä								
Lähtevä virtaus								
Ei sakeuslähettä				49,11			35-65l/s	
<b>Pk7 rejektisäiliö</b>								
Tulevissa jakeissa olevat mittaukset								
Ei sakeuslähettä								
Lähtevä virtaus								
<b>Ei toimintakuntoista sakeuslähetintä</b>	11 QI-7182 Optinen	Kyllä	ei tietoa	4,66	0,7	dn100		4,5-4,8
<b>News rejektisäiliö</b>								
Tulevissa jakeissa olevat mittaukset								
Siist. ja pk7rej. rejektien pumppausäil.	14 QI-1627	Kyllä		<b>4,858</b> <b>Epäilyttävä</b>	0,7	dn100	<b>Jaksottainen</b> <b>n.32l/s pumpattaessa</b>	
Lähtevä virtaus								
Ei sakeuslähettä			1,24	24,18				

**Rejektien keräilyssäiliöihin tulevien jakeiden virtausmittaukset**

<b>Pk6, TMP2 ja TMP3 445403</b>	Mittaustapa	Mittauksen valmistaja / tyyppi	Vahvistin / tyyppi	Sisältö
Hakkeenpesun rejekti säiliö Hakkeenpesun rejekti säiliö Tärysihti 6-portaan rejekti	ei mittausta ei mittausta ei mittausta Magn. määrämittaus	Krohne / M95080	Krohne / SC 100 A	purua/tikkuja purua/tikkuja pitkää kuitua Kuitua
<b>Pastapitoisten vesien varastosäiliö 345481</b>	Mittaustapa	Mittauksen valmistaja / tyyppi	Vahvistin / tyyppi	Sisältö
Pastapitoisten vesien lattiakaivo Pastapitoisten vesien asemakaivo	ei mittausta ei mittausta			pastaa talkkia, lateksia
<b>Pk4 rejektisäiliö 295412</b>	Mittaustapa	Mittauksen valmistaja / tyyppi	Vahvistin / tyyppi	Sisältö
Tärysihtin rejekti 6-portaan rejekti	ei mittausta ei mittausta			pitkää kuitua kuitua
<b>Siistaamo rejektin keräilyssäiliö 145405</b>	Mittaustapa	Mittauksen valmistaja / tyyppi	Vahvistin / tyyppi	Sisältö
Pyörrepuhdistimen kuidun talteenotto 3. vaiheen välilajitin 5. vaiheen jälkilajitin	Magn. määrämittaus Magn. määrämittaus Magn. määrämittaus	Krohne / Optiflux 4000 DN25 PN40 Krohne / Optiflux 4000 DN80 PN40 Krohne / IFS4000 DN40 PN40	Krohne / IFC 300 Krohne / IFC 300 Krohne / SC 100AS	kuitua / mustetta kuitua kuitua / mustetta
<b>Siistaamo vaahdotusrejektisäiliö 145408</b>	Mittaustapa	Mittauksen valmistaja / tyyppi	Vahvistin / tyyppi	Sisältö
Vaahdotuskennot 7 Vaahtosykloonat 1 ja 2 Jälkivaahdotuskenno 5	ei mittausta ei mittausta ei mittausta			täyteaineita täyteaineita täyteaineita
<b>Pk7 rejektisäiliö 115420</b>	Mittaustapa	Mittauksen valmistaja / tyyppi	Vahvistin / tyyppi	Sisältö
6-portaan rejekti Hylkysihti 2:n rejekti	ei mittausta Magn. määrämittaus	Krohne / IFS 4000 + LRDN DN40	Krohne / IFC 110 F/D	kuitua kuitua
<b>News rejektien pumppaussäiliö 145465</b>	Mittaustapa	Mittauksen valmistaja / tyyppi	Vahvistin / tyyppi	Sisältö
Siistaamon ja pk7 rejekti	Magn. määrämittaus	Krohne / M950 DN80	Krohne / SC 100A	lajiteltu rejekti

**Rejektien keräilyssäiliöihin tulevien jakeiden sakeuslähettimet**

<b>PK6, TMP2 ja TMP3 445403</b>	Mittaustapa	Mittauksen valmistaja / tyyppi	Vahvistin / tyyppi	Sakeus
Hakkeenpesun rejekti säiliö Hakkeenpesun rejekti säiliö Tärysihti 6-portaan rejekti	ei mittausta ei mittausta ei mittausta ei mittausta	Laboratorio määrittys		0,7-2,0
<b>Pastapitoisten vesien varastosäiliö 345481</b>	Mittaustapa	Mittauksen valmistaja / tyyppi	Vahvistin / tyyppi	Sakeus
Pastapitoisten vesien lattiakaivo Pastapitoisten vesien asemakaivo	ei mittausta ei mittausta			
<b>PK4 rejektisäiliö 295412</b>	Mittaustapa	Mittauksen valmistaja / tyyppi	Vahvistin / tyyppi	Sakeus
Tärysihtin rejekti 6-portaan rejekti	ei mittausta ei mittausta			
<b>Siistaamo rejektin keräilyssäiliö 145405</b>	Mittaustapa	Mittauksen valmistaja / tyyppi	Vahvistin / tyyppi	Sakeus
Pyörrepuhdistimen kuidun talteenotto 3. vaiheen välilajitin 5. vaiheen jälkilajitin	ei mittausta ei mittausta ei mittausta			
<b>Siistaamo vaahdotusrejektisäiliö 145408</b>	Mittaustapa	Mittauksen valmistaja / tyyppi	Vahvistin / tyyppi	Sakeus
Vaahdotuskennot 7 Vaahtosykloonat 1 ja 2 Jälkivaahdotuskenno 5	ei mittausta ei mittausta ei mittausta			
<b>PK7 rejektisäiliö 115420</b>	Mittaustapa	Mittauksen valmistaja / tyyppi	Vahvistin / tyyppi	Sakeus
6-portaan rejekti Hylkysihti 2:n rejekti	ei mittausta ei mittausta			
<b>News rejektien pumppaussäiliö 145465</b>	Mittaustapa	Mittauksen valmistaja / tyyppi	Vahvistin / tyyppi	Sakeus
Siistaamon ja pk7 rejekti	Veitsityyppinen	Valmet / PULP-EL LL 2W 2P	Valmet / EL-TUNE C	

**Rejektien keräilyssäiliöistä lähtevien jakeiden virtausmittaukset**

<b>PK6, TMP2 ja TMP3 445403</b>	Mittaustapa	Mittauksen valmistaja / tyyppi	Vahvistin / tyyppi	Wedge 6.0 KA virtaus (l/s)
	Magn. määrämittaus	Krohne / X1000 DN100	Krohne / F200/F	
<b>Pastapitoisten vesien varastosäiliö 345481</b>	Mittaustapa	Mittauksen valmistaja / tyyppi	Vahvistin / tyyppi	virtaus (l/s)
	Magn. määrämittaus	Krohne / M950/PTFE DN80 PN40	Krohne / F200/F	3,0
<b>Pk4 rejektisäiliö 295412</b>	Mittaustapa	Mittauksen valmistaja / tyyppi	Vahvistin / tyyppi	virtaus (l/s)
	Magn. määrämittaus	Krohne / M250 DN200	Krohne / F200/F	5,0
<b>Siistaamo rejektin keräilyssäiliö 145405</b>	Mittaustapa	Mittauksen valmistaja / tyyppi	Vahvistin / tyyppi	virtaus (l/s)
	ei mitausta			
<b>Siistaamo vaahdotusrejektisäiliö 145408</b>	Mittaustapa	Mittauksen valmistaja / tyyppi	Vahvistin / tyyppi	virtaus (l/s)
	Magn. määrämittaus	Krohne / IFS4000 F DN200 PN10	Krohne / IFC 110 F/D	49,1
<b>Pk7 rejektisäiliö 115420</b>	Mittaustapa	Mittauksen valmistaja / tyyppi	Vahvistin / tyyppi	virtaus (l/s)
	Magn. määrämittaus	Krohne / IFS4000 F DN80 PN16	Krohne / SC 100 AS	4,7
<b>News rejektien pumppaussäiliö 145465</b>	Mittaustapa	Mittauksen valmistaja / tyyppi	Vahvistin / tyyppi	virtaus (l/s)
	Magn. määrämittaus	Krohne / M950 DN80	Krohne / SC 100A	Ei luotettavaa keskiarvo tietoa

**Rejektien keräilyssäiliöistä lähtevien jakeiden sakeuslähettimet**

<b>PK6, TMP2 ja TMP3 445403</b>	Mittaustapa	Mittauksen valmistaja / tyyppi	Vahvistin / tyyppi	Sakeus (%)
	veitsityyppinen	Valmet / PULP-EL LL 2W 2P	Valmet / EL-TUNE C	<b>0,71</b>
<b>Pastapitoisten vesien varastosäiliö 345481</b>	Mittaustapa	Mittauksen valmistaja / tyyppi	Vahvistin / tyyppi	Sakeus (%)
	tiheysmittari	BTG / DT9100		
<b>PK4 rejektisäiliö 295412</b>	Mittaustapa	Mittauksen valmistaja / tyyppi	Vahvistin / tyyppi	Sakeus (%)
	veitsityyppinen	Valmet PULP-EL LL	Valmet EL-TUNE	<b>1,22</b>
<b>Siistaamo rejektin keräilyssäiliö 145405</b>	Mittaustapa	Mittauksen valmistaja / tyyppi	Vahvistin / tyyppi	Sakeus (%)
	ei mittausta			
<b>Siistaamo vaahdotusrejektisäiliö 145408</b>	Mittaustapa	Mittauksen valmistaja / tyyppi	Vahvistin / tyyppi	Sakeus (%)
	ei mittausta			<b>2,47</b>
<b>PK7 rejektisäiliö 115420</b>	Mittaustapa	Mittauksen valmistaja / tyyppi	Vahvistin / tyyppi	Sakeus (%)
	<b>Päivitä</b>	<b>Päivitä</b>	<b>Päivitä</b>	
<b>News rejektien pumppaussäiliö 145465</b>	Mittaustapa	Mittauksen valmistaja / tyyppi	Vahvistin / tyyppi	Sakeus (%)
	ei mittausta			<b>1,24</b>

Rejektien keräilyssäiliöistä lähtevien virtauksien sakeudet (lihavoidulla) on ovat keskiarvoja  
Ne on määritetty lietteenkäsittelyn tekemän seurantajakson 5.6-19.9.06 perusteella

**INSINÖÖRITOIMISTO**  
**PISAKO OY**

Säterinte 16, 42100 JÄMSÄ  
puh. (014) 748 4400 fax. (014) 716 336

SELOSTUS

19.12.2005

**Edellinen vuorokausi = edellisen vuorokauden summa.**

Edellinen kuukausi = edellisen kuukauden summa.

Liukuva vrk keskiarvo/kuukausi = 30 päivän vuorokausi keskiarvo.

Liukuva vrk keskiarvo/vuosi = 360 päivän vuorokausi keskiarvo.

**JÄTEVESIKANAALI RAPORTIN OSASTOJEN KIINTOAINE- JA  
VIRTAUSMITTAUKSET JA LASKENNAT**

**Siistaamo**

14FI1969

Jäteveden virtaus siistaamo

14QI15150

Kiintoainepitoisuus siistaamo

$t/vrk = (QI15150 * FI1969) / 1000/1000/1000 +$  edellinen arvo.

Kaavan tulos summataan 1 sekunnin välein ja päivitetään näytölle  
klo 6.00.

**PK7**

FI7099

Jäteveden virtaus PK7

Kiintoainevakio 200 mg/l

$t/vrk = (200 * FI7099) / 1000/1000/1000 +$  edellinen arvo.

Kaavan tulos summataan 1 sekunnin välein ja päivitetään näytölle  
klo 6.00.

**H2**

46FI3098

Jäteveden virtaus H2

46QI9316

Kiintoainepitoisuus H2

$t/vrk = (46QI9316 * 46FI3098) / 1000/1000/1000 +$  edellinen  
arvo.

Kaavan tulos summataan 1 sekunnin välein ja päivitetään näytölle  
klo 6.00.

**H3**

44FI2090

Jäteveden virtaus H3

44QI93151

Kiintoaine H3

$t/vrk = (44QI93151 * 44FI2090) / 1000/1000/1000 +$  edellinen  
arvo.

Kaavan tulos summataan 1 sekunnin välein ja päivitetään näytölle  
klo 6.00.

## PK4

58FI58901

Jäteveden virtaus PK4/LWC

$PK4:n\ osuus = 58FI58901 - (36FI6671\ PK6\ kanaali(PK6:n\ osuus) + 46FI3098\ H2\ kanaali + 44FI2090\ H3\ kanaali)$

58QI58900

Jätevesikanaali kiintoainepitoisuus PK4/LWC

$PK4:n\ osuus = (58QI58900 * 58FI58901\ Jäteveden\ virtaus\ PK4/LWC) - ((44QI-93152\ kiintoainepitoisuus\ PK6/H2 * 36FI6671\ PK6\ kanaali(PK6:n\ osuus) + 46FI3098\ H2\ kanaali) + (44QI93151\ kiintoaine\ H3 * 44FI2090\ H3\ kanaali)) / 58FI58901.$

$t/vrk = (58QI58900(PK4:n\ osuus) * 58FI58901(PK4:n\ osuus)) / 1000/1000/1000 + edellinen\ arvo.$

Kaavan tulos summataan 1 sekunnin välein ja päivitetään näytölle klo 6.00.

## PK6

36FI6671

Jäteveden virtaus PK6/H2

$PK6:n\ osuus = 36FI6671 - 46FI3098\ H2\ kanaali$

44QI93152

Kiintoainepitoisuus PK6/H2

$PK6:n\ osuus = (44QI93152 * (36FI6671\ PK6\ kanaali(PK6:n\ osuus) + 46FI3098\ H2\ kanaali) - (46FI3098\ H2\ kanaali * 46QI9316\ kiintoainepitoisuus\ H2)) / 36FI6671.$

$t/vrk = (44QI93152(PK6:n\ osuus) * 36FI6671(PK6:n\ osuus)) / 1000/1000/1000 + edellinen\ arvo.$

kaavan tulos summataan 1 sekunnin välein ja päivitetään näytölle klo 6.00.

## VÄLPPÄ

58FI58848

Jätevesi pumppaamolta

58QI58833

Kiintoainepitoisuus välppä

$t/vrk = (58QI58838 * 58FI5883) / 1000/1000/1000 + edellinen\ arvo.$

Kaavan tulos summataan 1 sekunnin välein ja päivitetään näytölle klo 6.00.

## JÄTEVESIKANAAALI RAPORTIN OSASTOJEN REJEKTI MITTAUKSET JA LASKENNAT

### H2/H3

65FI145

TMP:n kuumien suodosten virtaus

Kiintoainevakio 73 mg/l

44FI2022

Rejektin virtaus jätekyypin PT2

Kiintoainevakio 5950 mg/l

34FI-4792

Pastapitoisen veden määrä

34DI-4825

Kiintoainevakio 5025 mg/l (KAP 0.5, tiheys 1.005)

$$t/vrk = ((73 \text{ mg/l} * 65FI145) + (5950 \text{ mg/l} * FI2022) - (5025 * 34FI-4792)) / 1000/1000/1000.$$

### PK7

QI7182

PK7 rejektin sakeus

FI1935

Kirkassuodos siistaamolle

Kiintoainevakio 100 mg/l

FIC7352

Kurakaukalovesi

Kiintoainevakio 2000 mg/l

$$t/vrk = ((QI7182 * 10000 * FI7150) + (100 * FI1935) + (2000 * FIC7352)) / 1000/1000/1000.$$

### PK4

24FI50392

Kirkassuodos siistaamolle

Kiintoainevakio 100 mg/l

24FI50295

PK4 Rejektin virtaus

Kiintoainevakio 12000 mg/l

$$t/vrk = (100 * 24FI50392) + (12000 * 24FI50295) / 1000/1000/1000.$$

### PK6

34FI-4792

Pastapitoisen veden määrä

Kiintoainevakio 5025 mg/l (KAP 0.5, tiheys 1.005)

FI6328

PP6 portaan rejekti

Kiintoainevakio 14000 mg/l (KAP 1.4, tiheys 1.000)

$$t/vrk = (5025 * 34FI4792) + (14000 * FI6328) / 1000/1000/1000.$$

## Siistaamo

FI58638	Vaahdotusrejeki lietteen käsittelyyn Kiintoainevakio 24000mg/l
FI58601	NEWS rejeki lietteen käsittelyyn Kiintoainevakio 23000mg/l
FI7150	Rejeki siistaamolle
QI7182	PK7 rejektin sakeus

$$t/vrk = ((24000 * FI58638) + (23000 * FI58601) - (QI7182 * 10000 * FI7150)) / 1000/1000/1000.$$