



Jätevesien käsittely elintarvikelaitoksessa

Case: Fazer Makeiset Oy

Tuomas Suominen

EXAMENSARBETE

Arcada

Utbildningsprogram: Energi- och miljöteknik

Identifikationsnummer: 6501

Författare: Tuomas Suominen

Arbetets namn: Jätevesien käsittely elintarvikelaitoksessa
Case: Fazer Makeiset Oy

Handledare (Pöyry): Ida Erämaa, Maria Valtari

Handledare (Arcada): Jari Pyykkönen

Uppdragsgivare: Pöyry Finland Oy

Sammandrag:

Avloppsvattenbehandling i livsmedelindustrin är en väldigt krävande process på grund av stora ändringar i både avloppets mängd samt kvalitet. Vatten används till många olika ändamål i livsmedelindustrin, till exempel för matlagning, transporter, kylning samt tvättande. Mängden på avloppet beror bland annat på den tillverkade produktens vattenbehov samt tvätt mängderna på maskinerna, golven och rören. Avloppsvatten från livsmedelindustrin innehåller bland annat stora mängder suspenderade ämnen, fett, proteiner, oljor samt andra organiska ämnen. Fosfor, klor och andra kemiska ämnen används för att tvätta och desinficera maskinerna och arbetsredskapen.

Avloppsvattnet i livsmedelsindustrin avskiljer sig från samhällets avloppsvatten på många olika sätt. Avloppsvattnet i livsmedelindustrin är organiskt, ogiftigt och de är väldigt näringsrika samt biologiskt nedbrytbara. Livsmedelindustrins avloppsvatten går att behandla med hjälp av konventionella fysikaliska och biologiska teknologier. Normalt är kemiska-, och biokemiska syreförbrukningen 10 eller även 100 gånger större än samhällets avloppsvatten. Ett typiskt problem för livsmedelindustrins avloppsvatten brukar vara att de luktar illa, på grund av gaser som vätesulfid. Vätesulfider förekommer av att organiska ämnen bryts ner anaerobiskt. Avloppsvattnet kan också innehålla medel som orsakar stopp i avloppsnätverket, sådana medel är till exempel fetter och suspenderade ämnen. Alla dessa faktorer påverkar hur det lönar sig att behandla avloppsvattnet. Genom att granska kvalitén på avloppsvattnet kan man definiera vilken behandlingsmetod som passar allra bäst för det specifika avloppsvattnet.

Vid behandling av avloppsvatten måste man ta till hänsyn lagparagrafer stiftade i Finlands lag samt bestämmelser gällande vattenförsörjning, också lagstiftning samt bestämmelser för Europeiska unionen måste följas. I detta examensarbete behandlades Finlands lagstiftning samt förordningar som gäller för industriellt avloppsvatten. Lagstiftning samt förordningar och bestämmelser gällande avloppsvatten som behandlas i examensarbetet är: Lagen om vattentjänster, statsrådets förordning om vattenvårdsförvaltningen, miljöskyddslagen, statsrådets förordning om miljöskydd, avfallslagen, statsrådets förordning om avfall, miljöministeriets förordning om byggnaders vatten- och avloppsinstallationer, samt kontraktet för industriellt avloppsvatten. Dessa förordningar, lagar samt bestämmelser skapar ramarna för behandling av avloppsvatten från livsmedelsindustrin.

I detta examensarbete presenterades olika fysikaliska metoder som passar bäst för behandling av avloppsvatten från livsmedelindustrin. De undersökta metoderna passar allra bäst för behandling av avloppsvatten med hög halt fett samt suspenderade ämnen. Avloppsvatten i livsmedelindustrin kan i princip behandlas på 3 olika sätt, antingen låta bli att behandla avloppsvattnet och leda det rakt till kommunala avloppsnätverket, avloppsvattnet kan förbehandlas innan det leds till avloppsnätverket, eller avloppsvattnet kan behandlas i ett eget reningsverk och efter det ledas till ett vattendrag. I livsmedelindustrin måste man vara uppmärksam speciellt för förbehandlingen av avloppsvatten, på grund av att avloppsvattnet innehåller ofta stora mängder fett samt suspenderade ämnen. Valet av behandlingsprincipen beror alltid på belastningen på avloppsvattnet och behandlingen byggs ofta upp av många olika skeden.

Passliga metoder för behandling av avloppsvatten i livsmedelindustrin som förklaras i examensarbetet är filtrering, luftning, klarning, sedimentering, sandfång, flotation, fettavskiljning och centrifuger.

Fallstudiens mål var att beskriva nuläget på avloppsvattenbehandlingen samt fundera på hur man kunde förbättra behandlingen och i vilken omfattning det skulle vara lönsamt. Vilken metod som skulle passa allra bäst för avloppsvattenbehandlingen, skulle också redas ut. I examensarbetet undersökte man också ifall det skulle vara möjligt att minska på belastningen på avloppsvattnet inom processerna.

Som fallstudie användes Fazer Makeiset Oy:s livsmedelfabrik som ligger i Vanda i Fagersta. Fabriken granskar kvalitén på avloppsvattnet genom att ta blandprov med jämna mellanrum som bestämts i kontraktet för industriellt avloppsvatten. Undersökningen är gjord på grund av att man hade mätt avvikande värden i avloppsvattnets halt på suspenderade ämnen, fett samt pH-värdet. I examensarbetet beskrivs nuläget på hur fabriken avloppsvatten behandlas samt vad som kunde förbättras för att behandlingen skulle uppfylla framtidens produktionsbehov samt förbättra kvalitén på avloppsvattnet i nuläget. Undersökningen genomfördes genom att granska resultaten på de tagna blandproven från åren 2015- 2017 samt de två stickproven som tagits under hösten 2017 från olika områden vid fabriken. Som grunddata användes 2 stickprov från år 2017 samt blandprov från åren 2015-2017. Som grunddata användes också diskussioner med Fazer Makeiset Oy:s arbetstagare.

Fabriksområdet består av Fazer Makeiset Oy:s fabrik som är delat i 4 olika delar, chokladvingen, kexvingen, gamla nya fabriken samt sötsaksvingen. På fabriksområdet befinner sig också Fazer Leipomot Oy som hör till samma koncern men är ett skilt företag. I chokladvingen tillverkas till exempel chokladmassor och sötsaker av choklad, där finns också ett tvättrum för att tvätta maskindelar. I sötsaksvingen finns mindre instrument för tillverkning av sötsaker och två tvättrum där det tvättas maskindelar och lådor. I Gamla nya fabriken finns en stor linje för chokladtillverkning, ett kök med en linje för tillverkning av massor som innehåller mjölk och socker. I gamla nya fabriken finns också 3 tvättrum. I kexvingen tillverkas kexprodukter på många olika linjer. I kexvingen behandlas mjöl, fetter och socker. I Fazer Leipomot Oy:s fabrik tillverkas olika bageriprodukter.

Med hjälp av de olika proven kunde man undersöka vilken del av fabriken som belastar avloppsvattnet allra mest. I stället för att granska bara stickprovets och blandprovets värden räknade man belastningen genom att multiplicera flödet med det mätta värdet. Genom att veta belastningen på de olika delarna kunde man granska vilken del av fabriken avloppsvatten som belastar avloppsvattnet allra mest och skulle behandlas för att nå största nyttan. Vid undersökningen kom det fram att halten på de olika ämnena vid olika områden ändrades väldigt mycket, detta stödde påståendet om att kvalitén på avloppsvattnet i livsmedelsindustrin har väldigt stora ändringar. Det kom också fram att området med de lägsta värdena hade den största belastningen på grund av att flödet i det området var över hälften av hela fabriken totala flöde.

Det fanns väldigt många passliga metoder för behandling av avloppsvatten av denna sort, men på grund av brist på utrymme kom man fram till att alla traditionella behandlingsmetoder som skulle behöva en stor bassäng för behandling av avloppsvattnet, skulle inte tas med till jämförelsen. I jämförelsen hade man en sandavskiljare, ett filter och ett flotationsaggregat. Redan i början bestämde man sig att bageriets och kexvingens avlopp skulle behandlas med hjälp av en golvbrunn med en ränna och dräggfat. Med hjälp av den nya golvbrunnen skulle man kunna skilja en del av suspenderade ämnen redan innan de skulle slippa till avloppet. Dräggfattet skulle vara lätt att tömma till bioavfallet.

Sandavskiljaren skulle kosta ca 40 000 euro med installationsavgifterna inkluderade. Sandavskiljaren skulle skilja ungefär 40 % av chokladvingens suspenderade ämnen och det skulle leda till en inbesparing på ca 30 000 euro på års nivå. Återbetalningstiden för sandavskiljningsbrunnen skulle vara 1 år och 2 månader. Sandavskiljaren skulle placeras utanför chokladvingen före den nuvarande fettavskiljaren. Sandavskiljaren skulle också hjälpa fettavskiljarens funktion genom att en stor del av suspenderade ämnen skulle bli kvar i sandavskiljaren och fett skulle få flöda vidare till fettavskiljaren.

Andra alternativet för behandling av avloppsvattnet skulle vara ett filter som skulle placeras i chokladvingen och den skulle behandla både gamla nya fabriken och chokladvingens avloppsvatten. Med hjälp av filtret skulle man kunna avskilja åtminstone 60 % av suspenderade ämnen och biokemiska syreförbrukningen skulle sjunka med åtminstone 20 %. Filtret skulle kosta 150 000 euro men med hjälp av den skulle man nå en inbesparing på 40 000 euro i avloppsvattenavgifterna på årsnivå. Återbetalningstiden för filtret skulle vara 3,5 år. Kostnadseffektivitetskalkylen innehöll inte elanvändning, utbyte av filtret, installationerna eller underhållskostnaderna. Filtret skulle också hjälpa fettavskiljarens funktion.

Tredje alternativet för behandling var ett flotationsaggregat. Med hjälp av flotationsaggregatet skulle man nå en avskiljningsprosent av suspenderade ämnen på minst 90 %, minst 95 % av fett samt en 60 % lägre biokemisk syreförbrukning. Detta skulle leda till en inbesparing på ca 220 000 euro på årsnivå i avloppsvattenavgifterna. Flotationsaggregatet skulle kosta 190 000 euro. Återbetalningstiden för flotationsaggregatet skulle vara ca 11 månader. Flotationsaggregatet skulle behandla hela fabriksområdets avloppsvatten. Kostnadskalkylen för flotationsaggregatet innehöll inte elförbrukningen, användningskostnaderna eller underhållskostnaderna. Flotationsaggregatet skulle behöva en buffertank som skulle rymma en mängd på hälften av det dagliga avloppsvattenflödet på grund av att, för att kunna nå det bästa möjliga behandlingsresulta-

tet, måste avloppsvattnet vara homogent.

Fjärde alternativet för behandlingen var en kombination av två olika behandlingsmetoder. De två valda användningsmetoderna skulle vara filtret och sandavskiljningsbrunnen. Tillsammans skulle metoderna kosta 190 000 euro och med hjälp av dem skulle man nå en inbesparing i avloppsvattenavgifterna på ca 90 000 euro på årsnivå. Återbetalningstiden för kombinationen skulle vara 2 år och 2 månader.

Genom att jämföra de passliga metoderna med ett litet behov för utrymme samt deras kostnadseffektivitet, valdes att avloppsvattnet som kommer från chokladvingen samt gamla nya fabriken skulle först behandlas med hjälp av ett filter. Filtret skulle hjälpa till med att avskilja suspenderade ämnen av fett samt minska på biokemiska syrebehovet. De suspenderade ämnena skulle fastna i filtret och fettet skulle komma igenom och fortsätta flöda vidare till fettavskiljaren. Med hjälp av filtreringen skulle man förbättra fettavskiljningsbrunnens verksamhet genom att de suspenderade ämnena inte skulle förhindra fettavskiljarens verksamhet, genom att dra fettet med sig till botten av brunnen, som skulle leda till att både fettet samt suspenderade ämnen skulle fortsätta sin väg i avloppet. Filtret skulle också minska belastningen på chokladfabrikens och gamla nya fabriken avloppsvatten. Filtrets avskiljningseffektivitet skulle vara 60 % på suspenderade ämnen och biokemiska syreförbrukningen skulle minska med minst 20 %. Efter att avloppsvattnet blivit filtrerat skulle man leda hela sötsaksfabrikens samt kexvingens avloppsvatten tillsammans, till en sandavskiljningsbrunn. Sandavskiljningsbrunnen skulle minska på suspenderade ämnena ca 40 %. Lösningen till varför detta alternativ för behandling skulle passa allra bäst, kom man fram till genom att granska kostnadseffektiviteten på de olika alternativa behandlingsmetoderna samt deras behov för utrymme och förmåga att förbättra kvalitén på avloppsvattnet och minska kostnaderna på avloppsvattnet.

I framtiden ifall det kommer stora ändringar till fabriksområdet skulle det löna sig att fundera på behandling med hjälp av ett flotationsaggregat.

På grund av att de olika värdena i stickproven som användes som underlag för undersökningen varierade väldigt kraftigt kan resultaten endast tänkas som vägledande. De verkliga värdena och belastningarna fås genom att ta blandprov flera gånger vid de olika områdena på fabriken. De verkliga flödena på de olika områdena måste också fås reda på. Med hjälp av blandproven skulle man få en riktig omfattning om den verkliga kvaliteten på avloppsvattnet. För att kunna styra pH-värdet på avloppsvattnet borde man få reda på de olika områdenas pH-värden. Genom att veta de olika områdenas pH-värden skulle man få reda på till vilken del av fabriken man skulle installera en automatisk pH-styrning.

Filtrets verkliga avskiljningsförmåga skulle endast fås reda på genom att testa filtret till det specifika avloppsvattnet. Man borde också veta den verkliga kvalitén och flödet på avloppsvattnet för att kunna dimensionera ett fungerande filtreringsaggregat för de specifika avloppsvatten. Sandavskiljningsbrunnens verkliga avskiljningseffekt skulle också fås reda på endast genom att testa hur länge det tar för suspenderade ämnena att landa ner till botten av sandavskiljaren eller ifall en del inte landar alls. Genom att veta flödet och beteendet av suspenderade ämnet, kunde man dimensionera en fungerande sandavskiljningsbrunn. Man måste också få reda på hur fettet och suspenderade ämnena

beter sig när temperaturen av avloppsvattnet sjunker.

Med hjälp av att fortsätta undersökningen skulle man få den data som behövs för att dimensionera ett fungerande behandlingssystem. I den fortsatta undersökningen skulle man dimensionera ett fungerande behandlingssystem samt planera de ändringarna som avloppsvattnenätverket skulle kräva. Kostnadseffektivitetskalkylen skulle också preciseras och den skulle innehålla bland annat kostnaderna av användningen, elen och underhållningen. Byggnadskostnaderna samt den möjliga automationen skulle också tas till hänsyn.

Examensarbetet är gjort för Pöyry Finland Oy.

Nyckelord:	Pöyry, Fazer, suspenderade ämnen, fett, BOD, avloppsvattenbehandling
Sidantal:	96
Språk:	Finska
Datum för godkännande:	

DEGREE THESIS	
Arcada	
Degree Programme:	Energy and environmental engineering
Identification number:	6501
Author:	Tuomas Suominen
Title:	Jätevesien käsittely elintarvikelaitoksessa Case: Fazer Makeiset Oy
Supervisor (Pöyry):	Ida Erämaa, Maria Valtari
Supervisor (Arcada):	Jari Pyykkönen
Commissioned by:	Pöyry Finland Oy
<p>Abstract:</p> <p>Wastewater treatment in the food industry is a very complex applied science, because the quantity and quality of wastewater varies significantly. Wastewater in the food industry arises for many different reasons such as production and cleaning for example. This bachelor thesis summarizes some of the most common physical wastewater treatment methods used to decreasing the amount of suspended solids, fat and biochemical oxygen demand. Also some of the most important laws and codes affecting wastewaters coming from the food industry are explained in this bachelor thesis. The case study object in this thesis was Fazer Makeiset Oy food industry factory located in Vaarala in the Vantaa region. The composition of the wastewater is being measured regularly, as often as written in the wastewater contract. There had been measurements showing diverging values of pH, fat and suspended solids. The present situation of wastewater treatment and some suggestions on making the waste water treatment process better and more suitable for future demands are summarized in this bachelor thesis. The study was founded on by comparing the results of two randomly selected sample datas taken last autumn from different areas of the industrial food production plant and the aggregate samples from year 2015-2017. By studying the samples it was possible to define the wastewater loads coming from different areas of the plant. By knowing the loads it enabled figuring out which areas of the plant should be improved. The study showed significant changes in the quality of the wastewater which is characteristic for wastewater in the food industry. There were many different suitable methods for treating this kind of wastewater and the most potential methods were being compared by their price and ability to clear fats and suspended solids. The most suitable and best method shown by the study was filtering the wastewater coming from the old new fabric and the chocolate pier of the factory and after that the wastewater from the whole confectionery and cookie pier would be treated in a sand-trap. By filtering the water the efficiency of the fat trap would improve and the wastewater load from the chocolate pier would decrease. The biggest savings in the wastewater price and effect on the wastewaters quality could be achieved with the combined method of filter and the sand-trap.</p>	
Keywords:	Pöyry, Fazer, suspended solids, fat, BOD, wastewater treatment
Number of pages:	96
Language:	Finnish
Date of acceptance:	

OPINNÄYTE	
Arcada	
Koulutusohjelma:	Energia- ja ympäristötekniikka
Tunnistenumero:	6501
Tekijä:	Tuomas Suominen
Työn nimi:	Jätevesien käsittely elintarvikelaitoksessa Case: Fazer Makeiset Oy
Työn ohjaaja (Pöyry):	Ida Erämaa, Maria Valtari
Työn ohjaaja (Arcada):	Jari Pyykkönen
Toimeksiantaja:	Pöyry Finland Oy
<p>Tiivistelmä:</p> <p>Elintarviketeollisuuden jätevesien käsittelyyn liittyy erittäin paljon haasteita, sillä jätevedet ovat harvoin tasalaatuisia ja niitä tulee sekä tuotannon tukitoimista kuin itse tuotannostakin. Opinnäytetyössä on käyty läpi elintarviketeollisuuden jätevesienkäsittelyyn soveltuvia fysikaalisia käsittelymenetelmiä, joita käytetään rasvan ja kiintoaineen poistoon. Opinnäytetyössä on myös käyty läpi elintarviketeollisuuden jätevesienkäsittelyyn vaikuttavaa lainsäädäntöä. Esimerkkitapauksena käytettiin Fazer Makeiset Oy:n Vantaan Vaaralassa sijaitsevaa elintarvikelaitosta, jossa jätevesien laatua seurataan mittauksilla jotka perustuvat teollisuusjätevesisopimukseen. Tehtaan jätevesistä oli mitattu poikkeavia arvoja pH:n, kiintoaineen sekä rasvan osalta. Opinnäytetyössä kuvattiin jätevesienkäsittelyn nykytilannetta sekä mietittiin keinoja ja menetelmiä nykytilanteen parantamiseksi, huomioiden myös tulevaisuuden tuotantotarpeet ja vaatimukset. Tutkimus toteutettiin vertailemalla eri puolilta tehdasta loppuvuodesta 2017 otettujen kertonäytteiden sekä vuosien 2015- 2017 aikana otettujen kokoomanäytteiden sisältämiä pitoisuuksia. Näytteiden avulla saatiin laskettua kuormitus eri jätevesijakeille ja tämän perusteella valittiin ongelmallisimmat jätevesijakeet jatkotoimia varten. Mittaustulosten mukaan jäteveden koostumus ja määrä vaihteli erittäin paljon tehtaan eri alueiden osalta. Tehtaan jätevesienkäsittelyn parannusten suhteen soveltuvia menetelmiä oli useita ja niistä valittiin potentiaalisimmat vaihtoehdot vertailuun. Tehdyn jätevesijaetutkimuksen sekä kustannustehokkuuslaskelmien perusteella päädyttiin siihen, että käsittelemällä suklaasiiven ja vanhan uuden tehtaan jätevedet aluksi suodattamalla, pystyttäisiin parantamaan rasvanerotuskaivon toimintaa sekä pienentämään suklaasiiven sekä VUT:n jätevesikuormaa. Suodatuksen lisäksi vanhan uuden tehtaan, suklaasiiven, makeissiiven sekä keski-siiven jätevedet käsiteltäisiin hiekanerotuskaivolla. Yhdistämällä suodatus sekä hiekanerotus saavutettaisiin suurin hyöty. Kyseiseen käsittelyvaihtoehtoon päädyttiin tarkastelemalla eri käsittelymenetelmien kustannustehokkuutta, sekä niiden avulla saavutettavia tuloksia jäteveden laadussa sekä säästöjä jätevesikustannuksissa.</p>	
Avainsanat:	Pöyry, Fazer, Kiintoaine, Rasva, BOD, Jätevedenkäsittely
Sivumäärä:	96
Kieli:	Suomi
Hyväksymispäivämäärä:	

SISÄLLYSLUETTELO

JOHDANTO.....	13
ESIPUHE.....	14
1 PÖYRY OYJ.....	15
1.1 Pöyry Suomessa.....	16
1.1.1 Pöyry talotekniikka.....	17
2 OY KARL FAZER AB.....	18
2.1 Fazer Makeiset Oy.....	18
3 JÄTEVEDET ELINTARVIKETEOLLISUUDESSA.....	20
3.1 Haasteet elintarviketeollisuuden jätevesienkäsittelyssä.....	20
3.2 Elintarviketeollisuuden jätevesiä koskevat viranomaismääräykset ja lait.....	21
3.2.1 Vesihuoltolaki 119/2001.....	21
3.2.2 Valtioneuvoston asetus yhdyskuntajätevesistä 888/2006.....	21
3.2.3 Ympäristönsuojelulaki 527/2014.....	22
3.2.4 Valtioneuvoston asetus ympäristönsuojelusta 713/2014.....	22
3.2.5 Jätelaki 646/2011.....	23
3.2.6 Jäteasetus 179/2012.....	23
3.2.7 Ympäristöministeriön asetus rakennusten vesi- ja viemärlaitteistoista.....	24
3.2.8 Teollisuusjätevesisopimus.....	24
4 JÄTEVESIEN KIINTOAINEEN SEKÄ RASVAN POISTOON SOVELTUVAT KÄSITTELYMENETELMÄT.....	25
4.1 Siivilöinti ja välppäys.....	25
4.1.1 Jätevesivälppät.....	26
4.1.2 Siivilöinti.....	27
4.2 Ilmastus.....	28
4.2.1 Painovoimaan perustuvat ilmastimet.....	28
4.2.2 Diffuusioilmastus.....	29
4.2.3 Pintailmastus.....	30
4.3 Selkeytys.....	31
4.3.1 Laskeutus.....	32
4.3.2 Hiekanerotus.....	35
4.3.3 Flotaatio.....	36
4.3.4 Rasvanerotus.....	38
4.3.5 Sentrifugit ja pyörreselkeyttimet.....	38

4.4	Suodatus	42
4.4.1	<i>Pidättyminen ja kulkeutuminen</i>	43
4.4.2	<i>Kiinnittyminen</i>	44
4.4.3	<i>Kiinnittyneiden hiukkasten irtoaminen</i>	45
4.5	Adsorptio	45
4.5.1	<i>Fysikaalinen adsorptio</i>	45
4.5.2	<i>Kemiallinen adsorptio</i>	46
4.5.3	<i>Adsorptio termodynaamisesta näkökulmasta</i>	46
5	TUTKIMUS	47
5.1	Yleiskuvaus tehdasalueesta.....	47
5.1.1	<i>Jätevesivirtaamat</i>	49
5.2	Jätevesijakeiden laatu.....	51
5.2.1	<i>pH-arvo</i>	51
5.2.2	<i>Rasvapitoisuus</i>	52
5.2.3	<i>Kiintoainepitoisuus</i>	52
5.2.4	<i>Biokemiallinen hapenkulutus</i>	53
5.3	Tehtaan jätevesikuormat.....	53
5.3.1	<i>Jäteveden kokonaiskuorma</i>	54
5.3.2	<i>Leipomon jätevesikuorma</i>	55
5.3.3	<i>Suklaasiiven ja VUT:n jätevesikuorma</i>	55
5.3.4	<i>Makeissiiven jätevesikuorma</i>	56
5.3.5	<i>Keksisiiven jätevesikuorma</i>	56
5.4	Jätevesien käsittelyn nykytilanne Fazer Makeiset Oy	57
5.4.1	<i>Suklaasiipi</i>	57
5.4.2	<i>Makeissiipi</i>	57
5.4.3	<i>Leipomo</i>	58
5.4.4	<i>VUT</i>	58
5.4.5	<i>Ruokalat</i>	58
5.4.6	<i>Keksisiipi</i>	58
5.4.7	<i>Näytteenottokoppi</i>	59
5.5	Ongelmat.....	59
5.6	Tehtaan jätevesille soveltuvat käsittelymenetelmät.....	60
6	TULOKSET	61
6.1	Jätevesikustannukset.....	61
6.2	Valitut käsittelymenetelmät ja mihin ne tulisi sijoittaa	62
6.3	Suklaasiipi & VUT	62
6.4	Leipomo	63
6.5	Keksisiipi	64

6.6	Makeissiipi.....	64
6.7	Muut tilat.....	64
6.8	Käsittelymenetelmien yhdistäminen	64
7	KEHITYSEHDOTUKSET.....	65
7.1	Suodatus	65
7.2	Hiekanerotuskaivo	66
7.3	Flotaatiolaite	67
7.4	Jätevesikourut	68
7.5	Suodatus ja hiekanerotuskaivo yhdessä.....	69
7.6	Yhteenvedo	69
8	POHDINTA.....	71
8.1	Jatkotutkimukset ja suunnittelu.....	71
	LÄHTEET	73
	LIITTEET	78
	Liite 1 Tehtaan alueiden jätevesivirtaamat.....	78
	Liite 2 Jätevesianalyysi 2017	79
	Liite 3 Kokoomanäytteet 2015-2017.....	80
	Liite 4 Jätevesijakeiden kuormat	81
	Liite 5 Jätevesikustannuslaskelma.....	82
	Liite 6 Jätevesikustannuslaskelma Salsnes suodatin.....	83
	Liite 7 Jätevesikustannuslaskelma Hiekanerotuskaivo	84
	Liite 8 Jätevesikustannuslaskelma Flotaatiolaite	85
	Liite 9 Jätevesikustannuslaskelma Salsnes suodatin sekä hiekanerotuskaivo ...	86

KUVAT

Kuva 1. Pöyryn työntekijöiden jakautuminen toimialoittain.(Pöyry Oyj f).....	15
Kuva 2. Pöyryn toimipisteet Suomessa. (Pöyry Oyj c).....	16
Kuva 3. Koneellisesti toimiva välppä.(Hydropress HUBER AB 2014)	26
Kuva 4. Periaatekuva porrasilmastimesta. (Karttunen 2004 s.72).....	28
Kuva 5. Diffuusioilmastimien periaatepiirroksia. (Karttunen 2004 s.73).....	29
Kuva 6. Pintailmastimien perustyyppit. (Karttunen 2004 s.74)	30
Kuva 7. Laskeutumisvyöhykkeet kaaviona. (Karttunen 2004 s.78).....	32
Kuva 8. Kaaviokuva vyöhykelaskeutumisesta. (Karttunen 2004 s.83)	33
Kuva 9. Kynchin käyrä. (Karttunen 2004 s. 83).....	34
Kuva 10. Hiekanerotuskaivon poikkileikkaus. (Wavin-Labko Oy 2018).....	35
Kuva 11. Flotaatioprosessin vaatimien partikkelien muodostumisperiaate. (Karttunen 2004 s.99).....	37
Kuva 12. Myötävirtasentrifugi. (Karttunen 2004 s.104).....	39
Kuva 13. Vastavirtasentrifugi. (Karttunen 2004 s.104).....	40
Kuva 14. Keskuspoistoinen pyörreselkeytin. (Karttunen 2004 s.106)	41
Kuva 15. Reunapoistoinen pyörreselkeytin.(Karttunen 2004 s.106).....	41
Kuva 16. Kiekkosuodatin. (Aqua aerobic systems Inc 2018)	42
Kuva 17. Hiukkasten pidättymistavat.(Karttunen. 2004 s.109)	43
Kuva 18. Kiinnittymisen riippuvuus partikkelin koosta.(Karttunen. 2004 s. 110)	44
Kuva 19. Vesihuollon asemapiirustus.(Syrilä 2018)	48
Kuva 20. Salsnes Filter (Sarlin Oy Ab)	65
Kuva 21. Flotaatiolaite (Hydropress Huber Ab 2011).....	68
Kuva 22. Jätevesikouru (Blücher Finland).....	68
Kuva 23. Käsittelymenetelmien sijoitukset.....	70

TAULUKOT

Taulukko 1. Siivilätyypit aukkojen koon perusteella. (Karttunen 2004 s. 57).....	27
--	----

JOHDANTO

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena on tarkastella kiintoaineen sekä rasvan poistoon soveltuvia menetelmiä joita käytetään jäteveden puhdistamiseen. Tämän lisäksi opinnäytetyössä selvitetään mitä erityispiirteitä elintarviketeollisuuden jätevesillä on. Opinnäytetyössä käydään myös läpi elintarviketeollisuuden jätevesien käsittelyä säätelevää lainsäädäntöä sekä erilaisia elintarviketeollisuuden jätevesille sopivia jätevedenkäsittelymenetelmiä. Myös elintarviketeollisuuden jätevesien käsittelyssä ilmeneviin haasteisiin on perehdytty.

Tapaustutkimuksena tässä opinnäytetyössä on käytetty Fazer Makeiset Oy:n Vantaan Vaaralan elintarvikelaitos. Fazer Makeiset Oy:n tehtaan jätevesien laatua seurataan mitauksin säännöllisesti, teollisuusjätevesisopimuksessa asetetuina välein. Tehtaan jätevesistä on mitattu teollisuusjätevesisopimuksessa asetetuista raja-arvoista poikkeavia pitoisuuksia pH:n, kiintoaineen sekä rasvan kohdalla. Tämän opinnäytetyön tarkoituksena on kuvata jätevesien käsittelyn nykytilannetta Fazer Makeiset Oy:n laitoksessa sekä miettiä keinoja ja menetelmiä jätevesien laadun parantamiseksi, huomioiden myös tulevaisuuden tuotantotarpeet. Tarkoituksena on myös vertailla eri käsittelymenetelmiä.

Tutkimus on toteutettu vertailemalla eri jäteveden käsittelyvaihtoehtoja sekä tarkastelemalla jakeiden laatua, kierrätettäviä aineita, kuinka kuormitusta voidaan eri prosessien osalta vähentämään, sekä analysoimalla kannattaako jakeet käsitellä erikseen vai yhdessä. Tällä hetkellä suklaasiiven, leipomon sekä henkilöstöruokalan jätevedet johdetaan omien, ulkoalueella sijaitsevien rasvanerotuskaivojen kautta. Muiden prosessien osalta on olennaista selvittää, mikäli myös prosessien alkupään osalta tarvitaan rasvanerotusjärjestelmä.

Tämän opinnäytetyön johtopäätöksissä on esitetty kehitysehdotuksia.

Opinnäytetyö on tehty Pöyry Finland Oy:n talotekniikka osastolle.

ESIPUHE

Insinööriyön kirjoittamisen aikana oma tietämys jätevesien käsittelystä ja siihen sovellettavista menetelmistä kasvoi valtavasti. Aiheena jätevesien käsittely elintarvikelaitoksessa ei ollut entuudestaan tuttu, joten tutkimustyötä ja opiskelua jouduttiin tekemään runsaasti. Aihe itsessään oli erittäin mielenkiintoinen ja haastava. Haastavuus johtui siitä, että eri jätevesijakeista mitatuissa pitoisuuksissa oli niin suuria vaihteluita, ettei ollut varmuutta onko näytteenotossa tapahtunut virhe, vai onko kyseisille jätevesille ominaista vaihdella niin paljon. Mielenkiintoisen tutkimuksesta teki se että jo pienellä parannuksella tai muutoksella oli niin suuri vaikutus sekä koko tehtaan jäteveden laatuun ja saavutettavissa oleviin taloudellisiin säästöihin sekä hintaan.

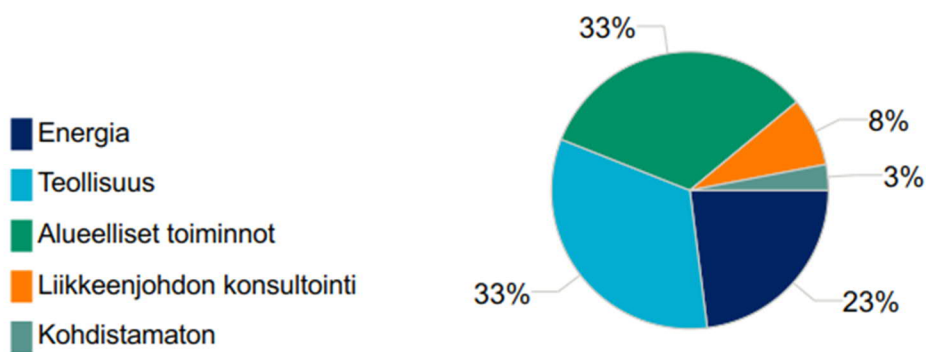
Tutkimus sekä teoriaosuus itsessään oli rajattava ainoastaan fysikaalisiin rasvan sekä kiintoaineenpoistoon soveltuviin menetelmiin sillä muussa tapauksessa tutkimuksesta olisi tullut liian laaja opinnäytetyötä varten, eikä se olisi ehtinyt valmistua sovitussa ajassa.

Haluan kiittää Pöyry Finland Oy:tä sekä Fazer Makeiset Oy:tä mielenkiintoisesta ja haastavasta aiheesta sekä avusta ja tuesta koko kirjoitusprosessin aikana.

1 PÖYRY OYJ

Pöyry Oyj on Jaakko Pöyryn Suomessa vuonna 1958 perustama kansainvälinen konsultointi ja suunnitteluyhtiö. Pöyryn tarina sai alkunsa metsänomistajien liiton pyydettyä Jaakko Pöyryä kollegoineen suunnittelemaan uutta sulfaattisellutehdasta Äänekoskelle. Ensimmäisen hankkeen oltua menestys, sai se seuraa hankkeista Ruotsissa ja muissa pohjoismaissa, Euroopassa, Amerikassa ja lopulta ympäri koko maailmaa. Joulukuussa vuonna 1997 Pöyry listautui Helsingin pörssiin. (Pöyry Oyj b)

Tänä Päivänä yhtiö työllistää noin 5500 eri alojen asiantuntijaa 40 eri maassa ympäri maailman. Yhtiön toimialoihin kuuluvat sähkön-, ja lämmöntuotantolaitokset, sähkön siirto ja jakelu, uusiutuva energia, sellu- ja paperiteollisuus, kemianteollisuus ja biojalostus, liikennejärjestelmät, vesi ja ympäristö sekä kiinteistöt. Pöyryn tarjoamia palveluita löytyy koko asiakkaan liiketoiminnan elinkaareen, eli raaka-aineiden hankinnasta kunnossapidon optimointiin. Globaalisti Pöyry on ykkönen sekä metsäteollisuuden suunnittelussa että konsultoinnissa. Yhtiön toimialoista suurimmat työllistäjät ovat: Alueelliset toiminnot 33%, teollisuus 33%, sekä Energia 23%. Yhtiön työntekijöiden jakautuminen toimialoittain on esitetty kuvassa 1. (Pöyry Oyj f)



Kuva 1. Pöyryn työntekijöiden jakautuminen toimialoittain. (Pöyry Oyj f)

Yhtiön liikevaihto oli vuonna 2017 522,3 miljoonaa euroa ja tulos ennen veroja 11,8 miljoonaa euroa (Pöyry Oyj f). Pöyry Oyj:n 5 suurinta omistajaa ovat Corbis S.A, Pro-

curator-Holding Oy, Keskinäinen työeläkevakuutusyhtiö Varma, Keskinäinen Eläkevakuutusyhtiö Ilmarinen sekä Keskinäinen Työeläkevakuutusyhtiö Elo (Pöyry Oyj f). Yhtiön hallitukseen kuuluvat Puheenjohtaja Henrik Ehrnrooth, varapuheenjohtaja Teuvo Salminen, Helene Biström sekä Michael Rosenlew (Pöyry Oyj a). Yhtiön toimitusjohtajana toimii Sveitsiläinen Martin á Porta (Pöyry Oyj e).

1.1 Pöyry Suomessa

Suomessa Pöyryllä työskentelee noin 1600 eri alojen asiantuntijaa 19 eri paikkakunnalla (kuva 2). Pöyry lukeutuu Suomen johtaviin konsultointi- ja suunnittelutoimistoihin ja projektit koostuvat yksittäisistä suunnittelutehtävistä suuriin investointihankkeisiin. Suomessa Pöyry toimii seuraavilla toimialoilla: energia, sellu- ja paperiteollisuus, kemianteollisuus ja biojalostus, metalli- ja kaivosteollisuus, teollisuuden paikallispalvelut, infra, vesi, rakennus, sekä ympäristö. (Pöyry Oyj c)



Kuva 2. Pöyryn toimipisteet Suomessa. (Pöyry Oyj c)

1.1.1 Pöyry talotekniikka

Pöyryn talotekniikka osastot sijaitsevat Vantaalla ja Oulussa. Toimeksiannot käsittävät sekä tuotantolaitosten että kiinteistöjen edistyneitä LVI-, sähkö- ja rakennusautomaatiojärjestelmiä. Pöyryn talotekniikkayksiköllä on tarjota vankkaa asiantuntemusta ja kokemusta kiinteistöjen energianhallinnasta sekä sisäilmastosta useiden vuosikymmenten tuoman kokemuksen johdosta. Sen lisäksi että Pöyryn talotekniikka yksikkö on ollut mukana lukuisissa hankkeissa kotimaassa, löytyy siltä myös laaja kokemus kansainvälisten hankkeiden taloteknisestä suunnittelusta erityisesti teollisuushankkeissa. (Pöyry Oyj d)

Pöyryn LVI- asiantuntijat suunnittelevat niin lämmityksen kuin jäähdytyksen, ilmastoinnin ja veden sekä viemäroinnin että sprinklerit, teollisuuteen, voimalaitoksiin, kiinteistöihin sekä infrahankkeisiin (Pöyry Oyj d). LVI-yksikössä työskentelee tällä hetkellä noin 50 työntekijää (Pöyry Oyj c).

2 OY KARL FAZER AB

Oy Karl Fazer Ab on Suomessa vuonna 1891 perustettu kansainvälinen elintarvikealalla toimiva perheyhtiö. Yhtiö työllisti vuonna 2016, yhteensä noin 15000 työntekijää, Suomessa, Ruotsissa, Norjassa, Tanskassa, Venäjällä sekä Baltian maissa. Fazerin toiminta perustuu asiakaslähtöisyyteen, laadukkuuteen sekä yhteistyöhön. Yhtiö tarjoaa niin leipomo-, makeis-, keksi-, kuin viljatuotteita sekä ruokailu- ja kahvilapalveluita. Yhtiön liikevaihto oli vuonna 2016 1603 miljoonaa euroa ja liikevoittoa 52,7 miljoonaa euroa. (Fazer group 2016a s.4)

Oy Karl Fazer Ab:n yritys vastuutavoitteena on luoda makuelämyksiä ottaen ympäristövaikutukset huomioon. Tämä ilmenee muun muassa konsernin tavoitteina vähentää ilmastovaikutuksia ja parantaa energiatehokkuutta, ehkäistä jätteen ja raaka-ainehävikin syntyä sekä kiinnittämällä huomiota veden käyttöön ja sen laatuun. Ilmastovaikutuksiin ja energiatehokkuuteen pyritään vaikuttamaan vähentämällä energiankulutusta 20 prosentilla tuotettua tonnia kohti vuoteen 2020 mennessä. Tavoite uusiutuvan sähkön osuudeksi 70 % saavutettiin vuonna 2017. Veden käytön ja laadun kehittämiseksi konserni arvioi vedenkäyttöä tuotannossa sekä arvoketjussa joka näkyy muun muassa tavoitteena käyttää vettä vastuullisesti tuotantoprosessien kaikissa vaiheissa, ottaen huomioon myös epäsuora vaikutus raaka-aineiden hankintaketjussa. Yrityksellä on käytössä työkalu joka mahdollistaa veden vähyydestä kärsivistä maista hankittujen raaka-aineiden analysoinnin. Tämän lisäksi yritys luo vesisuunnitelman. Lisäksi konserni aikoo jatkaa Itämerisitoumuksen toteuttamista Itämeren vedenlaadun parantamiseksi. Itämerisitoumuksella yritys pyrkii parantamaan Itämeren tilaa tarttumalla toimeen Itämeren kuormituksen pienentämiseksi.(Fazer group)

2.1 Fazer Makeiset Oy

Fazer Makeiset Oy on johtava toimija Suomen makeismarkkinoilla. Yhtiön asema on vahva Suomen lisäksi myös Ruotsissa, Venäjällä, sekä Baltian maissa. Yhtiön strategia on keskittyä erityisesti suklaan valmistukseen sekä myyntiin. Sen lisäksi että Fazer Makeiset on johtava toimija suomen makeismarkkinoilla, on se myös noussut johtavaan

asemaan Suomen keksimarkkinoilla. Yhtiön Liikevaihto oli 337 miljoonaa euroa vuonna 2016. (Fazer group 2016b)

3 JÄTEVEDET ELINTARVIKETEOLLISUUDESSA

Elintarviketeollisuudessa käytetään suuria määriä vettä moniin eri käyttötarkoituksiin: esimerkiksi ruoan valmistukseen, kuljettamiseen, jäähdyttämiseen sekä laitteistojen puhdistamiseen. Seurauksena monipuolisesta ja vaihtelevasta vedenkulutuksesta, jäteveden määrä ja laatu vaihtelevat huomattavasti sillä eri prosessien pesuihin käytetään eri määriä vettä. Elintarviketeollisuudessa jätevedet sisältävät suuria määriä kiintoainetta, rasvoja, proteiineja, öljyjä sekä muita orgaanisia aineita. Fosforia, klooria sekä muita kemiallisia aineita käytetään laitteiston puhdistus- ja desinfiointitarkoituksiin. (Ghimpu-san et al. 2017 s.811- 816)

3.1 Haasteet elintarviketeollisuuden jätevesienkäsittelyssä

Elintarviketeollisuuden jätevesissä on joitakin erityispiirteitä verrattuna yhdyskuntajätevesiin. Elintarviketeollisuudesta syntyvät jätevedet ovat orgaanisia, myrkyttömiä, sekä ne sisältävät runsaasti ravintoainetta ja ovat biohajoavia. Niitä pystytään myös käsittelemään tavanomaisten fysikaalisten sekä biologisten teknologioiden avulla. Elintarviketeollisuudessa muodostuu myös suuria määriä vaikeita jätevesiä jotka edellyttävät monimutkaisempaa käsittelyä. Yleensä biokemiallisen hapenkulutuksen (BOD) ja kemiallisen hapenkulutuksen (COD) pitoisuudet ovat 10 tai jopa 100 kertaa suurempia elintarviketeollisuuden jätevesissä kuin yhdyskuntajätevesissä. Myös hajut ovat tyypillinen ongelma elintarviketeollisuuden jätevesissä. Ne ovat yleensä kaasujen kuten vetysulfidin aiheuttamia. Vetysulfideja syntyy orgaanisten aineiden anaerobisen hajoamisen johdosta. Elintarviketeollisuuden jätevedet saattavat myös sisältää komponentteja jotka voivat aiheuttaa tukkeumia viemäriverkostossa, (esimerkiksi rasvat sekä kiintoaineet). Kaikki nämä tekijät vaikuttavat mihin tehtaan osaan ja minkä prosessin jälkeen jätevedenkäsittelyjärjestelmä kannattaisi sijoittaa, arvioimalla jäteveden laatua pystytään määrittelemään sopiva jätevedenkäsittelymenetelmä. (Ghimpu-san et al. 2017 s.811- 816)

3.2 Elintarviketeollisuuden jätevesiä koskevat viranomaismääräykset ja lait

Elintarviketeollisuuden jätevesien käsittelyssä on huomioitava Suomen lakiin kirjattuja pykäläitä, sekä vesihuoltoa ja ympäristöä koskevia säädöksiä ja määräyksiä. Suomen lain sekä asetusten ja määräysten lisäksi elintarviketeollisuuden jätevesien käsittelyssä on huomioitava myös Euroopan unionin lainsäädäntö, asetukset sekä ohjeistukset. (Makkonen 2015. s.3). Seuraavissa kappaleissa on käyty läpi muutamia elintarviketeollisuuden eniten vaikuttavia lakeja ja asetuksia.

3.2.1 Vesihuoltolaki 119/2001

Vesihuoltolain tavoite on se että kaikilla olisi mahdollisuus sellaiseen vesihuoltoon jossa on mahdollista saada terveydellisesti moitteetonta talousvettä riittävästi ja myös kohtuullisin kustannuksin (Finlex 2001). Mikäli viemäriin johdettavan jäteveden laatu tai määrä aiheuttaa vaikeuksia vesihuoltolaitoksen toiminnalle tai mikäli vesihuoltolaitos ei tästä johtuen kykene huolehtimaan muiden kiinteistöjen vesihuollosta, voi vesihuoltolaitos vesihuoltolain nojalla kieltäytyä liittämästä kiinteistöä viemäriin. Vesihuoltolaitos voi myös periä korotettua maksua kiinteistön viemäriin johtamista jätevesistä mikäli jäteveden laatu tai määrä poikkeaa asetetuista raja-arvoista. Kiinteistön omistajalla tai haltijalla on vastuu siitä että kiinteistön vesihuolto on järjestetty kuten vesihuoltolaissa ja muussa laissa on säädetty. (Vesilaitosyhdistys 2016 s.2)

3.2.2 Valtioneuvoston asetus yhdyskuntajätevesistä 888/2006

Valtioneuvoston asetus yhdyskuntajätevesistä 888/2006 antaa yhdessä ympäristönsuojelulain 527/2014 kanssa raamit yhdyskuntajätevesien käsittelyyn sekä johtamiseen joko ympäristöön tai kunnalliseen jätevesiverkostoon (Finlex 2014). Näiden avulla saavutetaan vaatimukset ympäristöluvan saamiseen. Asetuksessa on myös esitetty jätevedenpuhdistamoille asetetut vaatimukset tarkkailuväleistä, sekä vähimmäisvaatimukset jätevedenpuhdistamon käsittelyteholle joka perustuu yhdyskuntajätevesidirektiivissä asetettuihin vaatimuksiin. Jätevesiviemäreitä suunniteltaessa, rakentaessa sekä ylläpidon aikana on otettava huomioon jätevedenkäsittelyyn asetetut vaatimukset. Yhdyskuntajäte-

vettä käsiteltäessä on aina käytettävä parasta mahdollista tekniikkaa ottaen huomioon yhdyskuntajätevesien ominaisuudet, käsittelyvaatimukset ja jäteveden määrä. (Vesilaitosyhdistys 2016 s.4)

3.2.3 Ympäristönsuojelulaki 527/2014

Lain tarkoituksena on kestävä kehityksen tukeminen ja ilmastonmuutoksen ennaltaehkäiseminen, muun muassa ehkäisemällä ja vähentämällä päästöjä. Lain tarkoituksena on myös terveellisen, viihtyisän sekä luonnontaloudellisesti kestävä ja monimuotoisen ympäristön turvaaminen, vähentämällä jätteiden määrää sekä haitallisuutta. (Finlex 2014a)

Ympäristönsuojelulakiin on sisällytetty säännöksiä yleisistä periaatteista jotka koskevat ympäristönsuojelua. Ympäristönsuojelulain tarkoituksena on ympäristövahinkojen torjuminen, päästöjen vähentäminen, pilaantumisesta aiheutuvien haittojen poistaminen sekä ympäristön pilaantumisen ja sen vaaran ehkäiseminen. Luonnonvarojen kestävä käyttöä tulee edistää samoin kuin jätteiden määrää sekä niiden haitallisuutta tulee vähentää. Ympäristönsuojelulaissa on myös selvitetty velvollisuudet, kiellot sekä ympäristölupiin liittyvät säännökset. Ympäristönsuojelulaki sisältää myös luettelon toimista jotka ovat joko tai jotka on rekisteröitävä. Ympäristönsuojelulaki ja siihen liittyvä asetus luovat raamit jätevesien viemäroinnille. (Vesilaitosyhdistys 2016 s.3)

3.2.4 Valtioneuvoston asetus ympäristönsuojelusta 713/2014

Valtioneuvoston asetus ympäristönsuojelusta, rajaa viemäriin johtamisen yleisiä vaatimuksia ja rajoituksia. Mikäli asetuksen ensimmäisessä momentissa asetetut vaatimukset eivät täyty, ei jätevesiä saa tällöin johtaa viemäriin. Tämän myötä vesihuoltolaitos on oikeutettu kieltäytymään vastaanottamasta jätevesiä. Asetuksessa käydään läpi myös yleiset vaatimukset jotka koskevat vesihuoltolaitoksen viemäriin johdettavia jätevesiä. (Finlex 2014b)

Valtioneuvoston asetuksessa on myös mainittu että teollisuudenjätevedet sekä muut jätevedet jotka sisältävät pilaavia aineita ja jotka johdetaan vesilaitoksen viemäriin, on

esikäsiteltävä asianmukaisin menetelmin. Esikäsitelyllä voidaan varmistua siitä että vesihuoltolaitokseen johdettujen jätevesien päästöt eivät aiheuta ympäristöhaittoja ja että liete pystytään hyödyntämään. Esikäsitelyllä pystytään myös suojelemaan puhdistamotyöntekijöiden terveyttä. Myös viemäriverkon kunto sekä puhdistamot ja laitteisto pysyvät vaurioitumattomana kun jätevedelle asetetut raja-arvot eivät ylitä. (Vesilaitosyhdistys 2016)

3.2.5 Jätelaki 646/2011

Jätelain tarkoitus on jätteiden ja jätehuollon aiheuttamien vaarojen sekä terveys ja ympäristöhaittojen ehkäiseminen. Lain tarkoituksena on myös roskaantumisen ehkäiseminen, toimivan jätehuollon varmistaminen, jätteen määrän ja haitallisuuden vähentäminen sekä luonnonvarojen kestävä käytön edistäminen (Finlex 2011). Jätelaissa on myös säädetty kenellä on vastuu mistäkin jätehuollon alueesta. Jätelain mukaan kunnat ovat vastuussa yhdyskuntajätteiden kuljetuksesta, kierrätyksestä, hyödyntämisestä sekä loppukäsittelyn järjestämisestä. Jätelaissa on myös kerrottu mikä lasketaan asumisessa syntyväksi jätteeksi. Tuotannon harjoittajia, tuotteen valmistajia ja tuotteen haltijoita koskevia määräyksiä on myös kuvattu jätelaissa. (Vesilaitosyhdistys 2016 s.11)

Vuonna 1993 säädetystä jätelaista poiketen ongelmajätteen nimitys on muutettu vaaralliseksi jätteeksi vuonna 2011 säädettyyn jätelakiin. Jätelain mukaan vaarallinen jäte on sellaista jätettä jolla on vaaraominaisuus, esimerkiksi ympäristölle tai terveydelle. Vaarallisuus voi johtua esimerkiksi riskeistä liittyen tulipaloihin, räjähtävyyteen tai tartuntariskeihin. Vaaralliset jätteet tulee toimittaa niille tarkoitettuihin keräyspisteisiin, jotta luonnolle ja terveydelle haitallisilta vaikutuksilta vältyttäisiin. (Vesilaitosyhdistys 2016 s.11)

3.2.6 Jäteasetus 179/2012

Valtioneuvoksen jäteasetuksessa on määritelty vaaralliset sekä yleiset jätteet. Asetuksessa on myös lueteltu eräitä jätteitä koskevat erityisvaatimukset sekä mikä lasketaan jätteiden hyödyntämiseksi sekä loppukäsittelyksi. (Finlex 2012)

3.2.7 Ympäristöministeriön asetus rakennusten vesi- ja viemärlaitteistoista

Ympäristöministeriön asetuksessa rakennusten vesi- ja viemärlaitteistoista määritellään kiinteistöjen vesi- ja viemärlaitteistojen suunnittelulle sekä rakentamiselle asetettuja määräyksiä. Asetus koskee niin uudis- kuin korjausrakentamista, laajennuksia ja tilamuutos sekä käyttötarkoituksen muutostöitä. Tämä asetus astui voimaan tammikuun 1. päivänä vuonna 2018. (Ympäristöministeriö 2017)

Asetuksessa on määritetty vaatimukset rakennuksen vesilaitteistolle ja sen käyttövarmuudelle sekä käyttöönoton mittauksille. Myös rakennuksen hule-, ja jätevesilaitteistolle ja sen käyttövarmuudelle asetettuja vaatimuksia käsitellään asetuksessa. (Ympäristöministeriö 2017)

3.2.8 Teollisuusjätevesisopimus

Sellaiset jätevedet jotka poikkeavat laadultaan normaalista asumisesta syntyvästä jätevedestä vaativat aina teollisuusjätevesisopimuksen, jotta jätevettä saa johtaa viemäriverkkoon. Sopimuksen tarpeellisuus tarkastetaan kuitenkin aina tapauskohtaisesti. Teollisuusjätevesisopimuksessa sovitaan millä ehdoilla jätevesiä saa johtaa viemäriverkkoon. Sopimuksen lupaehto osiossa on kirjattu jäteveden laadulle asetetut raja-arvot. Tavanomaiset raja-arvot koskevat raskasmetalli-, rasva- sekä kiintoainepitoisuuksia. Jäteveden näytteenottokohteet sekä tarkkailuvälit sovitaan tapauskohtaisesti ja ne kirjataan teollisuusjätevesisopimukseen. (HSY 2017a s.6)

4 JÄTEVESIEN KIINTOAINEN SEKÄ RASVAN POISTOON SOVELTUVAT KÄSITTELYMENETELMÄT

Jätevesien käsittely on monimutkainen prosessi, jonka tavoitteena on löytää parhaimmat ratkaisut, joiden avulla pystytään tuottamaan turvallisia ja uusiokäytettäviä jätevesiä, riippumatta jäteveden laadusta (Ghimpusan et al. 2017 s.811- 816). Valittaessa käsittelymenetelmää elintarviketeollisuudessa syntyville jätevesille on mietittävä, mikä vaihtoehto sopii parhaiten juuri kyseessä oleville jätevesille. Erilaisia vaihtoehtoja käsittelylle on käytännössä kolme. Jätevedet voidaan joko johtaa käsittelemättöminä kunnalliseen viemäriin, jätevedet voidaan esikäsitellä ennen johtamista kunnalliseen viemäriin tai elintarvikelaitoksella voi olla käytössä oma jätevedenpuhdistamo jossa jätevedet käsitellään ja johdetaan tämän jälkeen vesistöön. Elintarviketeollisuudessa joudutaan kiinnittämään erityistä huomiota jätevesien esikäsitteilyyn sillä elintarvikelaitoksista syntyvät jätevedet sisältävät usein suuria määriä kiintoainetta sekä rasvaa. Jätevesien käsittelymenetelmän valinta riippuu aina jäteveden kuormitustyyppistä ja käsittely on usein monivaiheista. (Meloni 2005)

4.1 Siivilöinti ja välppäys

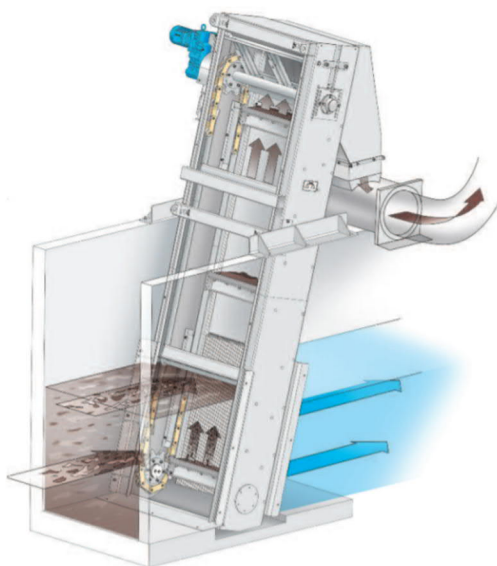
Siivilöinti on menetelmä jota käytetään karkeimpien kiinteiden epäpuhtauksien erottamiseen jätevedestä. Siivilöinnille ominaista on että ainoa lopputulokseen vaikuttava tekijä on kiintoainehiukkasten ja siivilän rakojen välinen suhde. Siivilöinnin toimintaperiaate on että jätevesi johdetaan ahtaiden metalli- tai tekokuitukudoksen silmien tai rei'itetyn metallilevyn läpi jolloin rakoja tai aukkoja suuremmat kiintoainehiukkaset jäävät laitteeseen. Välissä tarvittavat jäteveden läpivirtausaukot ovat yhdensuuntaisten välppäsauvojen väliset raot. (Karttunen 2004 s.53)

Siivilät ja välpät ovat ensimmäisen vaiheen käsittelymenetelmiä eikä niiden tarkoitus ole suoranaisesti vaikuttaa jäteveden laatuun vaan lähinnä varmistaa seuraavien käsittelyvaiheiden toimintavarmuus jätevedenkäsittelylaitoksissa. Jätevedenpumppaamoissa siivilät ja välpät suojaavat esimerkiksi pumppuja jätevedessä olevilta kiinteiltä esineiltä. Kaikkein tehokkaimmat siivilöintimenetelmät vaikuttavat kuitenkin jo veden laatuunkin (Karttunen 2004 s.53). (Metcalf&Eddy 2004 s.316)

4.1.1 Jätevesivälppät

Jätevesien käsittelyyn käytettävät välppät jaetaan normaalisti harvoihin välppiin, tiheisiin välppiin, kiinteisiin tiheisiin välppiin sekä repijävälppiin. Jottei jätevedestä erotettava materiaali puristuisi välpän läpi, on veden suurin sallittu virtausnopeus sauvojen välissä 1 m/s. Se kuinka suuri osa kiintoainehiukkasista jää välppiin riippuu välppätankojen keskinäisestä välistä, eli välppäraosta. (Karttunen 2004 s.54)

Tiheiden välppien sauvojen asennuskulma on yleensä 30 ja 60 asteen välillä. Sauvaväli tiheissä välpissä on 10 ja 35mm välillä. Välppien normaali tukkeutumisaste on 2 ja 5cm välillä ja jotta virtausvastusta saataisiin pienennettyä, on tiheissä välpissä tärkeää käyttää juuri tähän tarkoitukseen muovattuja profiilitankoja, joiden muoto parantaa veden läpivirtausta. Tukkeutumisasteella tarkoitetaan sitä kuinka suuren osan vapaasta virtauksen poikkileikkauksesta välppät sulkevat ennen puhdistusta, eli toimintaperiaate on sama kuin siivilöinnissä. Välppien puhdistus voidaan suorittaa joko käsin tai koneellisesti. Kuvassa 3. näkyvän konevälppän toimintaa ohjaa joko välpän yläpuolinen vedenkorkeus tai vaihtoehtoisesti ylä- ja alapuolisen vedenpinnan korkeusero. (Karttunen 2004 s.53- 54)



Kuva 3. Koneellisesti toimiva välppä. (Hydropress HUBER AB 2014)

Repijävälppä on saanut nimensä välppään kuuluvan repijälaitteen mukaan. Välppän oma repijälaitte hienontaa jätevedestä erotetut kappaleet sen kokoisiksi että ne mahtuvat kulkemaan tankojen välistä jäteveden kuljettamana. Repijävälppän erityisetuihin kuuluu se että vaikeasti käsiteltävältä ja hajuhaittoja aiheuttavalta orgaaniselta aineelta, eli välppäeltä vältytään. Haittoihin voidaan lukea lietteen määrän kasvu sekä se että lietteeseen pääsee runsaammin esimerkiksi murskaantunutta muovia joka haittaa laitoksen toimintaa sen keräytyessä muun muassa altaiden poistokourujen reunoille. (Karttunen 2004 s.56)

4.1.2 Siivilöinti

Siivilöinti on menetelmänä melko yksinkertainen. Sen toimintaperiaatteena toimii tukirakenteeseen kiinnitetty metallista tai nailonista valmistettu kudus jonka läpi kulkevan jäteveden sisältämä kiintoaine jää kiinni siivilään. Siivilän tehokkuus määrittyy sillä kuinka suuria siivilän aukot tai huokokset ovat suhteessa suodatettavan aineksen kokoon. (Metcalf&Eddy 2004 s.315)

Siivilät jaetaan normaalisti aukkojen koon mukaan mikro-, ja makrosiivilöihin sekä hyvin tiheisiin välppiin. Alla olevassa taulukossa 1. on esitetty eri siivilätyyppejä aukon koon mukaan. (Karttunen 2004 s.57)

Taulukko 1. Siivilätyypit aukkojen koon perusteella. (Karttunen 2004 s. 57)

Aukon tai huokosen koko	25...150 µm	0,2...4 mm	2...6 mm
Menetelmä	Mikrosiivilöinti	Makrosiivilöinti	Hyvin tiheä välppäys
Toimintatapa	Paine tai-painovoimainen	painovoimainen	Painovoimainen

Joskus muinoin jätevedenpuhdistamoissa on käytetty karkeaa siivilöintiä ainoana jätevedenkäsittelymenetelmänä tapauksissa joissa koettiin että siivilöinti yksinään riittäisi puhdistamaan jätevettä tarpeeksi. Nykyisin tästä menetelmästä on luovuttu sillä sitä ei enää missään voida pitää yksinään riittävänä jätevedenkäsittelymenetelmänä. Siivilöinnin avulla pystytään ainoastaan vaikuttamaan jäteveden välittömään visuaaliseen haittaan. Mikrosiivilöinnin avulla, pystytään kuitenkin vaikuttamaan käsittelemättömän jäteveden biokemialliseen hapenkulutukseen 20- 30 %. Tästä huolimatta menetelmän sovel-

taminen käytäntöön on vaikeaa, sillä runsaasti kiintoainetta tai rasvaa sisältävä jätevesi aiheuttaa sen että metallista tai muovista valmistetun verkkokankaan, eli viiran päälle syntyy nopeasti limakerros, jolloin siivilä tukkeutuu herkästi. Mikrosiivilöintiä ei muutenkaan voida yksinään pitää riittävänä käsittelymenetelmänä. Mikrosiivilöinti on kuitenkin oiva tapa jäteveden viimeistelyyn sillä sen avulla saadaan erotettua esimerkiksi selkeytysaltaasta karanneet kiintoainehiukkaset. (Karttunen 2004 s56- 57)

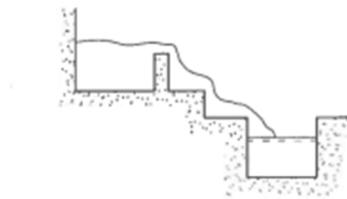
4.2 Ilmastus

Jätevesiä käsiteltäessä ei välttämättä tarvita erillistä mekaanisesti suoritettua sekoitusta tai hämmennystä, vaan jätevesien biologinen puhdistus suoritetaan yleensä ilmastuksen avulla. (Karttunen 2004 s.58). Ilmastuksen avulla jäteveteen saadaan lisättyä happea jotta hapen määrä vastaisi aerobisen hajotusprosessin hapenkulutusta (Metcalf& Eddy 2004 s.425). Ilmastimet on yleisesti jaettu viiteen eri pääluokkaan, Painovoiman hyväksikäyttöön perustuvat ilmastimet, diffuusioilmastimet, mekaaniset ilmastimet eli pintailmastimet, paineilmastimet sekä muut ilmastimet (Karttunen 2004 s.69).

4.2.1 Painovoimaan perustuvat ilmastimet

Painovoimaa hyväksikäyttävien ilmastimien toimintaperiaate on että jätevettä juoksutetaan ohuena kerroksena esimerkiksi kuvassa 4. nähtävän porrasmaisen ilmastimen tasolta toiselle. Tässä prosessissa yhtyvät monet erilaiset toiminnat, sillä jätevedenkäsittelyn puolella käytetään biologista suodatinta jonka täytemateriaalin pinta on peitetty biologisesti aktiivisella limalla. Valutusilmastusta jätevedenkäsittelyssä harkitaan yleensä silloin kun tarvittava korkeusero on saatavilla ilman että jätevettä tarvitsee pumpata.

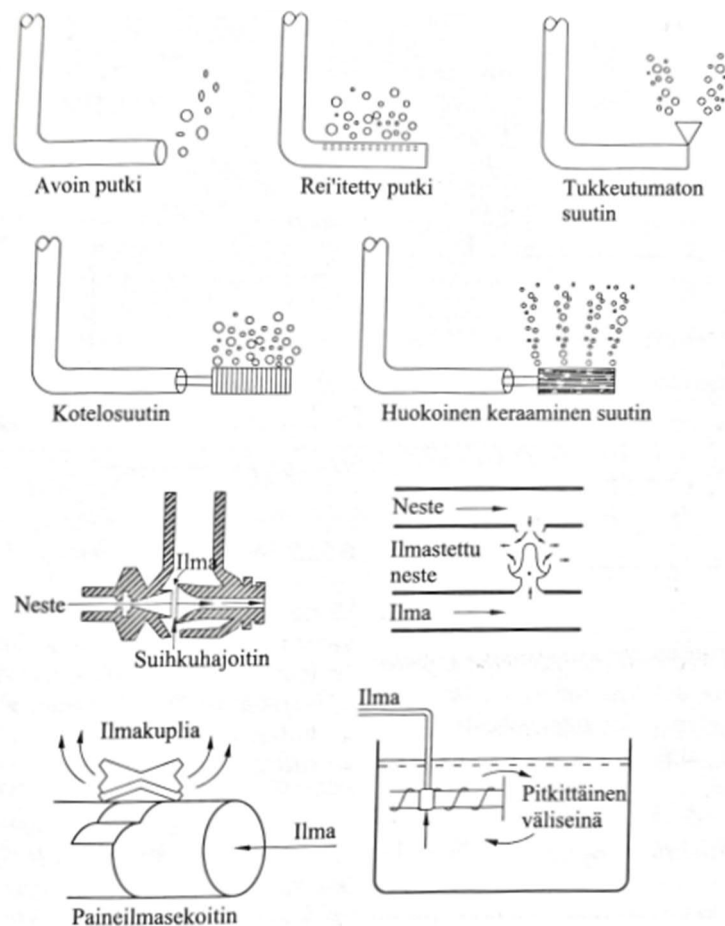
(Karttunen 2004 s.72)



Kuva 4. Periaatekuva porrailmastimesta. (Karttunen 2004 s.72)

4.2.2 Diffuusioilmastus

Diffuusioilmastus eli kuplailmastus on yleinen käsittelymenetelmä jätevesille, diffuusioilmastusta kutsutaan myös pohjailmastukseksi. Kuplailmastimia käytetään ilmas-
tusaltaissa hapen siirtämiseen, biologisen hajotustoiminnan ylläpitämiseksi, sillä ilman
happea liete alkaa paisua sen sijaan että orgaaninen aines poistuisi, johtuen rihmamais-
ten mikro-organismien kasvun lisääntymisestä. Kuplien koko sekä lukumäärä vaikutta-
vat olennaisesti siirtotehokkuuteen sekä energiantarpeeseen. Pienillä kuplilla on suu-
rempi ominaispinta-ala kuin suurilla mutta suurempi painehäviö jonka myötä myös
energiantarve on suurempi. Etenkin jätevesien käsittelyssä suuttimen pienet ilmastusrei-
ät tukkeutuvat helpommin kuin suuremmat. Kuvassa 5. on esitetty periaatepiirustuksia
erilaisista diffuusioilmastimista ja niiden muodostamien kuplien koosta sekä määrästä.
(Karttunen 2004 s.72-73)

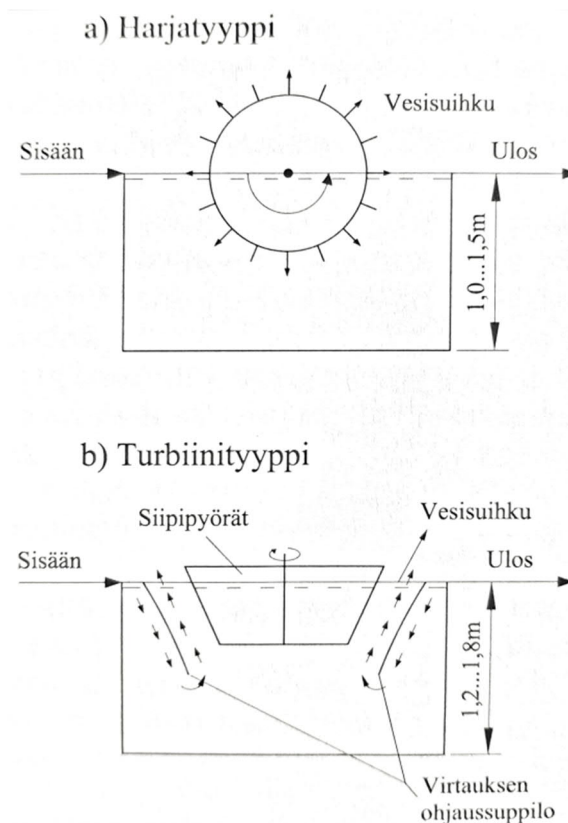


Kuva 5. Diffuusioilmastimien periaatepiirroksia. (Karttunen 2004 s.73)

4.2.3 Pintailmastus

Pintailmastimia on kahta erilaista tyyppiä, harja-, sekä turbiinityyppi. Niitä käytetään kaasujen sekä haihtuvien aineiden poistamiseen jätevedestä, ilmastimien avulla saadaan myös lisättyä happea veteen. Kuvassa 6. on esitetty molemmat perustyytit pintailmastimesta. Harjatyypinen pintailmastin ilmastaa jäteveden pyörivän harjan avulla ja turbiinityypisessä pintailmastimessa potkuria muistuttava laite pyörii hieman jäteveden pinnan alapuolella. (Karttunen 2004 s.73)

Ankarat talviolosuhteet rajoittavat pintailmastimien ulkokäyttöä Suomessa ja sisätiloissa pintailmastimien käyttöön liittyy terveydellisiä riskejä, kuten tauteja aiheuttavien mikrobin leviäminen puhdistamoissa. Pintailmastimia käytetään pääasiassa jätevesien puhdistukseen. (Karttunen 2004 s.73-74)



Kuva 6. Pintailmastimien perustyytit. (Karttunen 2004 s.74)

4.3 Selkeytys

Menetelmää jolla kiintoainetta tai nestemäisiä partikkeleita poistetaan jätevedestä painovoimaa tai keskipakovoimaa hyväksikäyttäen, kutsutaan selkeyttämiseksi. Poistettavat hiukkaset voivat olla peräisin joko aiemmista biologisista tai kemiallisista käsittelyvaiheista tai jätevesi voi itsessään sisältää niitä. (Karttunen 2004 s.77)

Yleisimpänä jäteveden käsittelymenetelmänä voidaan pitää laskeutusta joka on myös selkeytyksen tavallisin muoto ja yksi perusoperaatioista. Laskeutuksessa vettä painavammat kiintoainehiukkaset vajoavat painovoiman vaikutuksesta laskeutusaltaan pohjaan. Laskeutuksen tarkoituksena onkin poistaa kiintoainehiukkaset jätevedestä siten että jätevesi voidaan johtaa viemäriverkostoon. (Karttunen 2004 s.77)

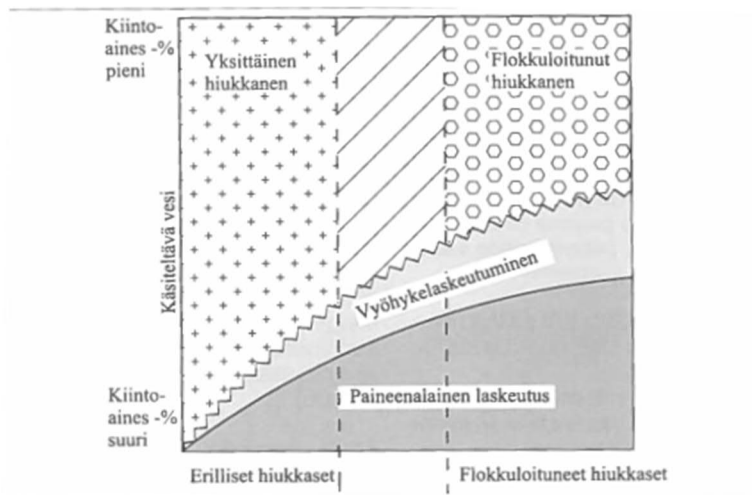
Toinen yleinen tapa poistaa kiintoainetta vedestä on flotaatio. Flotaatio perustuu siihen että veteen puhalletaan ilmaa jolloin kiintoainehiukkaset muuttuvat selvästi jätevetttä kevyemmiksi jonka johdosta ne kohoavat pinnalle. kyseistä menetelmää kutsutaan ilmaflotaatioksi. Flotaation toisena muotona voidaan pitää luonnollista flotaatiota. Luonnollisessa flotaatiossa vettä kevyemmät hiukkaset kuten rasva tai öljypisarot saadaan erotettua vedestä. (Karttunen 2004 s.77)

Kaikille edellä mainituille menetelmille yhteistä on että niissä hyödynnetään painovoimaa, virtausvastusta ja viskositeettia kiintoaineen tai liukenemattoman nestefaasin erottamiseksi jätevedestä. Vaikka edellä mainittujen selkeytys menetelmien painovoiman kiihtyvyyden on vakio, voidaan myös muuttuvaa kiihtyvyyttä käyttää hyväksi. (Karttunen 2004 s.77)

Jäteveden käsittelyssä käytetään myös sentrifugeja sekä pyörreselkeyttimiä. Nämä menetelmät käyttävät hyväkseen muuttuvaa kiihtyvyyttä ja vaikuttavana tekijänä toimivat sekä painovoima että keskipakovoima. Sentrifugeja käytetään pääasiassa lietteen käsittelyyn, jossa niiden tehtävänä on poistaa vettä lietteestä. Pyörreselkeyttimillä poistetaan kiintoainetta jätevesistä. Pyörreselkeyttimen etuina voidaan pitää sen vähäistä tilantarvetta sekä lyhyttä viipymää. (Karttunen 2004 s.77)

4.3.1 Laskeutus

Kun kiinteä hiukkanen on vettä raskaampi, alkaa se kiihtyvällä vauhdilla laskeutua kohti pohjaa. Hiukkasen vauhti kiihtyy kunnes sen paino on veden aiheuttaman vastuksen suuruinen, jonka jälkeen laskeutumisenopeus on tasainen. Hiukkasen laskeutumisenopeuden määrittää hiukkasen koko, muoto sekä tiheys, myös veden tiheys ja viskositeetti vaikuttavat laskeutumisenopeuteen. Laskeutumisenopeus on riippuvainen jäteveden viskositeetista sekä lämpötilasta. Laskeutus voi tapahtua joko vapaana laskeutumisena, flokkuloivana laskeutumisena, vyöhykelaskeutumisena tai paineenalaisena laskeutumisena. Kuvassa 7. on esitetty eri laskeutumisyöhykkeet kaavion muodossa. (Karttunen 2004 s.78)



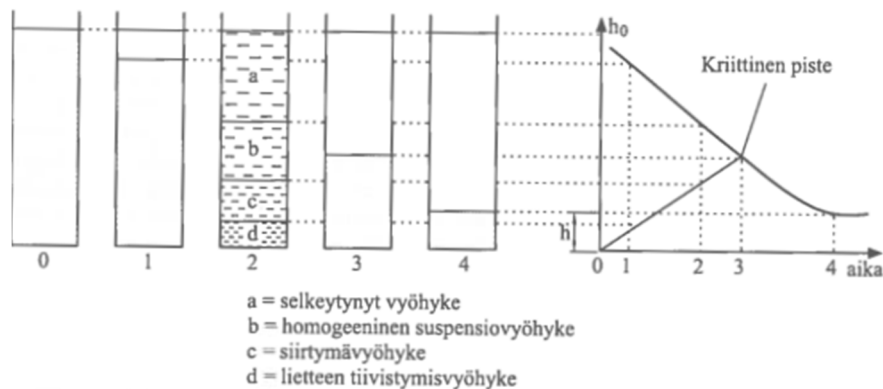
Kuva 7. Laskeutumisyöhykkeet kaaviona. (Karttunen 2004 s.78)

Vapaassa laskeutumisessa yksittäisen hiukkasen alaspäin laskeutumiseen vaikuttava tekijä määräytyy hiukkasen painon ja veden nostovoiman erotuksesta, sekä hiukkasen liikettä vastustavasta voimasta. Tasapainotilanteessa hiukkanen laskeutuu tasaisella nopeudella. Hiukkasten määrän kasvu tilavuusyksikköä kohden hidastaa hiukkasten laskeutumisenopeutta sekä vaikeuttaa veden virtaamista hiukkasten välissä. Veden virtausreitti muuttuu ahtaammaksi ja mutkikkaammaksi kasvun myötä. (Karttunen 2004 s.78)

Flokkautuva laskeutuminen alkaa kun hiukkaset kiinnittyvät löyhästi toisiinsa, jolloin hiukkasten koko, tiheys ja laskeutumisenopeus muuttuvat. Flokkautuvasta laskeutumisesta

ta voidaan puhua siinä vaiheessa kun flokin pitoisuus ylittää 50mg/l. Flokin laskeutumiseen vaikuttaviin tekijöihin voidaan pintakuorman lisäksi laskea myös viipymä jolla on olennainen vaikutus laskeutumiseen. Flokin laskeutumismopeudelle ei ole olemassa luotettavaa matemaattista kaavaa, vaan laskeutumismopeus määritetään aina laboratorioissa tehdyin kokeellisin menetelmin. (Karttunen 2004 s.82)

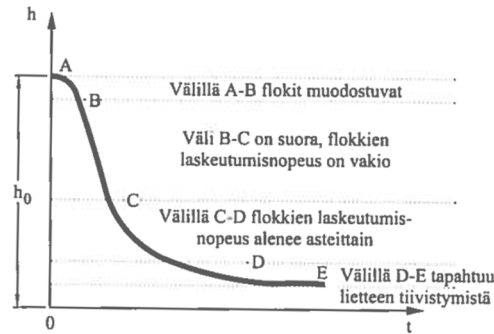
Flokkien laskeutumista aletaan kutsua vyöhykelaskeutumisiksi kun lietekonsentraatio nousee tasolle 2500- 3500 mg/l. Flokkien keskinäisten törmäysten tärkeys korostuu flokkikonsentraation kasvaessa. Aktiivilietelaitoksissa vyöhykelaskeutuminen on hyvin tyypillistä sillä lietekonsentraatiot voivat nousta hyvinkin korkeiksi. Vyöhykelaskeutuminen on saanut nimensä siinä muodostuvista toisistaan erotettavista flokkivyöhykkeistä. Kuvassa 8. voidaan nähdä 4 eri vyöhykettä, selkeytynyt vyöhyke a, homogeeninen suspensiovyöhyke b, siirtymävyöhyke c sekä lietteen tiivistymisvyöhyke d. Yleensä kolmannessa vaiheessa homogeeninen suspensiovyöhyke sekä siirtymävyöhyke häviävät. Kyseinen piste tunnetaan nimellä kriittinen piste. (Karttunen 2004 s.82)



Kuva 8. Kaaviokuva vyöhykelaskeutumisesta. (Karttunen 2004 s.83)

Kuvasta 9. jossa on esitetty Kynchin käyrä, voidaan tulkita että hiukkasen laskeutumismopeus on ainoastaan riippuvainen siitä paikallisesta konsentraatiosta jossa hiukkanen juuri sillä hetkellä sijaitsee. Tulkinta perustuu Kynchin perusväittämään: pisteiden A ja B välillä flokkikokonaisuudet alkavat muodostua lopullisesti, mutta tätä vaihetta ei aina ole olemassa ja sitä kutsutaankin epäselväksi alueeksi. Pisteiden B ja C välillä hiukkasen laskeutumismopeus on vakio mutta hiukkasen liikkeessä pisteiden C ja D välillä alkaa sen nopeus laskea asteittain. Pisteiden D ja E välillä liete tiivistyy entisestään flok-

kien joutuessa yhä enemmän tekemisiin toistensa kanssa, joka aiheuttaa lisääntyvää painetta alempana sijaitseviin kerroksiin. (Karttunen 2004 s.83)



Kuva 9. Kynchin käyrä. (Karttunen 2004 s. 83)

Paineenalaisen laskeutuksen toimintaperiaate on että lietettä hämmennetään jolloin flokkit rikkoutuvat ja sitä myöten veden poistuminen lietteestä helpottuu ja liete tiivistyy. Kyseessä oleva ilmiö tapahtuu vyöhykkeellä jota kutsutaan puristuneeksi lietevyöhykkeeksi. Mitoitukseen vaikuttavat tekijät on aina selvitettävä laboratorikokeilla. (Karttunen 2004 s.84)

Laskeutuksen mitoituseriaatteena käytetään pintakuormaa. Mitoitus perustuu yksittäisen hiukkasen laskeutumisteoriaan. Täyttö- ja tyhjennysperiaatteella toimiva allas on käytännön sovellutuksista yksinkertaisin ja vastaa parhaiten laskeutuksessa käytettyä yksittäisen hiukkasen laskeutumisteoriaa. Täyttö ja tyhjennysperiaatteella toimivan altaan toimintaperiaatteena on että jätevedet johdetaan altaaseen jossa kiintoaineen annetaan laskeutua, tämän jälkeen jo selvinnyt vesi juoksetetaan pois altaasta jonka jälkeen liete poistetaan. Edellä kuvatussa altaassa laskeutusolosuhteet ovat ihanteelliset sillä jätevesi pysyy täysin liikkumattomana. (Karttunen 2004 s.84)

Jotta laskeutusprosessin läpivirtausperiaatetta pystytään käyttämään, tarvitaan allas jossa jäteveden on mahdollista viipyä niin kauan kunnes hiukkanen on saavuttanut halutun koon ja ehtinyt laskeutua altaan pohjalle. Kyseisessä mitoituksessa käytetään pinta-kuormaa mitoituseriaatteena. (Karttunen 2004 s.86)

4.3.2 Hiekanerotus

Hiekanerotuksen toiminta perustuu laskeutukseen. Hiekanerotus on välttämätön toimenpide varsinkin sellaisia jätevesiä käsiteltäessä, jotka tulevat sekajärjestelmän viemäreistä, jolloin sen tarkoitus on poistaa kiintoainetta jätevedestä. Jotta hiekanerotuksessa saataisiin ylläpidettyä tasainen virtausnopeus virtaamien vaihdellessa, voidaan hiekanerotuksen alapäässä sijaitseva virtausaukko muotoilla alhaalta ylöspäin laajenevaksi. (Karttunen 2004 s.503)

Hiekanerotusaltaan veden virtausnopeus sekä kiertoliike saadaan aikaan ilmastuksen avulla. Ilmastuksen avulla saadaan myös nostettua öljyt, sekä rasvat pintaan. Pohjalle kertynyt hiekka poistetaan normaalisti pumpuilla. Hiekanerotusaltaita käytetään normaalisti yhdyskuntajätevesien puhdistamiseen (Karttunen 2004 s.504)

Hiekanerotusallasta pienempi ja yksinkertaisempi vaihtoehto on hiekanerotuskaivo. Hiekanerotuskaivon toiminta perustuu myös laskeutukseen. Hiekanerotuskaivossa kiintoainepitoinen jätevesi johdetaan kaivoon, jossa vettä painavampi kiintoaine laskeutuu pohjalle. Kiintoaineesta vapaa jätevesi johdetaan ulos kaivosta kaivon yläosassa sijaitsevan vesijuoksun kautta. Hiekanerotuskaivoja käytetään yleensä kohteissa, joissa käsiteltävä virtaama on pienempi. Kuvassa 10. on esitetty hiekanerotuskaivo. (Wavin-Labko Oy)



Kuva 10. Hiekanerotuskaivon poikkileikkaus. (Wavin-Labko Oy 2018)

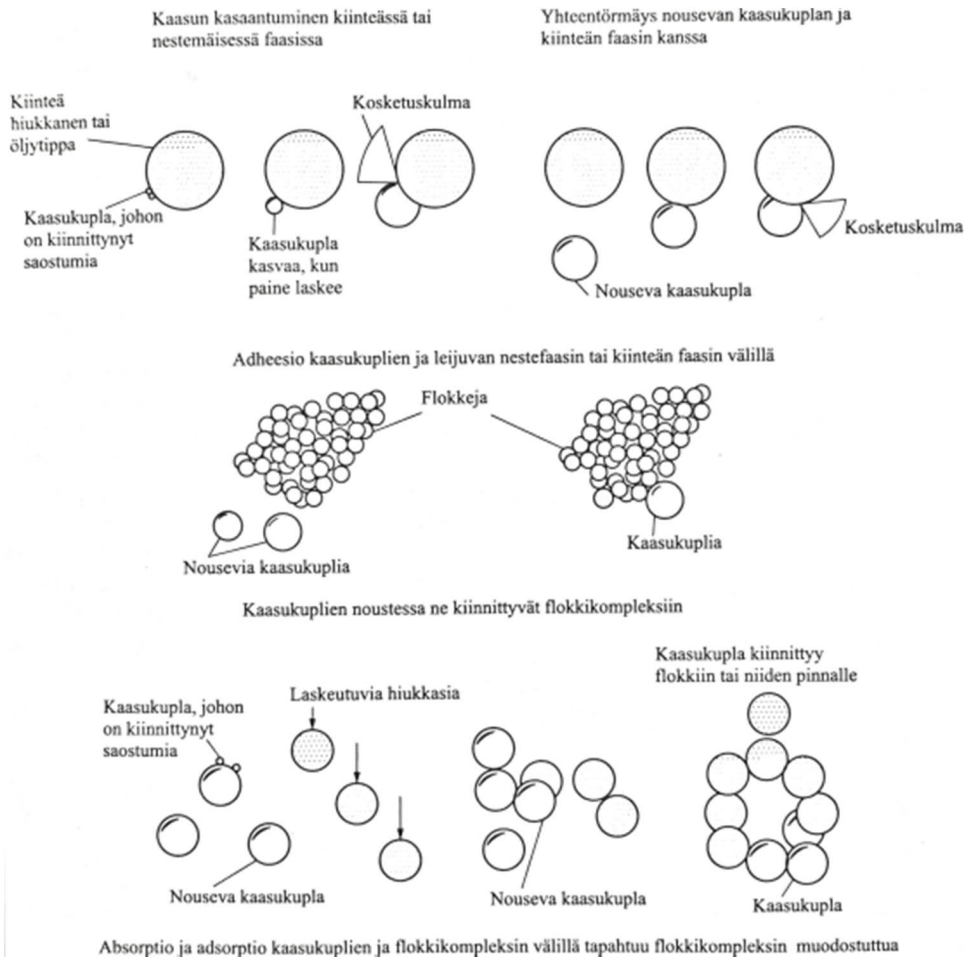
4.3.3 Flotaatio

Flotaation avulla jätevedestä saadaan erotettua kiintoainehiukkasia tai nestemäisiä partikkeleita. Jäteveteen johdatetaan pieniä kaasukuplia jotka kiinnittyessään poistettaviin partikkeleihin nostavat ne pinnalle josta ne kerätään pois. Flotaation aikaansaamiseksi käytetään normaalisti ilmaa. Voimat jotka kohdistuvat vedessä liikkuvaan hiukkaseen ovat riippumattomia hiukkasen painosta veden painoon nähden (Karttunen 2004 s.97). (Metcalf&Eddy 2004 s.419)

Partikkelin tiheys määrittää flotaatiossa käsitelläänkö partikkeli luonnollisen flotaation vai ilmaflotaation avulla. Luonnollisessa flotaatiossa veden tiheys on riittävän paljon suurempi kuin partikkelin tiheys kun taas ilmaflotaatiossa partikkelin tiheys on suurempi kuin veden tiheys ja partikkeli saadaan nostettua pinnalle ilman avulla. Luonnollista flotaatiota käytetään usein jäteveden käsittelyssä erottamaan öljyjä sekä rasvaa jätevedestä. (Karttunen 2004 s.97)

Ilmaflotaatio voidaan jakaa ilmaflotaatioon, paineflotaatioon tai vakuumiflotaatioon. Ilmaflotaatiossa veteen johdetaan normaalipianeista ilmaa. Paine-flotaatiossa ilmaa liuotetaan veteen erillisessä painesäiliössä jolloin saadaan dispersioveettä. painesäiliötä kutsutaan saturaattoriksi. Vakuumiflotaatiota käytetään ainoastaan jätevesien käsittelyyn. (Karttunen 2004 s.99)

Ilmaflotaatio poikkeaa laskeutuksesta siten että ilmaflotaatiossa hiukkasten nopeuteen pystytään vaikuttamaan lisäämällä ilmakuplien määrää, kun taas luonnollisessa laskeutuksessa ainoa vaikuttava tekijä on hiukkasten ja veden luonnollinen tiheusero eikä siihen pyritä vaikuttamaan. Ilmaflotaatiossa flokkien kokojakautumalla tai tiheyserolla ei ole vaikutusta toisin kuin laskeutuksessa. Ilmaflotaatiossa tärkeä tekijä on flokkien pintaominaisuudet sekä niiden rakenne. Kuvassa 11. on esitetty kolme eri tapaa flokkien muodostumiselle. (Karttunen 2004 s.99)



Kuva 11. Flotaatioprosessin vaatimien partikkelien muodostumisperiaate. (Karttunen 2004 s.99)

Ilmaflotaatio perustuu siihen että flotaatioaltaan pohjalle puhalletaan ilmaa riittävän hienoina kuplina ja kun kuplat lähtevät nousemaan kohti pintaa hiukkaset tarttuvat niiden pinnoille. Nämä muodostavat vettä kevyemmän kokonaisuuden jolloin ne nousevat pinnalle. Parhaimman käsittelytuloksen saavuttamiseksi suositellaan pienikokoisia kuplia jotka ovat halkaisijaltaan 40- 70 μm (Karttunen 2004 s.99- 100). Kuplakoko vaikuttaa myös käsittelytulokseen, sillä mitä suurempia kuplat ovat, sitä heikompi on myös käsittelytulos käytetyn ilman tilavuusyksikköä kohden. Ilmaflotaatiossa ei myöskään ole tarkoitus ilmastaa koko käsiteltävää vesimäärää, sillä vedessä olevat kiinteät hiukkaset ovat rakenteeltaan varsin hauraita ja särkyvät helposti, mikä heikentää käsittelytulosta (Karttunen 2004 s.99- 100). (Metcalf&Eddy 2004 s.419)

Paine-flotaatiossa käsiteltävä vesi johdetaan altaaseen johon syötetään samanaikaisesti saturaattorissa valmistettua dispersioveettä. Dispersiovesi on vettä johon on liuotettu il-

maa. Dispersioveden osuus noin 10 % käsiteltävän veden määrästä. Kun jätevesi on puhdistunut, se johdetaan pois ja käsittelyssä syntynyt pintaan noussut vaahto poistetaan.

Ilmaflotaatio soveltuu parhaiten hitaasti laskeutuvien hiukkasten, kuten flokkien poistoon. Ilmaflotaatio ei vaadi paljoa tilaa verrattuna laskeutukseen mikä voidaan laskea eduksi. Dispersioveden ilmastukseen vaaditaan kuitenkin energiaa joka nostaa käyttökustannuksia. Ilmaflotaatiota voidaan käyttää niin veden kuin jätevedenkin käsittelyyn, mutta jätevesiä käsiteltäessä sitä esiintyy lähinnä kemiallisen käsittelyn yhteydessä. (Karttunen 2004 s.102)

4.3.4 Rasvanerotus

Rasva voidaan erottaa jätevedestä sekä luonnollisella flotaatiolla että ilmaflotaatioon perustuvilla menetelmillä. Luonnollista flotaatiota käytettäessä rasvan erottamiseen, toimintaperiaate on sama kuin selkeytysaltaalla. Rasvan erotuksessa vesi poistetaan pohjan läheltä niin että rasva joka on noussut pinnalle jää altaaseen ja vesi jatkaa matkaa. Normaalisti viipymä rasvan nousemiselle pintaan on 3-5 minuuttia. Rasvanerottimen pohjalle voidaan myös johtaa ilmaa joka sekoittaessaan vettä saa rasvan nousemaan pintaan nopeammin ja estää raskasta kiintoainetta vajoamasta pohjaan. Virtaaman ja ilmamäärän suhde on normaalisti 5:1. Kohteissa joissa tulee suuria määriä öljyä tai rasvaa on välttämätöntä käyttää öljyn- tai rasvanerotinta ennen jäteveden johtamista yleiseen viemäriin. (Karttunen 2004 s.98)

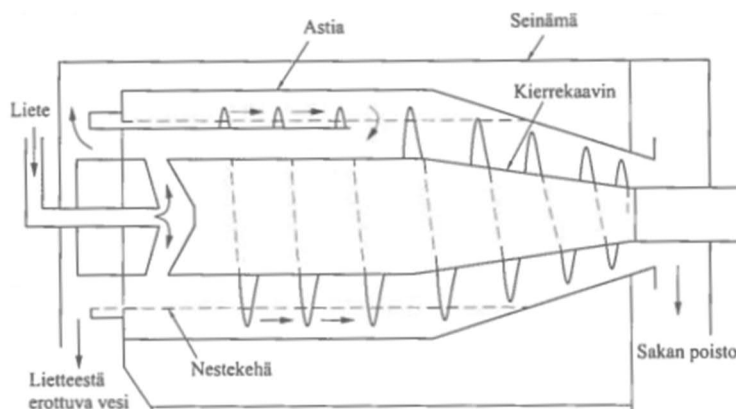
4.3.5 Sentrifugit ja pyörreselkeyttimet

Sentrifugit erottavat kiinteitä aineksia nesteestä keskipakovoimien avulla ja sen tuloksena on kaksi päävaihetta, sedimentti jonka koostumus on hyvin erikoisista hiukkasista ja kolloideista laskeutumiskelpoisiin hiukkasiin, sekä nestefaasi jonka koostumus myös vaihtelee eri tiheyksistä faaseista. (Karttunen 2004 s.104)

Jätevesien käsittelyssä sentrifugeja käytetään esimerkiksi lietteen käsittelyyn jossa niiden tarkoituksena on joko pienentää lietteen vesipitoisuutta tai konsentroida hyvin vä-

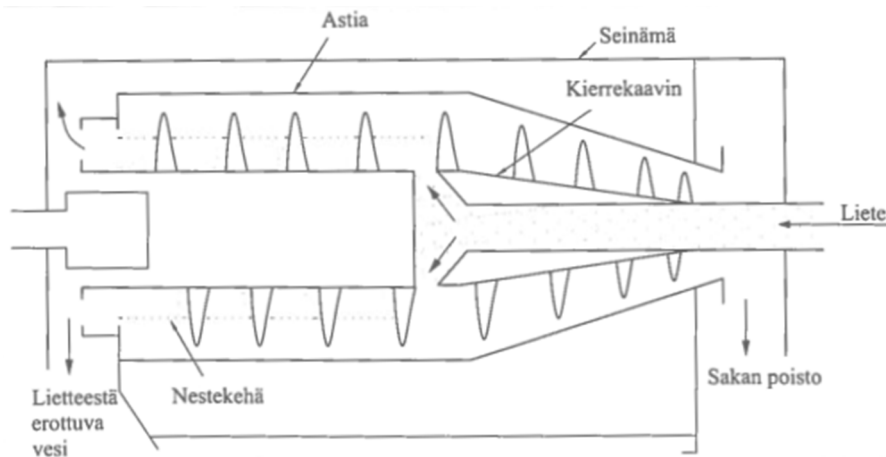
hän kiintoainesta sisältävien nesteiden lietepitoisuutta jatkokäsittelyä varten. Linko on tyypillinen sentrifugin tyyppi jota käytetään lietteen käsittelyssä. Sentrifugien kiihtyvyyden arvot, eli G-arvot, vaihtelevat normaalisti 800 ja 4000 välillä mutta voivat puhdistettaessa öljyistä vettä nousta jopa 3000- 8000 asti. (Karttunen 2004 s.105)

Vesihuollossa on käytössä jatkuvatoimisia sentrifugeja lietteen käsittelyssä. Jatkuvatoimiset sentrifugit voidaan jakaa myötävirtasentrifugeihin (kuva 12.) sekä vastavirtasentrifugeihin (kuva 13.). (Karttunen 2004 s.105)



Kuva 12. Myötävirtasentrifugi. (Karttunen 2004 s.104)

Myötävirtasentrifugin käyttö soveltuu alhaisen konsentraation sisältävien lietteiden käsittelyyn. Myötävirtasentrifugi on saanut nimensä sen mukaan että sekä tiivistetty liete että neste etenevät samaan suuntaan. Lietteiden ja nesteen erotusta tapahtuu koko matkan ajan eikä siinä myöskään ole yhtä paljon turbulenssia kuin vastavirtasentrifugissa. Myötävirtasentrifugin heikkouksiin sisältyvät kuitenkin sen alhainen hydraulinen kapasiteetti sekä voimakkaat kulumisvauriot joita aiheutuu koko roottorin alueelle. Kuivatustulos voidaan myös lukea yhdeksi heikkoudeksi. (Karttunen 2004 s.105)



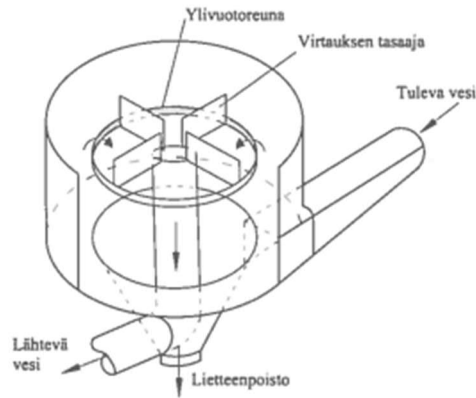
Kuva 13. Vastavirtasentrifugi. (Karttunen 2004 s.104)

Vastavirtasentrifugi eroaa myötävirtasentrifugista siten että tiivistetty liete kulkee loppuvaiheessa eri suuntaan kuin vesi ja poistuu samalta puolelta sentrifugiin syötetyn käsittelemättömän lietteen kanssa. Myötävirtasentrifugista eroten vastavirtasentrifugin hydraulinen kapasiteetti on korkea ja se soveltuu korkean konsentraation omaaville lietteille. Korkeilla kuormilla vastavirtasentrifugin kuivatustulos saattaa kuitenkin olla heikko. Kuten myötävirtasentrifugi niin myös vastavirtasentrifugi altistuu helposti kulumisen aiheuttamille paikallisille vaurioille. (Karttunen 2004 s.105)

Pyörreselkeytin on laite jolla ohjataan vettä pyöreään altaaseen josta se sitten poistetaan ylivuotoputken tai reunojen kautta. Pyörreselkeytin ei tarvitse suurta pinta-alaa verrattuna muihin perinteisiin käsittelymenetelmiin eikä sen toiminta perustu keskipakovoimaan, vaan laskeutukseen pyörivästä liikkeestä huolimatta. Selkeytyksen tehokkuus määrittyy altaan pinta-alalla sekä virtaamalla, kun virtaama jaetaan altaan pinta-alalla, saadaan tietoon altaan pintakuorman arvo m/h. Pyörreselkeyttimet voidaan jakaa kahteen eri tyyppiin: keskuspoistosiin pyörreselkeyttimiin sekä reunapoistosiin pyörreselkeyttimiin. Pyörreselkeyttimiä käytetään pääasiassa poistovesien puhdistukseen kalaviljelylaitoksissa. (Karttunen 2004 s.105- 106)

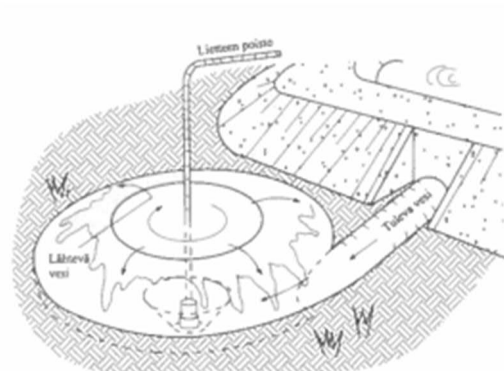
Kuvassa 14. esitetty keskuspoistoinen pyörreselkeytin on saanut nimensä sen mukaan että vesi nimen mukaisesti poistuu selkeyttimen keskeltä (Karttunen 2004 s.105)

Veden poistuminen tapahtuu ylivuotoreunan sisäpuolella olevan pystyyn, vinoon tai vaakaa-asentoon asennetun poistoputken kautta ja liete poistuu altaan pohjassa olevan poistoputken kautta. (Metcalf&Eddy 2004 s.418)



Kuva 14. Keskuspoistoinen pyörreselkeytin. (Karttunen 2004 s.106)

Toisin kuin keskuspoistoisessa pyörreselkeyttimessä, kuvassa 15. nähtävässä reunapoistoisessa pyörreselkeyttimessä, vesi poistuu reunojen kautta ja sen myötä erillistä poistoputkea ei tarvita. Tämän ansiosta liete pesä on mahdollista sijoittaa korkeammalle. (Karttunen 2004 s.105)



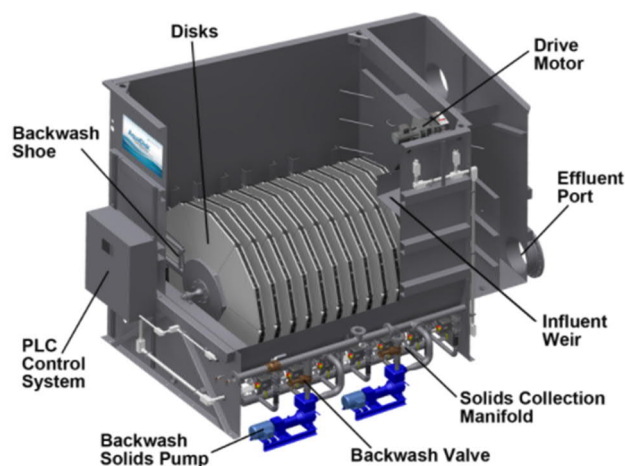
Kuva 15. Reunapoistoinen pyörreselkeytin. (Karttunen 2004 s.106)

Tutkimusten mukaan pyörreselkeyttimet soveltuvat suurten hiukkasten käsittelyyn. Mikäli kyseisellä menetelmällä käsitellään alle 200 μm kokoisia tai tiiveydeltään alle 2,0 g/cm^3 olevia hiukkasia puhdistusteho laskee liikaa. (Karttunen 2004 s.105)

4.4 Suodatus

Suodatus on yleensä vesien käsittelyssä viimeinen vaihe. Suodatusta käytetään laajasti vesienkäsittelyssä niin talousvesien, jätevesien kuin teollisuusvesienkin käsittelyyn. Suodatus perustuu siihen, että käsiteltävässä vedessä olevat kiinteät epäpuhtaudet jäävät suodattimen pinnalle tai syvempään suodatinmateriaaliin. Suodatus soveltuu sekä suurien kolloidien että suurempien partikkelien poistoon. Suodatus voidaan suorittaa joko jatkuvatoimisena suodatuksena tai vuorotoimisena suodatuksena. Jatkuvatoimisessa suodatuksessa huuhtelu tapahtuu samanaikaisesti suodatuksen kanssa kun taas vuorotoimisessa suodatuksessa huuhtelu ja suodatus tapahtuvat vuorotellen. Suodattamalla ei vaikuteta ainoastaan partikkelien poistoon vedestä vaan sillä on vaikutusta myös veden kemiallisiin ja biologisiin ominaisuuksiin. Suodattimet onkin tapana jakaa niiden toimintaperiaatteiden mukaan fysikaalisiin, kemiallisiin sekä biologisiin suodattimiin. Suodattimet voidaan jakaa myös suodatusajan, materiaalin, painovoiman käytön tai paineenkäytön mukaan. (Karttunen 2004 s. 107- 108)

Kuvassa 16. on esitetty painovoimalla toimiva kiekkosuodatin. Kiekkosuodattimen toimintaperiaatteena on suodatuskammion sekä syötetyn jäteveden pintojen korkeusero. Kiekkosuodattimella saadaan erotettua kiintoainetta vedestä viirojen pyörivästä liikkeestä aiheutuvan kitkan avulla. Kiintoaineen erottua vedestä ne siirtyvät alemmalle tasolle jossa kiintoaineesta muodostuu suuria kasaumia. Riittävän suureksi kasvaneet kasaumat siirtyvät sakeutusaltaaseen pyörivän liikkeen mukana. (Water Plan Finland Oy 2018)

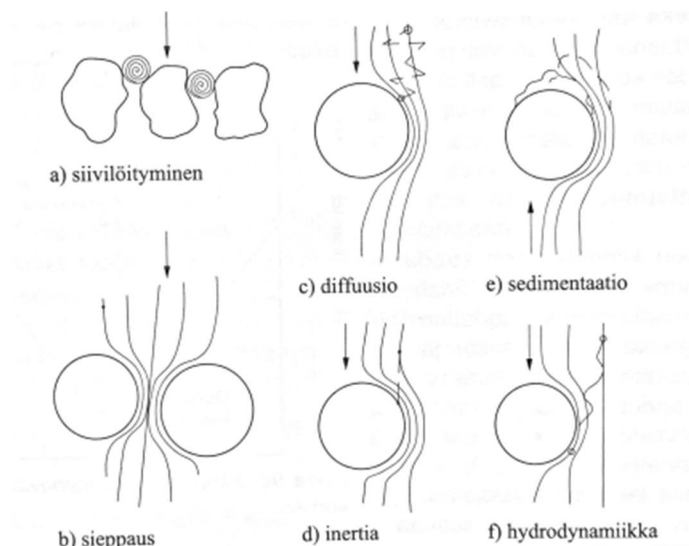


Kuva 16. Kiekkosuodatin. (Aqua aerobic systems Inc 2018)

Suodatuksesta on käytössä kaksi päätyyppiä eli suodatus rakeista suodatinmateriaalia käyttäen ja pintasuodatus. Pintasuodatusta käytetään hyvin harvoin. Pintasuodattimen suodatusperiaatteena on että suodattimen pinnassa oleva ohut suodatinkerros suodattaa veden samantyyppisesti kuin siivilöissä. Rakeiset suodattimet koostuvat yhdestä tai useammasta materiaalista ja suodatus tapahtuu pääosin itse suodattimen sisällä. (Karttunen 2004 s.108)

4.4.1 Pidättyminen ja kulkeutuminen

Pidättymiseksi voidaan laskea siivilöityminen tai suodatettavien materiaalien kasautuminen suodattimen pinnalle. Siivilöitymisessä kaikki suodatinaukkoja suuremmat hiukkaset jäävät suodattimen pinnalle. Kuvassa 17. on esitetty pidättymiseen ja kulkeutumiseen laskettavia ilmiöitä. (Karttunen 2004 s.109)



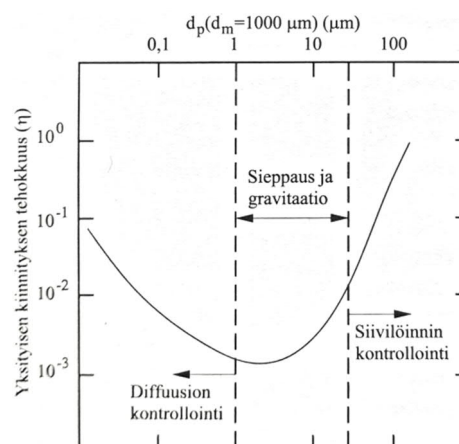
Kuva 17. Hiukkasten pidättymistavat. (Karttunen. 2004 s.109)

Siivilöitymisessä kaikki suodatinaukkoja suuremmat hiukkaset jäävät siivilän pinnalle. Sieppauksessa hiukkanen tarttuu siivilän pinnalle adheesiovoiman eli kahden eri aineen välisen vetovoiman vaikutuksesta kun virtaus ajaa hiukkasen sen oman halkaisijan etäisyydelle rakeen pinnasta. Suodatinrakeella tarkoitetaan raetta joka pystyy sitomaan pinnalleen erilaisia orgaanisia aineita hyvän adsorptiokyvyn ansiosta. Diffuusio on ilmiö jossa molekyylit pyrkivät siirtymään väkevämmästä pitoisuudesta laimeampaan. Sen avulla pystytään vaikuttamaan vain hiukkasiin joiden halkaisija on pienempi kuin 1µm,

vaikuttavana tekijänä on satunnainen lämpöliike jonka ansiosta hiukkanen tulee niin lähelle suodatinraetta että se sieppauksen tapaan pidättyy pintavoiman vaikutuksesta. Kiinnittyminen tapahtuu hiukkasen tullessa tarpeeksi lähelle suodatinraetta. Sedimentaatio eli laskeutuminen tapahtuu hiukkasten välisissä tiloissa, jonka johdosta osa kiintoaineesta siirtyy virtausviivojen välillä ja lopulta laskeutuu rakeen yläpinnalle. Hydrodynamikka vaikuttaa hiukkasen liikerataan kun laminaarivirtauksen suunta tai nopeus muuttuu, tällöin hiukkasen liikerata muuttuu virtausviivasta poikkeavaksi jolloin hiukkanen joutuu suodatinainerakeen pidätyskyvyn alueelle. Näiden kaikkien tekijöiden yhteisvaikutuksen ansiosta, suodattimilla kyetään poistamaan myös selvästi suodatinhuokosia pienempiä partikkeleita. (Karttunen 2004 s.109- 110)

4.4.2 Kiinnittyminen

Se mikä aiheuttaa epäpuhtauksien kiinnittymisen suodattimen pinnalle on hiukkasten ja suodattimen välille syntyvän koheesivoiman eli vetovoiman sekä adsorption ansiota. Adsorptiosta kerrotaan lisää seuraavassa kappaleessa. Mitä hitaammin vesi virtaa suodattimen läpi, sitä tehokkaammin myös epäpuhtaudet jäävät kiinni suodattimeen. Sen lisäksi että partikkelit siivilöityvät ne myös muodostavat flokkeja törmätessä toisiinsa, joka helpottaa niiden kiinnittymistä, koon kasvamisen myötä. Partikkelien koko vaikuttaa siivilöintiprosessiin, sillä kun partikkelin koko on suurempi kuin $40 \mu\text{m}$ tulee siivilöintiprosessista määräävä, kun taas koon ollessa alle $1 \mu\text{m}$ kiinnittyvät hiukkaset suodatinrakeiden pinnalle diffuusion ansiosta. Kuvasta 18. jossa on esitetty kiinnittymisen riippuvuus partikkelin koosta, voi myös nähdä että $1 \mu\text{m}$ sekä $40 \mu\text{m}$ välillä oleviin partikkeleihin vaikuttaa sieppaus sekä gravitaatio. (Karttunen 2004 s. 110)



Kuva 18. Kiinnittymisen riippuvuus partikkelin koosta. (Karttunen. 2004 s. 110)

4.4.3 Kiinnittyneiden hiukkasten irtoaminen

Suodatinaukkojen koko pienenee hiukkasten kiinnittyessä suodattimeen ja se aiheuttaa veden virtausnopeuden kasvun. Veden virtausnopeuden kasvu aiheuttaa jo kiinnittyneiden hiukkasten irtoamisen jolloin ne painuvat syvemmillä suodatinmateriaalin sisälle. Osa hiukkasista saattaa jopa päästä suodattimen läpi. Flokkien jäädessä kiinni suodattimeen myös suodattimen suodatuskyky heikkenee. Siinä vaiheessa kun hiukkaset alkavat tukkia suodatinta on suodatin huuhdeltava. (Karttunen 2004 s. 110)

4.5 Adsorptio

Aineen tai aineiden kerääntyessä kahden eri faasin rajapinnalle on kyse adsorptiosta. Adsorptio voi olla joko kemiallinen, fysikaalinen tai kemiallinen ja fysikaalinen prosessi, riippuen sitoutumisen tyypistä. (Karttunen 2004 s.118)

Adsorbentiksi kutsutaan aineita jotka adsorboivat ja poistettavat aineet ovat nimeltään adsorbaatteja. Adsorbentteina käytetään yleisimmin aktiivihiiltä, joko jauheen tai rakeiden muodossa. Adsorptioon vaikuttavia tekijöitä ovat adsorbentin fysikaaliset ja kemialliset ominaisuudet, minkä luonteinen adsorptio on kyseessä, adsorbaatin välisten sidosten luonne sekä lämpötila ja pH. Adsorptioprosessin luonteella tarkoitetaan onko kyseessä kemiallinen vai fysikaalinen tai kemiallinen ja fysikaalinen sitoutuminen. Adsorbentin ja adsorbaatin sidosten välisellä luonteella tarkoitetaan, onko kyse sähköisestä voimasta, hydrofobisesta sitoutumisesta vai vetysidoksesta. (Karttunen 2004 s.118)

4.5.1 Fysikaalinen adsorptio

Fysikaaliseksi adsorptioksi kutsutaan sitä kun van der Waalsin voimat aiheuttavat kaasujen nesteytymisen adsorbentin pinnalle, jonka johdosta adsorbentit alkavat vetämään adsorbaatteja puoleensa. Fysikaalisessa adsorptiossa muodostuvien sidosten energiapiitoisuus on erittäin vähäinen. Alhaisen sidosenergian johdosta fysikaalista adsorptiota voidaan pitää kaasun nesteytymisenä kiinteän aineen pinnalle.

Adsorboituneiden aineiden poisto onnistuu lämmittämällä pintaa alhaisessa lämpötilassa. (Karttunen 2004 s.118)

4.5.2 Kemiallinen adsorptio

Kemisorptio, eli kemiallinen absorptio perustuu fysikaalisesta absorptiosta eroten adsorbaatin sitoutumiseen adsorboivan aineen pinnalle kemiallisten sidosten johdosta. Sidosenergia on yli kymmenkertainen verrattuna fysikaaliseen adsorptioon, mutta pinnalle voi muodostua ainoastaan yksi kerros kemisorption avulla. Yhden kemiallisesti sitoutuneen kerroksen päälle voi muodostua fysikaalisen adsorption kautta uusia kerroksia. Kemiallisesti sitoutunutta kerrosta ei välttämättä saada poistettua kuumentamalla pintaa toisin kuin fysikaalisessa adsorptiossa. Tämä johtuu siitä että kemisorptio muodostaa kemiallisen yhdisteen adsorbenttiin pinnalle, eikä kiinteän aineen pinnalle niin kuin fysikaalisessa adsorptiossa. (Karttunen 2004 s.118)

4.5.3 Adsorptio termodynaamisesta näkökulmasta

Lähtökohtana adsorption tarkastelulle termodynaamisesta näkökulmasta on adsorbenttiin, adsorbaatin sekä liuottimen pyrkimys saavuttaa vapaan energiatason pienin arvo. Adsorbenttiin sekä adsorbaatin tasapainotila on mahdollista määrittää edellä mainitulla lähestymistavalla. Tasapainotilan saavuttamisella on suuri merkitys adsorptiomenetelmää suunniteltaessa vedenpuhdistukseen. (Karttunen 2004 s.118)

5 TUTKIMUS

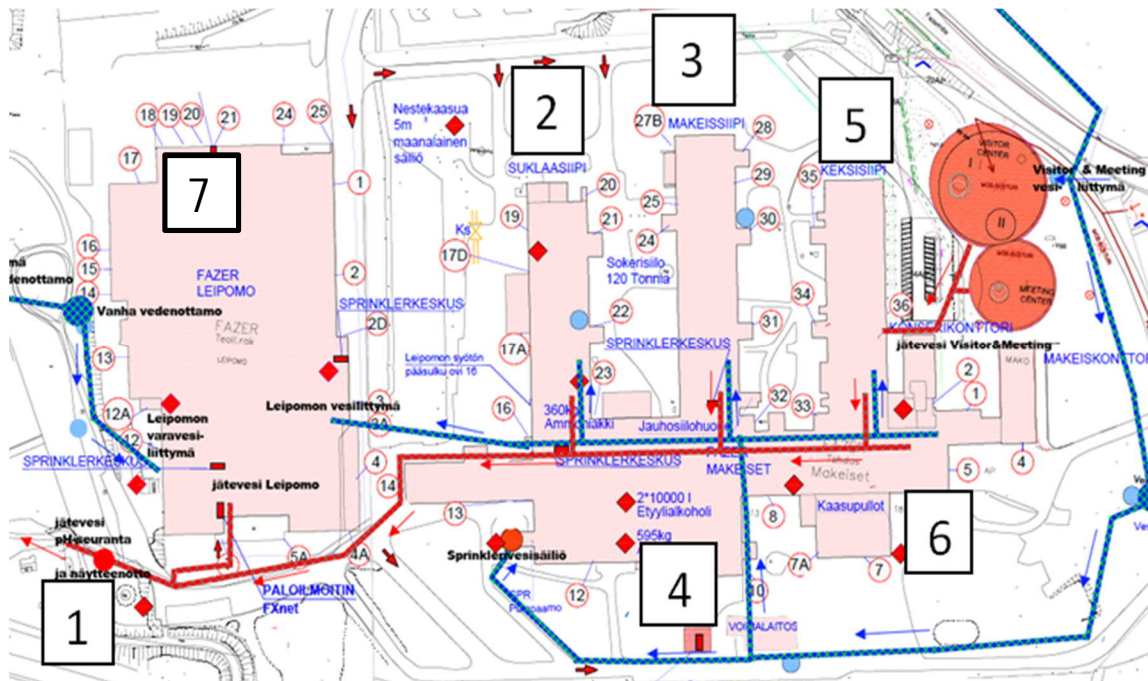
Tämän tutkimuksen tavoitteena on nykytilanteen tekninen kuvaus ja siihen pohjautuen selvittää miten nykytilannetta kannattaisi ja voisi parantaa uusilla ratkaisuilla, sekä missä laajuudessa jätevedenkäsittelyn tehostaminen olisi taloudellisesti kannattavaa (Aloituspalaveri.2018). Tutkimuksessa käydään myös läpi nykytilanteessa ilmenneitä ongelmia. Tutkimuksessa vertaillaan eri jäteveden käsittelyvaihtoehtoja ja selvitetään jakeiden laatua. Tarkoituksena on myös selvittää, mikä käsittelymenetelmä sopisi parhaiten juuri Fazerille ja onko kuormitusta mahdollista vähentää prosessien sisällä. Tutkimuksessa käydään läpi koko laitoksen jätevesitiedot, sillä potentiaalisia kehityskohteita löytyy ympäri laitosta (Aloituspalaveri 2018).

Lähtötietoina tutkimukselle on käytetty HSY:n vaatimia 6 kertaa vuodessa otettuja kokoomanäytteitä vuosilta 2015- 2017. Muita käytettyjä lähtötietoja ovat vuonna 2017 loka-, sekä marraskuussa otetut 2 ylimääräistä kokoomanäytettä, sekä pistemäiset kertonäytteet tehtaan eri alueilta. Pistemäiset kertonäytteet on otettu jätevesitoimintojen kehittämismahdollisuuksien tunnistamiseksi. Lähtötietoina on myös käytetty Fazer Makeiset Oy:n työntekijöiden Matias Syrilän, Ilkka Niskasén sekä Jenni Heiskarin kanssa käytyjä keskusteluja.

Kokoomanäytteellä tarkoitetaan näytettä joka on saatu yhdistämällä useita kertonäytteitä. Kertonäytteet on voitu ottaa esimerkiksi tunnin välein 24 tunnin ajan. Kokoomanäyte kuvaa jäteveden vuorokautista laatua. Kertonäytteellä tarkoitetaan ”pistokoenäytettä” joka kuvaa jäteveden hetkellistä laatua. (Vesilaitosyhdistys 2016)

5.1 Yleiskuvaus tehdasalueesta

Kuvassa 19.on esitetty asemapiirustus tehdasalueesta, johon on merkitty jätevesiviemäri punaisella, eri jätevesijakeiden sijainnit, sekä näytteenottokoppi josta kokoomanäytteet ovat otettu. Tehdas jakautuu useaan eri osaan jotka ovat numeroituna asemapiirustukseen numeroilla 1-7. Tontilla sijaitsee myös Fazer Leipomot Oy, joka on osa Fazer konsernia mutta eri yritys kuin Fazer Makeiset Oy.



Kuva 19. Vesihuollon asemapiirustus. (Syrilä 2018)

Kuvassa 19. olevat numerot tarkoittavat seuraavia alueita:

1. Näytteenottokoppi josta kokoomanäytteet otetaan. (Syrilä 2018)
2. Suklaasiipi, jossa sijaitsee maidonhahduttamo, pesuhuone laiteosille, suklaamassan valmistusosasto sekä monta suklaaavalu-, sekä kuorrutuslinjaa. (Syrilä 2018)
3. Makeissiipi, jossa sijaitsee yksi iso suklaaavalulinja ja pienempiä valmistuslaitteita. Siivessä myös kaksi pesuhuonetta, joissa pestään laitteiden osia, laatikoita sekä muotteja. (Syrilä 2018)
4. VUT, eli vanha uusi tehdas. VUT:ssa on isoja suklaaavalu- ja kuorrutuslinjoja, yhden linjan keittiö jossa valmistetaan sokeri- ja maitopohjaisia massoja, kaksi pesuhuonetta joissa pestään teräskontteja ja laiteosia. VUT:ssa sijaitsee myös tehtaan välivaraston yhteydessä oleva pesula, jossa pestään koneellisesti laatikoita, levyjä ja muotteja. (Syrilä 2018)
5. Keksisiipi, jossa valmistetaan keksituotteita usealla eri valmistuslinjalla. Keksisiivessä käsitellään jauhoja, rasvoja sekä sokereita. (Syrilä 2018)
6. Konttoritilat sekä henkilöstöruokala Arriba, jolla oma teollisuuskeittiö jossa pesukoneita. (Syrilä 2018)
7. Fazer Leipomot Oy. (Syrilä 2018)

5.1.1 Jätevesivirtaamat

Liitteestä 1. on nähtävissä suklaa-, ja makeissiiven sekä VUT:n päivittäinen jätevesivirtaama vuodelta 2017. Kuten kuvasta näkyy, on jäteveden virtaaman vaihtelu erittäin suurta. Vuoden aikana jätevesivirtaama on ollut pienimmillään 21 m³ päivässä, kun taas suurimmillaan 771 m³ päivässä. Virtaaman keskiarvo nousee myös mentäessä loppuvuotta kohti johtuen siitä että, suklaata valmistetaan enemmän. Suuret virtaaman vaihtelut ovat selitettävissä tuotannon vaihteluilla sekä sillä, että tukitoiminnot kuten esimerkiksi pesut eivät ole jatkuvasti toistuvia. Virtaaman vaihteluun vaikuttavat myös se että sesonkiaikojen ulkopuolella tuotanto on seissyt viikonloppuisin, sekä ajanjakso, jolle suurin osa kesälomista sijoittuu. Kesäaikaan tehtaalla ollut huoltoseisokki on myös havaittavissa mittaustuloksista (Välipalaveri 2018). Mittaushäiriöt on myös otettava huomioon sillä jatkuvatoimisen virtausmittauksen arvoissa oli havaittavissa negatiivisia virtaamia. Negatiiviset virtaamat on poistettu kuvaajasta.

Liitteen 1. mukaisesti jätevesivirtaaman keskiarvo on noussut vuosi vuodelta. Keskiarvon nousu on selitettävissä osittain tuotannon vaihtelulla ja kasvulla jonka myötä myös sekä laite-, että prosessipesut ovat lisääntyneet. Eri tuotteiden valmistuksesta syntyy eri määrä jätevettä. Tukitoimintojen, kuten pesujen lisääntyessä myös jäteveden määrä kasvaa. (Välipalaveri 2018)

Liitteestä 1. on nähtävissä suklaa-, ja makeissiiven sekä VUT:in jätevesivirtaamat vuosilta 2015- 2017. Jätevesivirtaama on kasvanut vuositasolla, kuten myös päivittäinen jätevesikeskiarvo. Kuten päivittäinen jätevesikeskiarvo niin myös vuosittaisen jätevesivirtaaman kasvu on selitettävissä tuotannon vaatimien tukitoimintojen, sekä valmistettävien tuotteiden vaihteluilla

Liitteestä 1. on nähtävissä leipomon päivittäinen jätevesivirtaama vuodelta 2017. Kuten kuvasta näkyy, on myös leipomolta tulevan jäteveden virtaaman vaihtelu erittäin suurta. Vuoden aikana jätevesivirtaama on ollut pienimmillään 1,5 m³ päivässä, kun taas suurimmillaan 218 m³ päivässä. Suuret virtaaman vaihtelut ovat selitettävissä sillä että laitteita ei pestä joka päivä, sekä sillä että tehtaalla ei ole ollut juurikaan toimintaa esimerkiksi pyhäpäivinä.

Kuten Liitteestä 1. voi nähdä, on leipomolta tulevan jäteveden virtaaman keskiarvo noussut vuosi vuodelta. Keskiarvon nousu on selitettävissä tuotannon kasvulla jonka myötä laite-, sekä prosessipesut ovat lisääntyneet. Pesujen lisääntyessä myös jäteveden määrä on kasvanut. Tuotannon kasvun lisäksi myös eri tuotteiden valmistuksesta syntyvässä jäteveden määrässä on vaihteluita.

Liitteestä 1. on nähtävissä leipomolta tulevan jäteveden kokonaisvirtaama vuosilta 2015- 2017. Jätevesivirtaama on kasvanut vuositasolla, kuten myös päivittäinen jätevesikeskiarvo. Jätevesivirtaaman kasvu voi olla selitettävissä tuotannon kasvulla, jonka myötä myös laitteiden sekä prosessin pesut ovat lisääntyneet. Tämän lisäksi myös tuoteportfolion sisällöllä on vaikutusta asiaan, sillä valmistettavien tuotteiden vaatimat tukitoimet vaihtelevat suuresti joka myös osittain selittää vuosittaisen jätevesivirtaaman kasvua.

Liitteestä 1. on nähtävissä keksisiiven päivittäinen jätevesivirtaama vuodelta 2017. Kuten kuvasta näkyy, on myös keksisiiven jäteveden virtaaman vaihtelu suurta ja jätevesivirtaama on kasvanut loppuvuotta kohti. Vuoden aikana jätevesivirtaama on ollut pienimmillään 0 m³ päivässä, kun taas suurimmillaan 170 m³ päivässä. Suuret virtaaman vaihtelut ovat selitettävissä tuotannon vaihtelulla, sekä sillä että laitteita ei pestä joka päivä tai että tuotanto on seissyt. Kuten leipomolla, niin myös keksisiivessä tuoteportfolion sisältö vaikuttaa jäteveden määrään.

Kuten liitteestä 1. voi nähdä, on jäteveden virtaaman keskiarvo vaihdellut vuosien 2015-2017 välillä. Keskiarvon vaihtelu voi olla selitettävissä sillä että keksituotanto on ollut pienempää vuonna 2016 kuin esimerkiksi vuosina 2015 tai 2017, sekä tuoteportfolion sisällöllä kuten jo aiemmin tekstissä mainittiin. Vaihtelu tuotannossa vaikuttaa myös laite-, sekä prosessipesujen määrään jolla on suora vaikutus jäteveden määrään.

Liitteestä 1. on nähtävissä leipomon jätevesivirtaama vuositasolla, vuosilta 2015- 2017. Jätevesivirtaama on vaihdellut vuositasolla, kuten myös päivittäinen jätevesikeskiarvo. Jätevesimäärän vaihtelu voi olla selitettävissä tuotannon määrän laskulla tai nousulla.

5.2 Jätevesijakeiden laatu

Jätevesijakeiden laatua tarkastellaan, eri puolilta tehdasta otettujen jätevesinäytteiden sisältämien pitoisuuksien mukaan. Seuraavissa kappaleissa käydään läpi näytteiden kiintoaine-, sekä rasvapitoisuus, pH-arvo sekä biokemiallinen hapenkulutus.

Jätevedestä otettuja kertanäytteitä tarkasteltaessa on otettava huomioon, että mitatut arvot eivät välttämättä kerro jäteveden todellista laatua vaan ainoastaan näytteenottohetkellä virtaavan jäteveden laadun. Kertanäytteen avulla ei pystytä kattavasti kuvaamaan jäteveden laatua, jos se vaihtelee voimakkaasti. Kertanäytteenotossa on sattumanvaraista, millä hetkellä näyte jätevesivirrasta otetaan. Kuten kappaleessa 3. kerrotaan, ovat elintarviketeollisuuden jätevedet harvoin tasalaatuisia ja virtaaman vaihtelu on erittäin suurta, joka myös vaikuttaa mittaustulokseen.

5.2.1 pH-arvo

Liitteestä 2. on nähtävissä keksisiivistä, VUT:sta, makeissiivistä, suklaasiivistä, leipomolta, sekä näytteenottokopista otetut näytteet vuoden 2017 loka-, sekä marraskuulta. Kuten liitteestä 2. on nähtävissä, on kertanäytteiden pH-arvo vaihdellut runsaasti. pH-arvojen vaihtelut ovat melko suuria tehtaan eri osien ja jopa samasta paikasta otettujen kertanäytteiden välillä. Arvojen vaihtelu voi olla selitettävissä tuotannon muutoksilla. Esimerkiksi keksisiiven pH-arvo on keskiarvoltaan kaikista matalin. Keksisiiven matala pH-arvo on todennäköisesti selitettävissä marmeladin matalalla pH-arvolla, sillä ainoastaan pesuvedet joissa on käytetty happoja sekä emäksiä, neutraloidaan (Välipalaveri 2018). Viemärien kuluminen on osittain selitettävissä alhaisella pH-arvolla (Vesilaitosyhdistys 2016. s.40).

Liitteestä 2. on nähtävissä tehtaan jätevesistä vuosien 2015- 2017 aikana otettujen kokoomanäytteiden pH-arvot. Kuten kuvasta voi nähdä, on kokoomanäytteen pH-arvo ollut melko alhainen. Jäteveden pH-arvossa ei juuri ole ollut vaihteluita vaan se on pysytellyt 3,7 ja 4,6 välillä. Suurimmat vaihtelut pH-arvossa on havaittavissa vuosien 2015 ja 2016 välillä.

Matalalla pH-arvolla on viemäreiden kulumisen lisäksi vaikutusta myös biologisen prosessin toimintaan, sillä liian matala pH-arvo aiheuttaa häiriötä mikro-organismien toiminnassa. Biologisen prosessin parhaimman mahdollisen toimimisen varmistamiseksi tulisi jäteveden pH-arvon olla 7-8. (Vesilaitosyhdistys 2016 s.40)

5.2.2 Rasvapitoisuus

Liitteestä 2. on nähtävissä keksisiivestä, VUT:sta, makeissiivestä, suklaasiivestä, leipomolta, sekä näytteenottokopista otettujen näytteiden sisältämät rasvapitoisuudet vuoden 2017 loka-, sekä marraskuulta. Kuten näytteistä on havaittavissa, on jäteveden rasvapitoisuudessa suuria vaihteluita. Lokakuussa keksisiivestä otetussa näytteessä voi olla kyseessä mittausvirhe, tai mahdollinen prosessihäiriö ja tämän takia jäteveden rasvapitoisuus on todella korkea, saman virheen tai prosessihäiriön voi havaita myös liitteessä 2. nähtävästä lokakuun kertaanäytteen kiintoainepitoisuudesta. Todennäköisesti kyseessä on ollut prosessihäiriö sillä keksisiivestä mitattu korkea rasvapitoisuus näkyy myös kokoomanäytteessä. Mitatut arvot kuvaavat hyvin kappaleessa 3. mainittua elintarviketeollisuudelle tyypillistä jätevesilaadun vaihtelua.

Liitteessä 2. on esitetty kokoomanäytteiden rasvapitoisuus vuosilta 2015- 2017. Kokoomanäytteiden jäteveden rasvapitoisuudessa on ollut erittäin suuria vaihteluita vuosien 2015- 2017 välillä. Otetuissa näytteissä on huomioitava että ajoittain rasvan määrä jätevedessä on ollut erittäin alhainen, pienimmillään 9,1 mg/l joka voi viitatta mittausvirheeseen tai huoltokatkoon, eikä se välttämättä kerro jäteveden todellista rasvapitoisuutta. Suurimmillaan rasvan määrä on ollut 940 mg/l maaliskuussa 2015 otetussa kokoomanäytteessä. Rasvanerotuskaivon tyhjennysvälillä on varmasti myös vaikutusta mitattuihin rasvapitoisuuksiin. Vuoden 2017 alussa, rasvakaivon saneerauksen yhteydessä on saattanut päästä enemmän rasvaa läpi joka on mahdollisesti myös vaikuttanut kokoomanäytteeseen.

5.2.3 Kiintoainepitoisuus

Liitteestä 2. on nähtävissä keksisiivestä, VUT:sta, makeissiivestä, suklaasiivestä, leipomolta, sekä näytteenottokopista otettujen näytteiden sisältämät kiintoainepitoisuudet

vuoden 2017 loka- ja marraskuulta. Lokakuun kokoomanäytteen korkea kiintoainepitoisuus selittyy keksisiivestä lokakuussa otetun näytteen sisältämällä kiintoaineella. Keksisiiven lokakuun näytteessä on saattanut tapahtua mittausvirhe tai kyseessä on voinut olla prosessihäiriö jolloin kiintoainetta on päässyt viemäriin normaalia enemmän, sillä mitattu arvo näyttää 27000 mg/l. Mitattu arvo on kuitenkin päätetty ottaa mukaan tarkasteluun sillä se on myös vaikuttanut kokoomanäytteeseen ja se havainnollistaa kuinka voimakkaasti jäteveden laatu vaihtelee. (Välipalaveri. 2018).

Liitteessä 2. on esitetty kokoomanäytteiden kiintoainepitoisuus vuosilta 2015- 2017. Kokoomanäytteiden jäteveden kiintoainepitoisuudessa on myös ollut erittäin suuria vaihteluita vuosien 2015- 2017 välillä. Otetuissa näytteissä jäteveden kiintoainepitoisuus on ollut pienimmillään 540 mg/l. Suurimmillaan kiintoaineen määrä on ollut 2600 mg/l.

5.2.4 Biokemiallinen hapenkulutus

Liitteestä 2. on nähtävissä keksisiivestä, VUT:sta, makeissiivestä, suklaasiivestä, leipomolta, sekä näytteenottokopista otetut näytteet vuoden 2017 loka-, sekä marraskuulta. Myös jäteveden biokemiallisen hapenkulutuksen arvot vaihtelevat erittäin paljon otettujen näytteiden perusteella. Biokemialliseen hapenkulutukseen vaikuttaa jätevedessä olevan orgaanisen aineen määrä (Vesilaitosyhdistys 2016 s.40).

Liitteestä 2. voi nähdä kokoomanäytteiden biokemiallisen hapenkulutuksen. Kokoomanäytteiden biokemiallisessa hapenkulutuksessa on myös havaittavissa erittäin suuria vaihteluita joka selittyy jätevesien sisältämän orgaanisen aineen määrällä ja laadulla (Vesilaitosyhdistys 2016 s.40). Kaikki orgaaninen aines ei kuitenkaan näy BOD- analyyseissä, esimerkiksi hajoamaton, tai analyysiin nähden liian hitaasti hajoava orgaaninen aines eivät näy analyyseissä.

5.3 Tehtaan jätevesikuormat

Tehtaan eri jätevesijakeiden merkitystä voidaan vertailla laskemalla kunkin jätevesijakeen kuormitus. Kuormitus lasketaan jätevesijakeen virtaaman ja pitoisuuden tulona. Saataessa jätevesijakeiden kuorma tietoon, pystytään sen perusteella tarkastelemaan mi-

tä jaetta tai jakeita käsittelemällä saavutettaisiin parempi jäteveden laatu, tai voidaan muutoin vähentää jätevesikuormaa tehokkaammin. Siitä huolimatta että liitteessä 2. nähtävissä kuvaajissa on havaittavissa erittäin korkeita rasva-, sekä kiintoaine pitoisuuksia tehtaan tietyiltä alueilta, ei se välttämättä kerro todellisuutta siitä mikä jätevesijae tai tehtaan alue on jätevesien suurin kuormittaja.

Jotta tehtaan jätevesijakeiden kuormituksesta saataisiin mahdollisimman todenmukainen, otetaan tarkasteluun ainoastaan vuonna 2017 otettujen näytteiden keskiarvo. Tämä johtuu siitä että jätevesivirtaaman päivittäinen keskiarvo sekä vuotuinen jätevesimäärä ovat nousseet vuosi vuodelta. Laskettua jäteveden kuormitusta ei kuitenkaan voida pitää luotettavana vaan ainoastaan suuntaa antavana, johtuen jo aikaisemmin mainitusta epäluotettavuudesta kertanäytteenotossa. Huomioitava on myös se että jakeista on saatavilla ainoastaan näytteet vuoden 2017 loka-, sekä marraskuulta.

Taselaskennan avulla pystytään tarkastelemaan myös käytettyjen mittaustietojen luotettavuutta ja esimerkiksi arvioida niiden jätevesijakeiden laatua ja määrää, joista ei ole kattavia mittaustietoja. Taselaskennan avulla saadut tehtaan eri jätevesijakeiden kuormitukset ovat nähtävissä liitteestä 4. Tehtaan eri alueiden jätevesikuormaa käydään tarkemmin läpi seuraavissa kappaleissa.

5.3.1 Jäteveden kokonaiskuorma

Jäteveden kokonaiskuorman tarkasteluun otetaan kokoomanäytteiden sisältämät pitoisuudet vuodelta 2017. Kokoomanäytteiden sisältämien pitoisuuksien keskiarvo oli kiintoaineelle 1013 mg/l, rasvalle 273 mg/l, biokemialliselle hapenkulutukselle 2547 mg/l ja pH-arvo 4,1. Päivittäisen jätevesivirtaaman keskiarvo koko tehtaalla oli 551 m³/d. Päivittäinen jätevesivirtaaman keskiarvo saadaan laskemalla leipomolta, makeistehtaalta sekä keksisiivestä saadut päivittäisen virtaaman keskiarvot yhteen.

Tarkasteltaessa koko tehtaan jätevesikuormaa saadaan päivittäiseksi viemäriin meneväksi kiintoaineen määräksi 622 kg. Rasvaa viemäriin menee päivittäin 150 kg. Jäteveden korkeasta rasva-, sekä kiintoainepitoisuudesta johtuen myös biokemiallisen hapen-

kulutuksen arvot ovat korkeita (Vesilaitosyhdistys 2016 s.40). Tehtaan päivittäinen jäteveden kokonaiskuorma on nähtävissä liitteestä 4.

5.3.2 Leipomon jätevesikuorma

Leipomon jätevesikuormaa tarkastellaan jatkuvatoimisen virtausmittauksen avulla saadulla jätevesivirtaaman päivittäisellä keskiarvolla sekä loppuvuodesta 2017 otettujen kertonäytteiden sisältämien pitoisuuksien mukaan. Vuonna 2017, päivittäisen jätevesivirtaaman keskiarvo oli 96 m³/d.

Tarkasteltaessa leipomon päivittäistä jätevesikuormaa saadaan päivittäiseksi viemäriin meneväksi kiintoainemääräksi 94 kg, rasvaa viemäriin menee päivittäin 38 kg ja biokemiallinen hapenkulutus on 281 kg. Leipomon päivittäinen jätevesikuorma on nähtävissä liitteestä 4.

5.3.3 Suklaasiiven ja VUT:n jätevesikuorma

Suklaasiiven ja VUT:n todelliset jätevesivirtaamat eivät ole tiedossa, joten jätevesikuormaa joudutaan tarkastelemaan arvioidun jätevesivirtaaman, sekä loppuvuodesta 2017 otettujen kertonäytteiden sisältämien pitoisuuksien perusteella. Arvio suklaasiiven ja VUT:n päivittäisestä jätevesivirtaamasta on tehty jatkuvatoimisesta virtausmittauksesta saadun makeistehtaan päivittäisen jätevesivirtaaman keskiarvon perusteella. Arvioitu virtaama suklaasiivelle ja VUT:lle saadaan poistamalla makeissiiven arvioitu virtaama, makeistehtaan kokonaisvirtaamasta. Täten suklaasiiven ja VUT:n arvioiduksi virtaamaksi saadaan 353 m³/d. Suklaasiiven ja VUT:n päivittäinen jätevesikuorma on nähtävissä liitteestä 4.

Arvioitujen virtaamien sekä loka-, ja marraskuussa otettujen näytteiden sisältämien pitoisuuksien mukaan jäteveden päivittäisiksi kuormiksi saadaan, kiintoaineelle 337 kg, rasvalle 70 kg sekä biokemiallinen hapenkulutus 1800 kg. Biokemiallisen hapenkulutuksen arvo on suurempi kuin tehtaan kokonaiskuormassa, joten se ei kerro todellista biokemiallista hapenkulutusta. Poistamalla VUT:n marraskuun näytteen biokemiallinen hapenkulutus keskiarvolaskennasta, saadaan biokemialliseksi hapenkulutukseksi 847

kg/d joka voisi vastata suklaasiiven jätevesien todellista biokemiallista hapenkulutusta. VUT:n marraskuun näytteen biokemiallisella hapenkulutuksella ei ole ollut vaikutusta kokoomanäytteen biokemialliseen hapenkulutukseen joten kertonäytteeseen on saattanut päästä poikkeuksellisen paljon vaikeasti hajoavaa ainetta, joka on nostanut marraskuun näytteen BOD-arvoa.

5.3.4 Makeissiiven jätevesikuorma

Makeissiiven jätevesikuormaa joudutaan tarkastelemaan vesilaitoksen hoitajan antaman päivittäisen virtaama arvion sekä loppuvuodesta 2017 otettujen kertonäytteiden sisältämien pitoisuuksien mukaan. Makeissiiven päivittäinen jätevesivirtaama on arviolta noin 50m³.

Arvioitujen virtaamien sekä loka-, ja marraskuussa otettujen näytteiden sisältämien pitoisuuksien mukaan jäteveden päivittäisiksi kuormiksi saadaan, kiintoaine 47 kg, rasva 27 kg sekä biokemiallinen hapenkulutus 66 kg. Makeissiiven päivittäinen jätevesikuorma on nähtävissä kuvasta 38.

5.3.5 Keksisiiven jätevesikuorma

Kuten muidenkin siipien, niin myös keksisiiven jätevesikuormaa tarkastellaan jatkuva-toimisen virtausmittauksen sekä loppuvuodesta 2017 otettujen kertonäytteiden sisältämien pitoisuuksien mukaan. Keksisiiven jätevesivirtaaman päivittäinen keskiarvo on 52 m³ päivässä. Keksisiiven arvioitu päivittäinen jätevesikuorma on nähtävissä liitteestä 4.

Keksisiiven todellista jätevesikuormaa on vaikea arvioida, johtuen todennäköisestä prosessihäiriöstä lokakuun näytteenoton yhteydessä. Prosessihäiriön johdosta kertonäytteen kiintoainepitoisuus on ollut todella korkea. Mikäli keksisiiven jätevesikuormaa tutkittaisiin loka-, sekä syyskuun näytteiden perusteella, tulisi jätevesikuormasta liian suuri vastatakseen keksisiiven todellista päivittäistä jätevesikuormaa. Jotta keksisiivestä saataisiin suuntaa antava arvio kuormalle, oletetaan että vähennettäessä leipomon, suklaasiiven ja VUT:n, sekä makeissiiven kuormat tehtaan kokonaiskuormasta, saadaan keksisiiven kuormat tietoon. Arvioitaessa keksisiiven jätevesikuormaa näillä arvoilla, saa-

daan päivittäiseksi viemäriin meneväksi kiintoaineen määräksi 144 kg, rasvaksi 15 kg. Keksisiiven biokemiallinen hapenkulutus olisi tällöin 208 kg päivässä.

5.4 Jätevesien käsittelyn nykytilanne Fazer Makeiset Oy

Tehtaalla on tällä hetkellä käytössä rasvanerotusta sekä neutralointia. Seuraavissa kappaleissa käydään läpi mitä käsittelymenetelmää käytetään missäkin tehtaan osassa ja minkä laatuista jätevettä eri alueilta johdetaan viemäriin.

5.4.1 Suklaasiipi

Tällä hetkellä suklaasiivessä on käytössä rasvanerotuskaivo joka on saneerattu noin 1,5 vuotta sitten. Suklaasiivessä sijaitsevalta suklaamassan valmistusosastolta tulee rasva-, sekä kiintoainepitoista jätevettä. Suurin jäteveden kuormittaja suklaasiivessä on maidonhahduttamon ja uuden keittimen prosessipesut sekä lattiapesut. Tällä hetkellä maidonhahduttamon jätevesien pH-arvo nostetaan tasolle 9, jotta koko tehtaan jätevesien pH-arvoa saataisiin nostettua (Välipalaveri. 2018).

Uudessa keittimessä on integroitu vesipiste pesua varten, mutta ei rasvanerotinta. Siivessä olevasta pesuhuoneesta tulee myös rasva-, ja kiintoainepitoista jätevettä laiteosien pesujen yhteydessä. Laitteiston kiertopesuissa käytetään happo-, sekä emäspesuaineita ja pesuvesi neutraloidaan ennen viemäriin johtamista. Valtaosa pesuvesistä kulkee rasvanerotuskaivon kautta. Suklaasiivestä tulee eniten jätevettä. (Aloituspalaveri. 2018) Suklaasiivessä on tehty testejä kiintoaineen erottamisesta rasvasta. Testeissä käytettiin suodatustekniikkaa. Testit osoittivat että suodatin erottaa kiintoaineen rasvasta niin kauan kuin jätevesi pysyy lämpimänä. (Välipalaveri. 2018)

5.4.2 Makeissiipi

Tehtaan makeissiivessä syntyy rasva-, sekä kiintoainepitoista jätevettä pääasiassa laitteiden osien, laatikoiden sekä muottien pesusta. Laatikoiden sekä muottien pesuun käytetään happo-, sekä emäspesuaineita ja pesuvedet neutralisoidaan ennen johtamista viemäriin. (Aloituspalaveri. 2018)

5.4.3 Leipomo

Leipomolta tuleville jätevesille on käytössä ulkoalueella sijaitseva rasvanerotuskaivo, jonka läpi leipomon jätevedet kulkevat. Leipomon nesteannostelussa käytetään jo tälläkin hetkellä suodatustekniikkaa kiintoaineen poistamiseen. (Aloituspalaveri. 2018). Leipomolla on käytössä porrassuodatin (Välipalaveri 2018).

5.4.4 VUT

VUT:ssa, valmistetaan sokeri-, sekä maitopohjaisia massoja. VUT:ssa sijaitsevan keittiön laitteita sekä putkia pestään tuotevaihtojen yhteydessä vedellä ja ajoittain happo-, sekä emäspesuaineilla. VUT:ssa on myös kaksi pesuhuonetta, joissa pestään suklaan kuljetukseen ja valmistukseen käytettyjä teräskontteja ja laiteosia. Tehtaan välivaraston yhteydessä sijaitsee myös pesula, jossa laatikoiden, levyjen sekä muottien pesu suoritetaan koneellisesti. Pesuvedet ja pesuliuokset neutraloidaan ennen niiden johtamista viemäriin. Kaikista näistä pesuista syntyy rasva- ja kiintoainepitoista jätevettä. (Syrilä 2018)

5.4.5 Ruokalot

Henkilöstöruokala Arriballa ja vierasruokalalla on käytössä pienemmät rasvanerotuskaivot. Ruokalojen keittiöistä tuleva rasvamäärä ei kuitenkaan ole merkittävä jäteveden kuormittaja. (Aloituspalaveri 2018)

5.4.6 Keksisiipi

Tehtaan keksisiivessä jätevesiä syntyy linjojen sekä lattioiden pesuista. Viemäriin johdettavat vedet sisältävät suuria määriä kiintoainetta sekä rasvaa. Valmistuslinjoilla käsitellään jauhoja, rasvoja sekä sokereita (Syrilä 2018). Keksisiivestä jätevettä johdetaan viemäriin noin. 50 m³ päivässä. (Aloituspalaveri 2018)

5.4.7 Näytteenottokoppi

Jätevedestä otetaan tällä hetkellä kokoomanäyte kuudesti vuodessa ulkoalueella sijaitsevasta näytteenottokopista, kokoomanäytteiden lisäksi näytteenottokopista otetaan ajoittain HSY:n määrittämiä ylimääräisiä näytteitä. Näytteenottokopissa on olemassa virtaama-, sekä pH-mittaus, mutta jäteveden lämpötilaa ei mitata. (Aloituspalaveri 2018)

5.5 Ongelmat

Tällä hetkellä jäteveden pH- arvo on vaihdellut 3,7 ja 6 välillä. Tehdasalueella on erikäistä kiinteistötekniikkaa ja osa viemäreistä on teknisen käyttöikänsä päässä. Viemäreiden kunto on muutenkin välttävä paikoittain, eikä alhainen pH-arvo ainakaan auta asiaan. Alhainen pH-arvo on nopeuttanut viemäreiden kulumista, jonka takia vanhoja viemäreitä on jouduttu sukittamaan (Aloituspalaveri 2018). Suklaasiivessä pesuvesien mukana viemäriin päässyt kiintoaine sekä rasva ovat aiheuttaneet tukkeumia viemäriin jonka johdosta viemäreitä on jouduttu usein avaamaan. Suklaa alkaa sulaa noin 30°C ja tätä alhaisemmissa lämpötiloissa suklaa alkaa kiteytyä. Tukkeumat syntyvät siinä vaiheessa kun jätevedessä oleva kiintoaine sekä rasva alkavat jäähtyessään jähmettyä. (Aloituspalaveri. 2018).

Suklaasiivessä on uusittu yksi suklaamassakeitin jossa on integroitu vesipiste pesua varten. Vanhat suklaamassakeittimet puhdistetaan kaapimalla. Vaikka uuden keittimen integroitu vesipiste helpottaa pesua, niin se myös kasvattaa jäteveden kuormaa, sillä ainoastaan vanhojen keittimien puhdistuksessa, suurin osa kiintoaineesta kaavitaan pois ennen kuin pesuvedet johdetaan viemäriin.

Vaikka tehtaassa suklaasiivessä on jo käytössä rasvanerotuskaivo, ei se yksinään riitä puhdistamaan jätevesiä. Esimerkiksi suklaasiiven jätevesinäytteet on otettu ulkoalueella sijaitsevan rasvanerotuskaivon jälkeen (Välipalaveri 2018). Ongelma voi johtua siitä että kiintoaine on jo ehtinyt jäähtyä ja jäähtyessään se alkaa sitoa rasvaa itseensä. Jähmetyneen kiintoaineen päästyä rasvanerotuskaivoon, rasva on jo niin sitoutunut kiintoaineeseen että se ei nouse pinnalle, vaan vajoaa pohjaan kiintoaineen mukana.

Leipomolla ja keksisiivessä ei ole tällä hetkellä sakka-astioita pönttökaivoissa jotka esittäisivät suurimpien kiintoaine kokoontumien pääsyn viemäriin. Sakka-astioita on alettu asentamaan pönttökaivoihin jälkikäteen. (Välipalaveri. 2018)

Tällä hetkellä laitoksen jätevedet sisältävät kiintoainetta sekä rasvaa jolla on suora vaikutus jäteveden laatuun sekä hintaan.

5.6 Tehtaan jätevesille soveltuvat käsittelymenetelmät

Tehtaan jätevesille soveltuvia käsittelymenetelmiä on useita ja niiden toimintaperiaatteita on käyty tarkemmin läpi kappaleessa 4. Vaikka käsittelymenetelmiä onkin useita, ei se tarkoita että kaikkia olisi kannattavaa tai edes mahdollista soveltaa käytäntöön kyseisessä kohteessa. Tehdasalueella on rajallisesti tilaa suurelle käsittely-yksikölle, joten tästä syystä kappaleissa 4.2 ja 4.3 esitellyt, perinteiset suuren altaan vaativat käsittelymenetelmät, kuten jäteveden selkeyttäminen tai ilmastaminen erillisessä ilmastus-, ja selkeytysaltaassa suljetaan pois. Jäteveden välppäykselle ei myöskään ole tarvetta, sillä jätevedessä olevaa kiintoainetta ei saisi välppäytyä pois kiintoainepartikkelien pienestä koosta johtuen. Jäteveden välppäyksestä kerrotaan kappaleessa 4.1.1. Kappaleessa 6. on esitetty erilaisia käsittelymenetelmiä joilla jätevesiä olisi kannattavaa käsitellä.

6 TULOKSET

Seuraavissa kappaleissa on esitetty jätevesikustannusten rakenne, sekä eri vaihtoehtoja kyseiseen kohteeseen sopivimmista jäteveden käsittelymenetelmistä. Tutkimustuloksissa esitetään minkälaisella jätevedenkäsittelymenetelmällä, sekä mihin kohtaan tehdasta jätevedenkäsittely-yksiköt kannattaisi sijoittaa, jotta nykytilannetta pystyttäisiin parantamaan, sekä millä menetelmillä jätevedenkäsittely saadaan sille tasolle että se vastaisi myös tulevaisuuden tuotantotarpeita. Tuloksissa esitetyt ja kyseiseen kohteeseen parhaiten soveltuvia jätevedenkäsittelymenetelmiä ja niiden toimintaperiaatteita on käyty läpi kappaleessa 4. Tuloksissa esitettyjen jätevesikustannusten avulla saavutettavia säästöjä käydään läpi kappaleessa 7.

6.1 Jätevesikustannukset

Jätevesikustannukset muodostuvat teollisuusjätevesisopimuksen mukaisesti lasketusta jätevesikuution hinnasta joka on 1.1.2018 alkaen 1,40 €/m³ (HSY 2017b). Mikäli jätevesien laatu eroaa normaalista jätevedestä, joudutaan jätevesimaksua maksamaan korotettuna. Jäteveden korotuskerroin lasketaan korotetun jätevesimaksun laskentaperusteiden mukaisesti, jäteveden laadun sekä HSY:n voimassa olevan jätevesimaksun perusteella. Jäteveden laatu määritetään, kuten laaditussa teollisuusjätevesisopimuksessa olevassa jäteveden tarkkailuohjelmassa on sovittu. Jäteveden laatu määritetään kokoomanäytteissä havaittujen pitoisuuksien perusteella. (Vesilaitosyhdistys 2016 liite 5 s.4)

Korotetun jätevesimaksun kaava on seuraavanlainen:

$$k = 1 + a \times T \times (L - 1)$$

Jossa:

$$L = \left(L1 \times \left(\frac{s}{S} \right) + L2 \times \left(\frac{n}{N} \right) + L3 \times \left(\frac{bod}{BOD} \right) + L4 \times \left(\frac{p}{P} \right) \right)$$

k= jätevesimaksun korotuskerroin

a-kerroin = Jätevedenpuhdistuksen kustannusten osuus viemäriverkoston ja jätevedenpuhdistuksen kustannusten summasta. HSY määrittää tämän kertoimen.

T - taksakerroin = Jolla jäteveden perusmaksun korotus viedään jäteveden käyttömaksuun. HSY määrittää tämän kertoimen.

L1 = kiintoaineen kustannuksen painokerroin (S)

L2 = kokonaistypen kustannuksen painokerroin (N)

L3 = biokemiallisen hapenkulutuksen kustannuksen painokerroin (BOD)

L4 = kokonaisfosforin kustannuksen painokerroin (P)

Kustannuksen painokertoimet ovat yrityskohtaisia ja HSY:n määrittämiä. Kaavassa pienet kirjaimet ovat yhtiön jätevesistä mitattuja pitoisuuksia ja isot kirjaimet vertailuarvoina käytettäviä keskimääräisiä pitoisuuksia. HSY päivittää vertailuarvot vuosittain ja ne ovat yrityskohtaisia. (Vesilaitosyhdistys 2016 liite 5 s.4)

Korotettu jätevesimaksu saadaan laskemalla:

$$k \times \text{jäteveden määrä (m}^3) \times \text{jätevesimaksu (€/m}^3)$$

Jätevesikustannukset on esitetty liitteessä 5.

6.2 Valitut käsittelymenetelmät ja mihin ne tulisi sijoittaa

Laskettujen jätevesikuormien perusteella suklaasiiven ja VUT:n jätevedet ovat suurimmat tehtaan jätevesien kuormittajat. Tämän perusteella suurin hyöty saavutettaisiin käsittelemällä suklaasiivestä ja VUT:sta tulevat jätevedet. Käsittely-yksikön sijoittaminen suklaasiipeen on järkevintä johtuen siitä, että suklaasiivestä tulee suurin määrä tehtaan jätevesistä sekä kuormituksesta. Tämän lisäksi Keksisiipeen sekä leipomolle sovelletaan pienempiä paikallisia ratkaisuja.

6.3 Suklaasiipi & VUT

Jätevesijaetarkastelun perusteella tehtaan jätevesistä olisi kaikista järkevintä ja kannattavinta käsitellä suklaasiivestä ja VUT:sta tulevat jätevedet. Suklaasiiven ja VUT:n jätevesien käsittelyyn ja parhaimman mahdollisen lopputuloksen aikaansaamiseksi on useampi varteenotettava vaihtoehto. Suklaasiiven ja VUT:n jätevesistä pystytään erot-

tamaan kiintoaine suodattimen avulla kun jätevesi on vielä lämmintä. Mikäli jäteveden käsittely-yksikköä ei ole mahdollista sijoittaa tehtaan sisälle, olisi toinen vaihtoehto sijoittaa hiekanerotuskaivo ulos, ennen suklaasiiven ulkopuolella olevaa rasvanerotuskaivoa. Hiekanerotuskaivon avulla jäähtynyt kiintoaine saataisiin erotettua jätevedestä ja samalla turvattaisiin sekä parannettaisiin rasvanerotuskaivon toimintaa. Kolmantena vartenotettavana vaihtoehtona voidaan pitää flotaatiolaitetta. Flotaatiolaitteen avulla tehtaan jätevesistä saataisiin erotettua kiintoaine sekä rasva samanaikaisesti. Flotaatiolaitte vie kuitenkin edellä esitettyjä vaihtoehtoja enemmän tilaa ja se vaatisi suurempia muutoksia tehdasalueella. Flotaatiolaitte jouduttaisiin sijoittamaan suuren tilavaatimuksen johdosta nykyisten tuotantotilojen ulkopuolelle. Flotaatiolaitteen avulla olisi kaikista kannattavinta käsitellä koko makeistehtaan ja keksisiiven jätevedet kootusti.

Suklaasiiven jätevesikuormaa voidaan pienentää soveltamalla osittain vanhaa menetelmää eli kaapimista uusien keittimien puhdistuksessa ja erityisesti ennen pesua. Tämä pienentää myös viemärin tukkeutumisriskiä.

6.4 Leipomo

Leipomon jätevesikuorman pienentämiseksi yksinkertaisin ja helpoin tapa on vaihtaa pönttökaivot, sakka-astialla varustettuihin jätevesikouruihin. Jätevesikourun hyötynä voidaan pitää sen laajaa pinta-alaa jolloin jo osa painavasta kiintoaineesta jäisi kourun pohjalle ja loput jätevedestä virtaa sakka-astialla varustettuun lattiakaivoon. Lattiakaivossa oleva sakka-astia kerää loput suuremmista kiintoainehiukkasista. Tällä yksinkertaisella toimenpiteellä saadaan erotettua suurimmat kiintoainehiukkaset jätevedestä.

Lattiakaivon tyyppin vaihtaminen kouruksi helpottaisi myös leipomon lattian pesua, sillä sakka-astiaan kertynyt kiintoaine on helppo kerätä biojäteastiaan. Kourun ja sakkaastian ansiosta saavutettavia säästöjä on vaikea arvioida johtuen siitä, että sakkaastian kiintoaineen erotustehokkuudesta ei ole varmaa tietoa.

6.5 Keksisiipi

Kuten leipomon niin myös keksisiiven jätevesikuormaa olisi todennäköisesti yksinkertaisinta ja helpointa pienentää vaihtamalla kaivon tyyppiä normaalista pönttökaivosta, sakka-astialla varustettuun jätevesikouruun. Jätevesikourun hyötynä voidaan pitää sen laajaa pinta-alaa jolloin jo osa esimerkiksi, painavista keksimuruista koostuvasta kiintoaineesta jäisi kourun pohjalle ja loput jätevedestä virtaisi sakka-astialla varustettuun lattiakaivoon. Lattiakaivossa oleva sakka-astia keräisi loput suuremmista kiintoainehiukkasista. Tällä yksinkertaisella toimenpiteellä saataisiin erotettua suurimmat kiintoainehiukkaset jätevedestä.

Lattiakaivon tyyppin vaihtaminen kouruksi helpottaisi myös keksisiiven lattian pesua. Kouruun kertynyt kiintoaine voitaisiin kerätä biojäteastiaan. Kuten leipomon niin myös keksisiiven osalta on vaikea arvioida kiintoaineen erotustehokkuutta sakka-astialle.

6.6 Makeissiipi

Makeissiiven jätevirtaaman ja siitä aiheutuvan kuormituksen vaikutus koko tehtaan jäteveden laatuun on tällä hetkellä niin pieni, ettei makeissiiven jätevesien käsittelytapaa kannata tässä vaiheessa muuttaa. Mikäli virtaamat ja sen myötä kuormitus kasvavat tulevaisuudessa tuotannon kasvun myötä, tulisi myös makeissiivestä tulevien jätevesien käsittelyä harkita, mikäli jäteveden kuormitus kasvaa.

6.7 Muut tilat

Ravintolakeittiöiden jätevedenkäsittelyyn ei tarvitse tässä vaiheessa tehdä muutoksia, sillä ne eivät kuormita tehtaan jätevesiä huomattavasti.

6.8 Käsittelymenetelmien yhdistäminen

Yhtenä potentiaalisena vaihtoehtona voidaan myös pitää kahden eri käsittelymenetelmän yhdistelmää, esimerkiksi viirasuodatin asennettaisiin käsittelemään VUT:sta ja

suklaasiivestä tulevat jätevedet ja tehtaan ulkopuolelle asennettaisiin hiekanerotuskaivo käsittelemään koko makeistehtaan sekä keksisiiven jätevedet.

7 KEHITYSEHDOTUKSET

Kehitysehdotuksissa vertaillaan varteenotettavimpien ja kohteeseen parhaiten soveltuvi- en jätevedenkäsittelyjärjestelmien kustannustehokkuutta. Vertailuun on otettu mukaan Salsnes-suodatin, Wavin-Labkon hiekanerotuskaivo sekä Huber Ab:n flotaatiolaite. Kustannustehokkuutta on tarkasteltu laitteen hinnan sekä aikaansaadun säästön erotuk- sena, jonka perusteella on laskettu takaisinmaksuaika laitteelle.

7.1 Suodatus

Kuvassa 20. olevan Salsnes-suodattimen avulla saavutettaisiin keskimäärin 50 % alhai- sempi kiintoainepitoisuus ja 20 % alhaisempi biokemiallinen hapenkulutus (Sarlin Oy Ab). Suodattimen avulla pystyttäisiin myös ennaltaehkäisemään tukoksia viemäreissä joita jäähtynyt kiintoaine ja rasva ovat aikaisemmin aiheuttaneet. Suodatuksesta on ker- rottu kappaleessa 4.4. Tarkka erotustehokkuus on mahdollista saada ainoastaan tekemäl- lä kokeita, joiden perusteella valita sopivin suodatinmateriaali kyseisille jätevesille. Tes- tien avulla saadaan myös tietoa siitä onko saostuskemikaalin käyttö tarpeellista. Suoda- tusperiaatteena toimii laitteen sisällä kiertävä suodatusmatto. Laitteen hinta-arvio on noin 150 000€ mutta hinnassa ei ole otettu huomioon asennuksesta koituvia kustannuk- sia (Astola 2018).



Kuva 20. Salsnes Filter (Sarlin Oy Ab)

Laskettaessa vuotuinen säästö keskimääräisillä kiintoaineen ja biokemiallisen hapenkulutuksen arvoilla saadaan vuotuisesti säästökseen jättevesikuluissa noin 40 000 € ja järjestelmän takaisinmaksuajaksi 3,5 vuotta. Laskelmassa ei huomioitu lainkaan käyttökustannuksia, eli esimerkiksi sähköä eikä myöskään huolto- ja ylläpitoaikaa tai suodatin-kankaan vaihdosta sekä lietteen loppusijoituksesta koituvia kustannuksia. Käyttökustannukset pidentävät siten kenties merkittävästikin takaisinmaksuaikaa. Salsnes-suodattimen avulla saataisiin osa kiintoaineesta ja rasvasta erotettua toisistaan. Kiintoainepitoisuuden pienentyessä, mahdollisesti myös rasvanerotuksen erotuskyky paranisi, kun vettä painavampi rasvainen kiintoaine ei painaisi rasvaa pohjaan. Laskelmat on esitetty liitteessä 6.

7.2 Hiekanerotuskaivo

Hiekanerotuskaivon avulla jättevesistä voidaan helposti poistaa kiintoainetta. Suklaasiiven ja VUT:n jättevesiä käsiteltäessä hiekanerotuskaivon avulla saavutettavissa oleva kiintoainereduktio riippuu kiintoaineen laskeutuvuudesta, jota tässä yhteydessä ei ole voitu määrittää tarkemmin. Laskennassa käytetty kiintoainereduktio 40 % on karkea arvio. Hiekanerotuskaivon hinta itsessään on noin 10 000 € (Kauppi 2018). Hiekanerotuskaivon hinnan lisäksi asennuskustannuksia tulisi arviolta noin 30 000 €. Arvioitu kokonaishinta kaivolle tulisi olemaan noin 40 000 €.

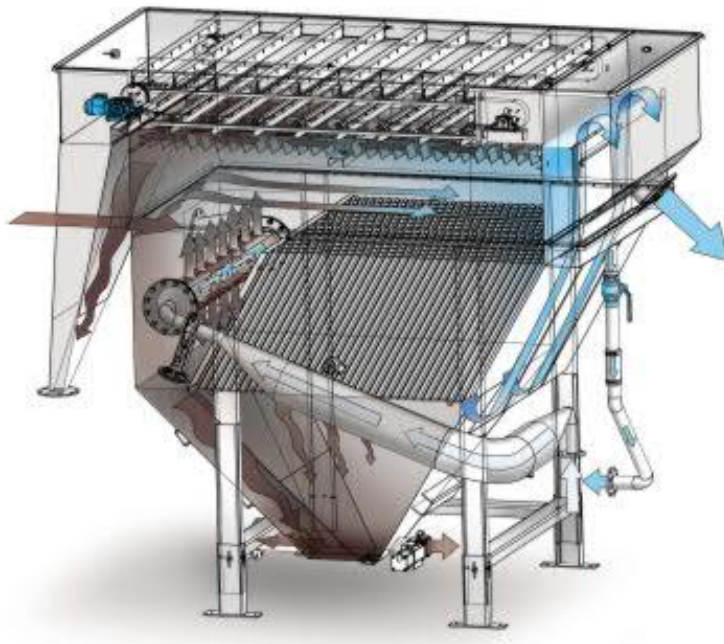
Laskettaessa vuotuinen säästö keskimääräisellä kiintoainepitoisuudella, saataisiin vuotuisesti säästökseen jättevesikuluissa yli 30 000 € ja järjestelmän takaisinmaksuajaksi 1,2 vuotta, mutta myös hiekanerotuskaivon tyhjennyksestä imuautolla sekä lietteen loppusijoituksesta tulee kustannuksia joita ei ole huomioitu kustannuslaskelmassa. Hiekanerotuksen avulla osa kiintoaineesta saataisiin erotettua jätevedestä mutta se ei ehkäisisi suklaasiivessä kiintoaineen ja rasvan aiheuttamia tukoksia, sillä jättevesi ehtisi jäähtyä ennen ulkoalueelle sijoitettavaa hiekanerotuskaivoa. Kiintoainepitoisuuden pienentyessä, mahdollisesti myös rasvanerotuksen erotuskyky paranisi, kun vettä painavampi rasvainen kiintoaine ei painaisi rasvaa pohjaan. Hiekanerotuksen toiminnasta on kerrottu kapaleessa 4.3.2. Laskelmat on esitetty liitteessä 7.

7.3 Flotaatiolaite

Huber Ab:n flotaatiolaite on esitetyistä jätevedenkäsittelymenetelmistä kaikista tehokkain. Sen avulla jätevedestä saataisiin poistettua vähintään 90 % kiintoaineesta, 95 % rasvasta ja biokemiallista hapenkulutusta saataisiin pienennettyä vähintään 60 %. Flotaatiolaitetta varten tarvitaan kuitenkin erittäin paljon tilaa. Jotta flotaatiolaite toimisi oikein, tarvittaisiin sitä varten kokoluokaltaan vähintään puolta päivittäisestä virtaamasta vastaava varastointisäiliö. Sen avulla jäteveden laatu ja virtaama voidaan tasata. Flotaatiolaite maksaa 190 000 € Hintaan sisältyy pumppu venttiileineen ja virtausmittareineen, kemikaaliasema, flotaatiolietteen poistopumppu sekä ohjaukset. Hintaan ei kuitenkaan sisälly putkistoja, säiliöitä tai asennuksia. (Moisio 2018)

Keskimääräisillä makeistehtaan ja keksisiiven kiintoaineen, rasvan sekä biokemiallisen hapenkulutuksen arvoilla laskettaessa, saataisiin flotaatiolaitteen avulla vuotuiseksi säästökseen jätevesikuluissa noin 220 000 € Järjestelmän takaisinmaksuaika olisi 10,5 kuukautta. kustannuslaskelmassa ei ole huomioitu sähkönkulutuksesta, prosessilaitteiden käytöstä, lietteenkuljetuksesta, sekä lietteen loppusijoituksesta koituvia kustannuksia. Laskelmat on esitetty liitteessä 8.

Takaisinmaksuaika koskee ainoastaan pelkkää laitetta. Flotaatiolaitetta kannattaa harkita siinä vaiheessa kun tiedossa on suurempia muutoksia tehdasalueella, kuten laajennus. Flotaatiolaitteen vaatimista järjestelyistä ja asennuksesta tulisi huomattavasti lisäkustannuksia. Flotaatiosta ja sen toiminnasta on kerrottu kappaleessa 4.3.3. Flotaatiolaite on nähtävissä kuvasta 21.



Kuva 21. Flotaatiolaite (Hydropress Huber Ab 2011)

7.4 Jätevesikourut

Sakka-astialla varustettujen jätevesikourujen avulla saavutettavia säästöjä ja tarkkaa kiintoaineerotuskykyä on erittäin vaikea arvioida, ilman että erotuskykyä päästäisiin testaamaan. Varmaa on kuitenkin että suurimpien kiintoainepartikkelien pääsy viemäriin voitaisiin kourujen ja sakka-astioiden avulla estää. Kuvassa 22. on nähtävissä jätevesikouru.



Kuva 22. Jätevesikouru (Bliicher Finland)

7.5 Suodatus ja hiekanerotuskaivo yhdessä

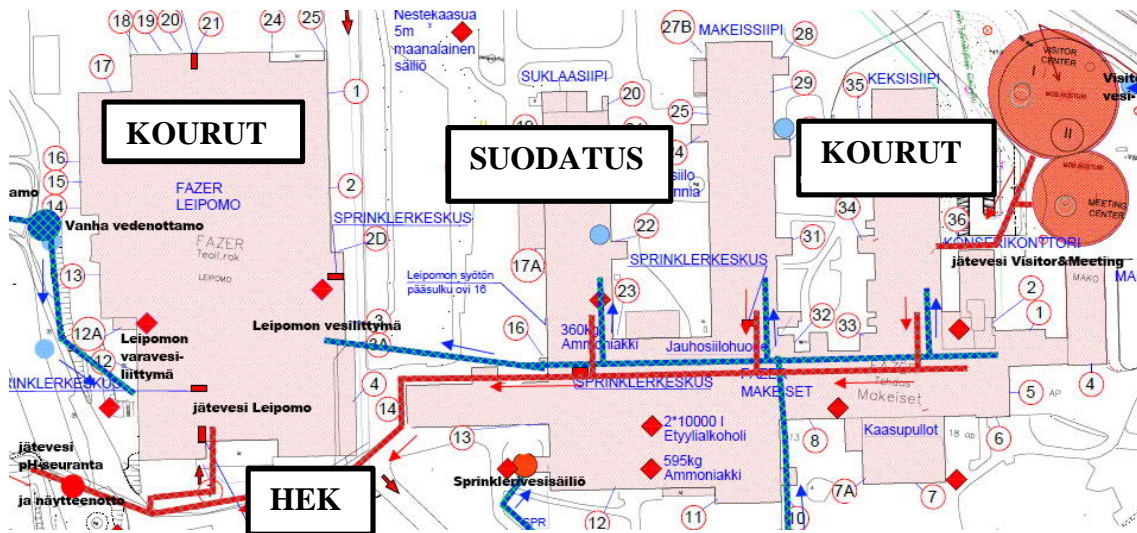
Tehtaan jätevesien käsittelyyn voitaisiin myös soveltaa kahden eri jätevesienkäsittelymenetelmän yhdistelmää jossa suklaasiiven ja VUT:n jätevedet käsiteltäisiin ensin suodattamalla jolloin 50 % kiintoaineesta saataisiin poistettua jätevedestä. Suodatuksen jälkeen jätevesi virtaisi suklaasiiven ulkopuolella olevaan rasvanerotuskaivoon. Lopulta koko makeistehtaan jätevedet virtaisivat kootusti ulkoalueelle asennettavaan hiekanerotuskaivoon, jossa jätevedestä saataisiin oman arvion mukaan poistettua vielä 40 % kiintoaineesta.

Kiintoaineen erottaminen rasvasta mahdollisimman aikaisessa vaiheessa suodattimen avulla, ennaltaehkäisisi viemärien tukkeutumista. Samalla parannettaisiin mahdollisesti myös rasvanerotuskaivon toimintaa. Makeistehtaan ulkopuolelle asennettavan hiekanerotuskaivon avulla jätevedestä saataisiin vielä poistettua osa kiintoaineesta joka parantaisi tehtaan jäteveden laatua. Menetelmien yhteenlaskettu hinta olisi arviolta noin 190 000 € joka ei kuitenkaan sisältäisi asennuskuluja muuta kuin hiekanerotuskaivon kohdalla. Asennuskulut ja sähkönkulutuksesta sekä lietteen loppusijoituksesta koituvia kuluja ei myöskään ole huomioitu kustannuksissa. Keskimääräisillä makeistehtaan ja keksisiiven kiintoaineen, rasvan sekä biokemiallisen hapenkulutuksen arvoilla saataisiin vuotuiseksi säästökäsi jätevesikuluisia yli 90 000 € ja järjestelmän takaisinmaksuajaksi 2 vuotta ja 2 kuukautta. Esimerkkinä on käytetty Salsnes-suodatinta sekä wavin-labkon hiekanerotuskaivoa hinta-arvioineen. Laskelmat on esitetty liitteessä 9.

7.6 Yhteenveto

Tehtaan jätevesiä olisi kaikista järkevintä tässä vaiheessa lähteä käsittelemään kappaleessa 7.5 esitetyin menetelmin, mikäli hiekanerotuksen erotustehokkuus todella on 40 %. Suodattimen sekä hiekanerotuksen yhdistämisen hyötynä voidaan pitää sitä että tukoksia pystyttäisiin ennaltaehkäisemään suklaasiiven sekä VUT:n alueella. Erottamalla kiintoaine jätevedestä jo ennen rasvanerotinta voitaisiin rasvanerotuksen erotustehokkuutta todennäköisesti parantaa. Lisäksi Tehtaan jätevesistä saataisiin hiekanerotuksen avulla poistettua suuri määrä kiintoainetta kootusti jonka johdosta jäteveden laatu parani huomattavasti. Keksisiiven ja leipomon alueelle tulisi myös asentaa jätevesikourut

sakka-astioilla, jotta jo pesuvaiheessa vältettäisiin suurempien kiintoainemäärien pääsy viemäriin. Jätevesikustannuksiin tulisi säästöä yli 80 000 € ja laitteisto sekä asennukset maksaisivat itsensä takaisin 2 vuodessa ja 2 kuukaudessa. Laitteiden sijoitukset on näytetty kuvassa 23.



Kuva 23. Käsittelymenetelmien sijoitukset

Rasvanerotusta ei olisi tarpeellista tässä vaiheessa lisätä sillä suklaasiiven ulkopuolella sijaitsevan rasvanerotuskaivon erotustehokkuus paransi todennäköisesti kun osa kiintoaineesta sekä rasvasta saataisiin erotettua toisistaan. Mikäli nykyisen rasvanerottimen erotusteho ei paransi, voisi siinä vaiheessa harkita rasvanerotuskaivon asentamista ulkoalueelle hiekanerotuskaivon jälkeen.

Tulevaisuudessa mikäli tiedossa on suurempia muutoksia, voisi jätevesienkäsittelyyn harkita flotaatiolaitetta. Flotaatiolaitteen avulla jätevesistä saataisiin poistettua erittäin paljon kiintoainetta ja rasvaa. Tämän lisäksi myös biokemiallista hapenkulutusta saataisiin vähennettyä huomattavasti. Jätevesikustannuksiin tulisi myös erittäin merkittävä muutos kokonaissäästöjen johdosta, sillä ne nousisivat laskennallisesti vuositason yli 200 000 €

8 POHDINTA

Seuraavissa kappaleissa käydään läpi vaadittavia jatkotoimenpiteitä tehdasalueelta tulevien jätevesien käsittelyyn ja mietitään millä toimenpiteillä jätteen laadun kehittämiseksi.

8.1 Jatkotutkimukset ja suunnittelu

Tutkimuksessa lähtötietona käytetyissä loka-, sekä marraskuussa 2017 otetuissa näytteissä ilmeni erittäin suuria eroja jätevesien eri pitoisuuksien arvoissa. Tämän johdosta ja tarkastelussa laskettuja kuormia voidaan pitää ainoastaan suuntaa antavina. Jätteen todelliset kuormat, sekä pitoisuudet saataisiin ottamalla kokoomanäytteitä useamman kerran eri jakeiden kohdalta. Eri alueiden tarkat virtaamat olisi myös saatava tietoon. Kokoomanäytteistä saataisiin kattavaa tietoa päätöksentekoon ja liittyen jätevesijakeiden laatuun ja viemäriin johdettuihin jätevesiin.

Jotta jätteen pH- arvoa saataisiin säädettyä, tulisi ensin tarkastella eri jakeiden pH-arvoja ja niiden vaikutusta kokoomanäytteeseen. Tuntemalla eri jakeiden vaikutus kokeillaan pH-arvoon saataisiin tietoa siitä mihin jakeeseen tai jakeisiin automaattinen pH-säätö tulisi sijoittaa.

Salnes-suodattimen todellinen kiintoaineenerotuskyky ja vaikutus biokemialliseen hapenkulutukseen saataisiin ainoastaan testaamalla suodatinta kyseisille jätevesille. Myös todellinen eli suodattimen läpi virtaavan jätteen määrä sekä laatu ja pitoisuudet tulisi olla tiedossa jotta suodattimesta saataisiin suunniteltua juuri oikeanlainen kyseisille jätevesille. (Astola 2018)

Jotta hiekanerotuskaivon todellinen erotustehokkuus saataisiin tietoon, tulisi ensin tietää kuinka kauan kiintoaineelta kestää laskeutua kaivon pohjalle ja jääkö osa kiintoaineesta laskeutumatta. Kun laskeutumisaika, kiintoaineen käyttäytyminen sekä virtaama saataisiin tietoon, voitaisiin sen perusteella mitoittaa toimiva järjestelmä. Tietoa tarvittaisiin myös siitä kuinka jätevedessä oleva kiintoaine ja rasva käyttäytyvät kun jätteen lämpötila laskee. (Kauppi 2018)

Jatkotutkimuksista saataisiin tarvittavat tiedot suunnittelua varten. Suunnittelussa mitoitettaisiin räätälöity jäteveden käsittely-yksikkö sekä vaaditut muutokset viemäröinnissä, juuri kyseisen kohteen tarpeita varten. Käsittely-yksikön mitoituksen lisäksi mitoitettaisiin lattiakourut kyseiseen käyttötarkoitukseen.

Kustannustarkastelua on syytä tarkentaa jatkosuunnittelussa muun muassa huomioimalla eri vaihtoehtojen käyttökustannukset. Käyttökustannuksien lisäksi myös investointikustannuksia tulisi tarkentaa muun muassa rakentamisen sekä mahdollisen automaation osalta.

LÄHTEET

Aloituspalaveri. 14.2.2018. Vantaa. Osallistujat: Matias Syrilä ja Ilkka Niskanen Fazer makeiset Oy:ltä sekä Maria Valtari ja Tuomas Suominen Pöyryltä.

Astola, J. 2018, Puhelinkeskustelu Salsnes Filteristä Sarlin Oy Ab:n myyntipäällikkö Jouni Astolan kanssa 18.4.2018.

Aqua-Aerobic Systems Inc. AquaDisk. Saatavilla: <http://www.aqua-aerobic.com/index.cfm/products-systems/filtration/aquadisk/> Haettu: 21.3.2018

Blücher Finland. Hygienicpro jätevesikouru. Saatavilla: <http://www.blucher.fi/fi/product-view/ean/5705499135541/> Haettu:20.4.2018

Fazer group. 2016a. Fazer-konsernin yritysvaluokatsaus 2016. s.4. Saatavilla: http://www.fazergroup.com/globalassets/global/fazergroup/about-us/annual-review-2016/cr/fazer_group_corporate_responsibility_review_2016_fi.pdf
Haettu: 20.3.2018

Fazer group. 2016b. Fazer Makeiset. Saatavilla: <http://www.fazergroup.com/fi/tietoa-meista/vuosikatsaus-2016/fazer-makeiset/>
Haettu: 20.3.2018

Fazer group. Yritysvastuuohjelma- osana ympäristöä. Saatavilla: <http://www.fazergroup.com/fi/vastuullisuus/yritysvastuuohjelma/vastuu-ymparistosta/>
Haettu: 16.4.2018

Finlex. 2001. 9.2.2001/119 Vesihuoltolaki. Saatavilla: <https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2001/20010119>
Haettu: 27.2.2018

Finlex. 2006. 888/2006 Valtioneuvoston asetus yhdyskuntajätevesistä

Saatavilla: <https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2006/20060888>

Haettu: 27.2.2018

Finlex. 2011. 646/2011 Jätelaki. Saatavilla:

<https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2011/20110646> Haettu: 27.2.2018

Haettu: 27.2.2018

Finlex. 2012. 179/2012 Valtioneuvoston asetus jätteistä. Saatavilla:

<https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2012/20120179>

Haettu: 27.2.2018

Finlex. 2014a. 527/2014 Ympäristönsuojelulaki. Saatavilla:

<https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2014/20140527>

Haettu 27.2.2018

Finlex. 2014b. 713/2014 Valtioneuvoston asetus ympäristönsuojelusta . Saatavilla:

<https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2014/20140713>

Haettu: 27.2.2018

Ghimpușan, M. Nechifor, G. Nechifor, A-C. Dima, S-O. Passeri, P. 2015, Case studies on the physical-chemical parameters' variation during three different purification approaches destined to treat wastewaters from food industry. Journal of Environmental Management, nro 203. s.811-816. Saatavilla:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0301479716304674>

Haettu: 23.2.2018

HSY. 2017a. Teollisuusjätevesien ja muiden niistä poikkeavien jätevesien tarkkailu 2016. Helsinki. Saatavilla:

<https://www.hsy.fi/sites/Esitteet/EsitteetKatalogi/Raportit/Vuosiraportti%20-2016-JCv3.pdf>

Haettu: 6.3.2018

HSY. 2017b. Vesihuollon hinnasto- HSY:n vesihuollon käyttö-, perus- ja liittymismaksut alkaen 1.1.2018. Saatavilla:

https://www.hsy.fi/sites/Esitteet/EsitteetKatalogi/HSYn_vesihuollon_hinnasto_2018_su_WEB.pdf

Haettu: 13.4.2018

Hydropress HUBER AB. 2011. Huber Flotaatiolaite HDF. Saatavilla:

<http://www.huber.fi/res/Pdf/HDF-Fi-2011.pdf>

Haettu: 9.3.2018

Hydropress HUBER AB. 2014. HUBER RakeMax Monitankovälppä. Saatavilla:

http://www.huber.fi/res/Pdf/RakeMax_Fi.pdf

Haettu: 6.3.2018

Karttunen, E. 2004, RIL 124-2 Vesihuolto 2. Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL R.Y, Helsinki.

Kauppi, M. 2018, puhelinkeskustelu erotinratkaisuista Wavin-Labko Oy:n Markku Kaupin kanssa 18.4.2018.

Maa- ja metsätalousministeriö. 2014, Elintarviketeollisuus vesihuoltolaitoksen asiakkaana- opas yhteistyön järjestämiseen. Tampere. Saatavilla:

<http://www.etl.fi/media/aineistot/suosituksset-ja-ohjeet/mmm-elintarviketeollisuus-vesihuollon-asiakkaana.pdf>

Haettu: 28.2.2018

Makkonen, E. 2015, Teollisuusjätevesien seuranta ja hallinta - tapauskohteena Jyväskylän seutu. Tampere. Saatavilla: <http://js-puhdistamo.fi/wp-content/uploads/2015/08/Makkonen.pdf>

Haettu: 27.2.2018

Meloni, E. 2005, Kehittyvä elintarvike. Elintarviketeollisuuden jätevedet ja niiden käsittely. Saatavilla: <http://kehittyvaelintarvike.fi/teemajutut/24-elintarviketeollisuuden-jatevedet-ja-niiden-kasittely>

Haettu: 28.2.2018

Metcalf & Eddy. 2004, Wastewater engineering: Treatment and reuse. Fourth ed. McGraw-Hill, New York, USA.

Moisio, A. 2018, Puhelinkeskustelu flotaatiolaitteesta Hydropress Huber Oy Ab:n myyntijohtaja Ari Moisioin kanssa 18.4.2018.

Pöyry Oyj a. Hallitus. Saatavilla:

<http://www.poyry.fi/sijoittajat/hallinnointi/hallitus>

Haettu: 16.02.2018

Pöyry Oyj b. Pöyryn historia.

<http://www.poyry.fi/tietoa-meista/poyry-suomessa/poyryn-historia>

Haettu: 16.02.2018

Pöyry Oyj c. Sisäinen intranet. Haettu: 16.3.2018

Pöyry Oyj d. Talotekniikan suunnittelu. Saatavilla:

<http://www.poyry.fi/palvelut/suunnittelupalvelut/talotekniikan-suunnittelu>

Haettu: 18.3.2018

Pöyry Oyj e. Yrityksen johto. Saatavilla:

<http://www.poyry.fi/sijoittajat/hallinnointi/yrityksen-johto>

Haettu: 16.02.2018

Pöyry Oyj f. Yritysesittely. Saatavilla:

[http://qfx.quartalflife.com/clients/\(S\(3icoq5un0mpj5z3bcaapx3mc\)\)/_Temp/poyry-Factsheet-3icoq5un0mpj5z3bcaapx3mc.pdf](http://qfx.quartalflife.com/clients/(S(3icoq5un0mpj5z3bcaapx3mc))/_Temp/poyry-Factsheet-3icoq5un0mpj5z3bcaapx3mc.pdf)

Haettu: 16.02.2018

Sarlin Oy Ab. Salsnes suodattimet jäteveden puhdistukseen. Saatavilla:
<https://www.sarlin.com/tuotteet/salsnes-suodattimet> Haettu: 18.4.2018

Syrilä, M. 2018. Vantaan makeistehtaan jätevesitoimintojen kuvaus. Vantaa

Vesilaitosyhdistys. 2016. Teollisuusjätevesiopas-asumajätevesistä poikkeavien jätevesien johtaminen viemäriin. Vesilaitosyhdistyksen julkaisusarja nro 50. Helsinki.
Haettu: 23.02.2018

Välipalaveri. 11.4.2018. Vantaa. Osallistujat: Matias Syrilä, Ilkka Niskanen sekä Jenni Heiskari Fazer makeiset Oy:ltä sekä Maria Valtari ja Tuomas Suominen Pöyryltä.

Water Plan Finland Oy. Kiekkosuodatin. Saatavilla:
<http://waterplan.fi/fi/kiekkosuodatin-densidisc/> Haettu: 21.3.2018

Wavin-Labko Oy. Hiekanerottimet. Saatavilla: <https://www.wavin.com/fi-fi/Ratkaisut/Infra-ja-jatevedet/Erotinratkaisut/Hiekanerottimet> Haettu: 16.4.2018

LIITTEET

LIITE 1 TEHTAAN ALUEIDEN JÄTEVESIVIRTAAMAT

Liite salataan julkaistavasta versiosta

LIITE 2 JÄTEVESIANALYYSI 2017

Liite salataan julkaistavasta versiosta

LIITE 3 KOKOOMANÄYTTEET 2015-2017

Liite salataan julkaistavasta versiosta

LIITE 4 JÄTEVESIJAKEIDEN KUORMAT

Liite salataan julkaistavasta versiosta

LIITE 5 JÄTEVESIKUSTANNUSLASKELMA

Liite salataan julkaistavasta versiosta

LIITE 6 JÄTEVESIKUSTANNUSLASKELMA SALSNES SUODATIN

Liite salataan julkaistavasta versiosta

LIITE 7 JÄTEVESIKUSTANNUSLASKELMA HIEKANEROTUS- KAIVO

Liite salataan julkaistavasta versiosta

LIITE 8 JÄTEVESIKUSTANNUSLASKELMA FLOTTAATIOLAITE

Liite salataan julkaistavasta versiosta

LIITE 9 JÄTEVESIKUSTANNUSLASKELMA SALSNES SUODATIN SEKÄ HIEKANEROTUSKAIVO

Liite salataan julkaistavasta versiosta