

Anette Nieminen

KUSTANNUSTEHOKAS JA TASALAATUINEN  
ELINTARVIKETEOLLISUUDEN JÄTEVESI

Kemiantekniikan koulutusohjelma  
2013

## KUSTANNUSTEHOKAS JA TASALAATUINEN ELINTARVIKETEOLLISUUDEN JÄTEVESI

Nieminen Anette

Satakunnan ammattikorkeakoulu

Kemiantekniikan koulutusohjelma

Toukokuu 2013

Työn ohjaajat: Hannelius, Timo; dipl.ins., lehtori, SAMK

Valvoja: Kuusela, Hanna; dipl.ins., kehitysasiantuntija, Satafood Kehittämisyhdistys ry

Sivumäärä: 50

Asiasanat: elintarviketeollisuuden jätevesi, rasva jätevedessä, rasvan erotus

---

### TIIVISTELMÄ

Opinnäytetyön tavoitteena oli tutkia Lihajaloste Korpelan lihanjalostusprosessin jäteveden laatua ja selvittää, mitkä tekijät vaikuttavat veden määrän ja laadun tasaisuuteen. Lisäksi tarkoituksena oli minimoida jätevesistä aiheutuvia kustannuksia. Erityisen tärkeää on, että jätevesilaitokselle toimitetaan tasalaatuista jätevettä, joka ei aikaansaa häiriöitä puhdistusprosessissa.

Korpelan jätevedet sisältävät kuormitusta aiheuttavina komponentteina eläinrasvaa, fosforia ja typpeä. Analyysien mukaan COD-arvot vaihtelevat laajalti tasolta 150 mg/l tasolle 1000 mg/l. Keskimääräinen fosforipitoisuus on 100 mg/l ja typpeä on jätevedessä n. 150 mg/l. Fosfori on peräisin lihaan lisättävästä suolasta. Typpi on peräisin ureasta ja valkuaisaineista sekä lihaan lisättävistä nitriiteistä.

Jätevedessä oleva rasva aikaansaa korkeita BOD- ja COD-arvoja. Laboratorio-tulosten perusteella jäteveden laatu vaihtelee suuresti. Vaihteluun vaikuttavat epäpuhtauksien määrät, virtauksien vaihtelut sekä pesuaineiden käyttö. Otettujen näytteiden perusteella jäteveden pH-arvot vaihtelevat lievästi happamasta vahvaan emäkseen. Lisäksi sameus ja johtokyky vaihtelivat.

Lihajaloste Korpelan jätevesimaksut ovat kasvaneet selvästi edellisiin vuosiin verrattuna johtuen tuotannon kasvusta. Määritetyn kustannuskaavan mukaan fosfori, typpi ja erityisesti orgaaninen happa kuluttava aines aiheuttaa kustannuksia. Nykyistä jätevesimaksukaavaa käyttäen todettiin, että epäpuhtauksien poisto puoleen nykyisestä tasosta laskisi kokonaiskustannuksia noin kolmanneksen. Tämä edellyttäisi kuitenkin investointeja jäteveden puhdistukseen. Jäteveden kuumennus tai höyrytys alentaa merkittävästi BOD kuormaa rasvan erottuessa vedestä. Edelleen kalkin lisäys jäteveden alentaishi fosfaattipitoisuutta selvästi, mikä todettiin myös laboratorikokeilla.

Jäteveden kuumennus kiehumispisteeseen ei ole taloudellisesti järkevää Lihajaloste Korpelalle; sen sijaan kalkin lisäys on huomattavasti edullisempi vaihtoehto. Suuret jäteveden puhdistusinvestoinnit eivät ole taloudellisesti perusteltavissa, koska kuormitusta aiheuttavat komponentit toimitetaan joka tapauksessa biokaasutukseen jätevesilaitokselta.

# ECONOMICAL AND STEADY QUALITY FOODSTUFF PROCESS WASTE WATER

Nieminen Anette

Satakunta University of Applied Sciences

Degree Programme in Chemical Engineering

May 2013

Supervisor: Timo Hannelius, Senior Lecturer, M.Sc. Chemical Engineering, SAMK.

Supervisor: Hanna Kuusela, M.Sc., R&D Specialist, Satafood Development Association.

Number of pages: 50

Keywords: Foodstuff Industry Waste Water, Fats in Waste Water, Separation of Fats

---

## ABSTRACT

The purpose of this thesis was to study wastewater quality of meat refinery process and to find out, which factors have an effect on amount of water and regular quality of water. Purpose was also to minimize costs of wastewater. Important is also to deliver homogeneous wastewater to wastewater plant in order to avoid cleaning process disturbances. Animal fat, phosphorus and nitrogen induce loading in Korpela wastewater. According to the analysis the variation of COD is high ranging from the level of 150 mg/l up to 1000 mg/l. The average phosphorus content was 100 mg/l and correspondingly nitrogen about 150 mg/l. Phosphorus comes from salt added into meat. According to the laboratory analysis washing agents used mostly in the process contain negligible amounts of phosphorus Nitrogen comes from urea, proteins and nitrites.

Fat in wastewater create high levels of BOD and COD. On the basis of the laboratory results the quality of wastewater changes a lot. Amount of impurities, variety of flows and use of detergents have an effect on variation. On the basis of the samples taken from the wastewater pH-values vary from mildly acid to strongly alkali. Also turbidity and conductivity of water fluctuate significantly. Wastewater costs have increased during the last years due to increased production rate.

According to the specified expense equation evaluated for Korpela, phosphorus, nitrogen and specially dissolved organic matter cause costs. By using the current municipal sewage fee equation shows that cutting the pollution load half of it is current level could lower the overall costs about one-third. however, this provides investments to wastewater treatment including fat and phosphorus separation. Fat could be removed by heating the waste water, which is unfortunately very expensive because of high energy amount needed. Phosphorus removal can be carried out by adding burnt lime (CaO) in water, which deposits phosphorus as insoluble calcium phosphate settling down in water. Laboratory experiments indicated high, about 80...90 %, reduction rates of phosphorus. Fat is also in small amounts accompanied in deposition of phosphate.

Expensive wastewater cleaning investments are not economically justified, because pollutive components are in any case delivered to recycling as raw material to biogas plant latest from municipal waste water plant.

# SISÄLLYSLUETTELO

LYHENTEET .....	6
1 JOHDANTO.....	7
2 LIHAJALOSTE KORPELA OY .....	9
3 TEOLLISUUSJÄTEVEDET .....	10
3.1 Elintarviketeollisuuden jätevedet.....	10
3.2 Teurastamot ja lihankäsittelylaitoksien jätevedet .....	11
4 EPÄPUHTAUDET ELINTARVIKEJÄTEVEDESSÄ .....	12
4.1 Lihan kemiallinen koostumus .....	12
4.2 Rasva eli lipidit .....	13
4.3 Fosfori.....	13
4.4 Typpi.....	15
4.5 Rikki.....	15
4.6 Kiintoaineet.....	16
5 PESUAINHEET .....	16
5.1 Puhtaanveden kulutus .....	17
5.2 Elintarviketeollisuuden pesuaineet .....	17
5.2.1 Pesuaineet Lihajaloste Korpelalla .....	17
6 MENETELMIÄ JÄTEVESIPÄÄSTÖJEN PIENENTÄMISEKSI .....	18
6.1 Sisäiset toimet.....	19
6.2 Ulkoiset toimet.....	20
6.2.1 Rasvan poistaminen.....	20
6.2.2 Kiintoaineiden poisto.....	24
7 JÄTEVEDEN EPÄPUHTAUKSIEN AIHEUTTAMAT KUSTANNUKSET .....	25
7.1 Tämänhetkinen tilanne.....	26
7.1.1 Jätevesikustannukset.....	27
7.1.2 Biologinen- ja kemiallinen hapenkulus .....	30
7.1.3 Jäteveden fosforitase .....	32
8 TULOKSET .....	35
8.1 Tuloksien analysointi .....	37
9 KUSTANNUSLASKELMAT.....	37
9.1 Kokonaisjätevesikustannus .....	38
9.2 Käyttökustannukset.....	41
9.2.1 Veden lämmitys.....	41
9.2.2 Kemikaalikustannus .....	41

9.3	Investointikustannukset.....	43
9.3.1	Kiintoaineiden poistaminen.....	43
9.3.2	Rasvan poistaminen.....	45
10	JOHTOPÄÄTÖKSET .....	47
	LÄHTEET.....	49
	LIITTEET	

## LYHENTEET

BAT	Best Available Techniques= paras käyttökelpoinen tekniikka.
BHK/ BOD	Jäteveden biologinen hapenkulutus. Biokemiallisella hapenkulutuksella tarkoitetaan sitä happimäärää, joka tarvitaan hajottamaan orgaaninen aines.
COD	Jäteveden kemiallinen hapenkulutus (Chemical Oxygen Demand). Kemiallinen hapenkulutus kuvaa vedessä olevien, kemiallisesti hapettuvien orgaanisten aineiden määrää.
MBBR	Moving Bed Biofilm Reactor= Liikkuvan kantoaineen reaktori.
pH	pH-arvo eli happamuusaste kertoo jätevesinäytteessä vapaana olevien vetyionien määrän. pH-arvolla mitataan jäteveden happamuus tai emäksisyys.
PO <sub>4</sub> -P	Fosfaatissa oleva fosfori (P).
RBBR	Rotating Bed Biofilm Reactor= Pyörivän kantoaineen reaktori.
SS	Suspended Solids= vedessä olevat kiintoaineet.

## 1 JOHDANTO

Elintarviketeollisuus on Suomen neljänneksi suurin teollisuudenala. Elintarviketeollisuuden toimialoista teurastus ja lihanjalostus on suurin. Lihaa tuotetaan noin 390 miljoonaa kiloa vuodessa. Suomen elintarviketeollisuus käyttää puhtaita raaka-aineita sekä laadun ja turvallisuuden takeena ovat ammattitaito, korkeatasoinen valmistusteknologia, hygienia, laatujärjestelmät ja omavalvonta. Suomen elintarviketeollisuus kierrättää pakkauksia, hyödyntää sivutuotteet sekä ehkäisee mahdollisimman paljon jätteen syntyä.

Huittisten jätevesilaitos puhdistaa noin 7400 asukkaan kunnallista jätevettä sekä lisäksi Huittisten jätevesilaitoksella on teollisuusjätevesisopimukset neljän elintarviketehtaan kanssa. Huittisten jätevesilaitokselle ollaan pian liittämässä Sastamalan jätevesi ja Punkalaitumen jätevesi sekä Huittisten jätevesilaitoksella tullaan tekemään saneeraus vuoden 2015 loppuun mennessä. Huittisten jätevesilaitos ei ole asettanut Lihajaloste Korpelan jätevedelle laadullisia rajoja. Lihajaloste Korpelan tuotanto on kasvanut tasaisesti ja luonnollisesti jäteveden epäpuhtaudet ovat tulleet ongelmaksi.

Elintarviketeollisuudessa syntyy runsaasti jätevesiä, orgaanista ainetta ja ravinteita. Jätevesissä on usein paljon happea kuluttavia aineita sekä liunneena että suspendoituneena. Elintarviketeollisuudessa jätevettä ei voida varman laadun takia kierrättää jalostusprosessissa ja jätevesien koostumus on monipuolinen. Jätevesi ei sisällä raskasmetalleja, mutta suurina pitoisuuksina rasva, fosfori, typpi sekä kiintoaineet voivat aiheuttaa ongelmia. Lihanjalostusteollisuudessa käytetään paljon elintarviketeollisuuden koneita niin kuin muuallakin elintarviketeollisuudessa. Tuotantotilojen puhtausvaatimukset heijastuvat tuotannossa käytetyn veden määrään. Puhtaus elintarviketeollisuudessa on erityisen tärkeää ja jätevettä tulee paljon esimerkiksi lattioiden pesuista ja elintarviketeollisuuden koneiden pesuista, kierrättää voidaan vain jäähdytyskoneiden nesteitä. Jäteveden kulutuksen määrään ei voida juuri vaikuttaa ja pesuveden lämpötila on oltava 55 astetta. Pesuaineena käytetään useampia pesuaineita, jotka emulgoivat tehokkaasti erilaisia eläinrasvoja ja poistavat valkuaislihaa. Lisäksi elintarviketeollisuudessa käytetään apuaineita, säilöntäaineita ja katkeamattoman

kylmäketjun takia esimerkiksi ammoniakkia. Elintarviketeollisuudessa työskennellään yleensä arkisin ja tuotanto katkeaa viikonlopun ajaksi.

Työn tavoitteena oli selvittää, miten saadaan mahdollisimman tasalaatuista elintarvikejätevedettä jätevesilaitokselle sekä kuinka jäteveden epäpuhtauksia saataisiin minimoitua mahdollisimman taloudellisesti kannattavalla tavalla. Työssä keskityttiin jäteveden tuotantoon, esikäsittelyyn ja soveltuvuuteen verkostoon sekä puhdistukseen.



## 2 LIHAJALOSTE KORPELA OY

Lihajaloste Korpela Oy on vuonna 1958 perustettu satakuntalainen yritys. Laajaan tuotevalikoimaan kuuluvat savusaunatuotteet, perinteiset ruoka- ja leikkelemakkarat sekä erilaiset kokoliha- ja erikoisvalmisteet. Valtakunnallisesti tunnetut tuotteet valmistetaan perinteisillä valmistusmenetelmillä Huittisten sekä Honkajoen tuotantotiloissa. Lihajaloste Korpela Oy valmistaa Huittisissa saunapalvelutuotteita, tuorelihatuotteita ja makkaroita. Honkajoen tuotantotiloissa valmistetaan valmisruokia. Huittisten Lihajaloste Korpela Oy työllistää noin 115 elintarvikealan ammattilaista ja jalostaa noin 4,5 miljoonaa kiloa lihaa vuodessa, valtaosin broileria ja possua. Pääraaka-aineina käytetään kalkkunalihaa, lampaanlihaa, naudan lihaa sekä suurimmaksi osaksi sianlihaa./1/

Liikevaihto oli vuonna 2011 noin 25 miljoonaa euroa. Asiakkaina ovat päivittäistavarakaupat sekä yksittäisasiakkaita on noin 3000. Päivittäistavaraketjuista Sok ja Kesko ovat suurimmat asiakkaat. Lihajalosteiden osuus kokonaisymyynnistä on noin 80 %. Loppuosa on tuorelihaa ja valmistuotteita. Suurin osa jalostustuotteista menee leivänpäälle ja ruoanlaittoon./2/

Huittisten Lihajaloste Korpelan lihajalostamolla prosessi jakautuu seuraavasti: vastaanotto, raaka-aineen käsittely, sulatus, punnitus, suolaus, maseeraus (makkaramassan sekoitus), ruiskutus / verkotus (muotoon laitto), keitto, pätkiminen / paloittelu, pakkaus, varastointi ja lähetys. Riippuen jalostustuotteesta prosessi saattaa muuttua yksikköprosesseilla hiukan. Tällä hetkellä Lihajaloste Korpelan tuotantolaitos on pinta-alaltaan 8000 m<sup>2</sup>. Lihajaloste Korpelaa on laajennettu ajoittain ja vuonna 2013 tulossa tekemään 2000 m<sup>2</sup> laajennus./2/

### 3 TEOLLISUUSJÄTEVEDET

Teollisuusjätevedellä tarkoitetaan jätevettä, joka muodostuu teollisuudesta. Teollisuusjätevesiä syntyy esimerkiksi elintarvike-, metallien pintakäsittely-, maali-, tekstiili-, paperi- ja kemianteollisuudessa. Jos teollisuusjätevesien laatu poikkeaa vain hiukan kunnallisesta jätevedestä, voidaan teollisuusjätevedet johtaa esikäsittelemättömänä kunnalliseen jätevesiviemäriverkostoon. Teollisuusjätevesien johtamisesta jätevesiviemäriverkostoon on usein sovittava kunnallisen jätevesilaitoksen kanssa. Teollisuusjätevesistä tehdään teollisuusjätevesisopimus toiminnanharjoittajan ja kunnallisen jätevesilaitoksen kanssa, jos yrityksellä ei ole omaa jätevedenpuhdistuslaitosta. Teollisuusjätevesisopimukset solmitaan aina tapauskohtaisesti, sopimus voi sisältää ehtoja jäteveden tarkkailemiseen säännöllisesti tai esimerkiksi teollisuusjätevedelle voidaan asettaa laadullisia rajoja. Monissa teollisuusjätevesien tuottavissa yrityksissä on esikäsittely ennen jäteveden johtamista kunnalliseen viemäriverkostoon. Esikäsittelynä voi olla esimerkiksi biologinen prosessi, neutralointi, virtaaman tasaus, siivilöinti (kiintoaineen erotus), hiekanerotus, öljysuodatin, rasvanerotus tai yleisesti orgaanisen kuorman vähentämistä oleva esikäsittely. Teollisuusjätevesistä tutkitaan yleensä BOD, COD, fosfori, typpi, kiintoaine, rasva, sähkönjohtavuus, pH ja tarvittaessa lämpötila. Teollisuuden jätevesikuormitus vastaa yleensä asukasvas-tineeltaan satoja asukkaita. BOD- ja COD- arvot ovat myös kunnallisista jätevesistä mitattuja arvoja suurempia./3/

Ympäristönsuojeluasetuksessa on määritelty teollisuudenalat, joilla on oltava ympäristölupa. Aineet, joiden johtamisesta viemäriin voi aiheutua vaaraa ympäristölle, tarvitsee ympäristöluvan. Teollisuudessa on pyrittävä parhaaseen käyttökelpoiseen tekniikkaan (BAT) ja sitä pyritään arvioimaan. /4/

#### 3.1 Elintarviketeollisuuden jätevedet

Elintarviketeollisuuden jätevedet sisältävät elintarviketuotteesta riippuen eri määrin hiilihydraatteja, proteiineja, rasvoja, kiintoaineita, happoja, emäksiä, pesuaineita, suoloja sekä elintarviketeollisuudessa käytetään apu- ja säilöntäaineita. Elintarvike-

teollisuuden jätevesille on ominaista korkea BOD, COD, fosfori- ja typpipitoisuus sekä pH vaihtelut voivat olla lievistä happamasta vahvaan emäkseen./3/

Elintarviketeollisuuden jätevesiä syntyy mm. meijeriteollisuudesta, perunan-, juuren- ja kalankäsittelylaitoksista sekä leipomoista. Orgaanista ainetta kuten rasvoja, hiilihydraatteja, proteiineja ja kiintoainetta syntyy kaikista elintarviketeollisuuden prosesseista. Fosforikuorma riippuu elintarviketuotteesta ja pesuaineista sekä jätevesien lisäksi viemäriin johdettavista saniteettivesistä. Typpikuormitus aiheutuu osittain happopesuista ja valkuaisaineista sekä typpi muodostaa yhdisteitä helposti ja sitä voi esiintyä eri muodoissa. Yleensä elintarviketeollisuudessa käytetään korkea lämpöistä puhdasvettä pesuissa. Lämmin vesi voi aiheuttaa viemäreissä hajuhaittoja ja syövyttävien yhdisteiden syntymistä anaerobisissa olosuhteissa sekä pH vaihtelut vaikuttavat elintarvikejäteveden koostumukseen. Elintarviketeollisuudessa käytetään laajasti erilaisia happamia sekä vahvasti emäksisiä pesuaineita, jotka vaikuttavat elintarvikejäteveden laatuun./3/

### 3.2 Teurastamot ja lihankäsittelylaitoksien jätevedet

Jätevesiä syntyy laitteiden, kuljetusautojen, lattioiden pesuista sekä teurastuksen eri vaiheista. Jäteveden laatuun vaikuttavat pitkälti teurastettava eläinlaji, teurastettavat määrät, pesuaineet, desinfiointiaineet, apuaineet, säilöntäaineet sekä puhtaan veden käyttö yleisesti. Teurastamoiden vedenkulutus on suurempaa kuin lihankäsittelylaitoksien. Teurastamoilla vedenkulutus on teuraseläintä kohden noin 2-8 l/kg lihaa. Lihanjalostuksesta aiheutuu elintarvikejäteveden korkea lämpötila, suuret pH vaihtelut ja hapettomuus elintarvikejätevedessä sekä lihan-käsittelylaitoksilta rasvan, valkuaisaineiden ja eloperäisen aineksen joutuminen jätevesiin. Suuret orgaanisen aineksen määrät nostavat BOD- ja COD- arvoja. Jäteveden korkea lämpötila ja pH vaikuttavat hapen liukoisuuteen vedessä. Anaerobisissa olosuhteissa syntyy rikkiyhdisteitä, jotka aiheuttavat hajuhaittoja. Jätevesistä voi vapautua myös ammoniakkaa, joka on erittäin haitallista. Ammoniakki aiheuttaa korroosiota (syöpymistä) putkistoissa. Rasvan, suolan ja valkuaisaineiden tai veren erotukseen käytetään tehokkaita pesuaineita happamasta emäkseen esim. ferrinitraattia, lipeää, fosfonaattia, erilaisia tensidejä, kalsiumhydroksidia, natriumhypokloriittia, fosforihappoa ja polykarboksyy-

laatteja. Jäteveden esikäsittelyinä ennen sen päästämistä kunnalliseen jäteviemäri-verkoston voi olla esim. rasvanerotus, kiintoaineen erotus, kemiallista saostusta, orgaanisen kuorman vähentämistä sekä pH:n säätöä. Kiintoaineen erotukseen voidaan käyttää siivilää, jonka silmäkoko on alle 6 mm (sivutuoteasetus 1774/2002). Suurin osa teurastamoista ja lihankäsittelylaitoksista johtaa esikäsittelyn jälkeen jätevedet kunnalliseen jätevedenpuhdistuslaitokseen. Jäteveden määrän rajoitus voi olla esimerkiksi 6000 m<sup>3</sup> vuodessa./3/

## 4 EPÄPUHTAUDET ELINTARVIKEJÄTEVEDESSÄ

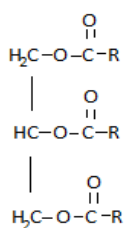
Elintarviketeollisuuden jätevedessä on elintarvikkeesta riippuen erilaisia epäpuhtauksia. Epäpuhtauksien puhdistaminen jätevedestä on tuotannon kasvaessa tullut merkittäväksi kustannustekijäksi niin Huittisten kaupungin jätevesilaitokselle kuin Huittisten Lihajaloste Korpelan elintarvikelaitokselle. Huittisten kaupungilla on tarkoitus saada tasalaatuista elintarvikelijätevettä, kun elintarvikelaitos Lihajaloste Korpela pyrkii kustannustehokkaaseen jäteveden tuottamiseen ja esikäsittelyyn.

### 4.1 Lihan kemiallinen koostumus

Lihan kemiallinen koostumus vaihtelee eläinlajin, eläimen iän, lihakkuuden sekä ruhonosan mukaan. Rasvattomassa lihassa on vettä noin 75 %. Kun lihasta valmistetaan ruokaa, veden hävikki on noin 25 %. Rasvapitoisuus vaihtelee eläinlajista ja ruhonosasta riippuen ja voi olla 1 – 30 %. Lihan vesi- ja rasvapitoisuus ovat toisistaan riippuvaisia. Lihasten valkuaisainepitoisuus on 18 – 24 % ja sidekudosvalkuaisen määrä 0,5 – 4 %. Eri eläinlajeilla ja eri ruhonosissa sidekudospitoisuus vaihtelee suuresti. Lihaksissa oleva hiilihydraatti on eläintärkkelystä eli glykogeneenia, jota lihassa on 0,8 - 1,5 %. Raudan ja seleenin lähteenä liha on tärkeä ruoka-aine. /5/

## 4.2 Rasva eli lipidit

Rasva koostuu lipideistä, mutta kaikki lipidit eivät ole rasvaa. Lipidit määritellään yhdisteiksi, jotka liukenevat orgaanisiin liuottimiin kuten eetteriin ja kloroformiin, mutta eivät liukene veteen. Tiedeakatemian mukaan rasva koostuu orgaanisista molekyyleistä, jotka ovat muodostuneet liittämällä kolme rasvahappomolekyyliä yhteen glyserolimolekyyliin (triasyyliglyserolit). Käytännössä lipidit jaotellaan poolisuuden mukaan, esimerkiksi poolittomia ovat triasyyliglyserolit ja sekä osakseen poolisia että poolittomia ovat folipidi- ja glykolipidimolekyylit. Elintarviketeollisuudessa käytetään pesuaineita, jolla pyritään rikkomaan lipidien esterisidokset. Ne kaikki lipidit joissa on esterisidos, hajoavat./6/



Kuva 1. Triasyyliglyseroli eli triglyseridi./6/

Lihanjalostusteollisuudessa irtoaa rasvaa sekä lihan käsittelystä sekä varastoinnista. Rasvan määrä on erittäin riippuvainen lämpötilasta ja käytetyistä kemikaaleista. Rasva voi olla kiinteässä tai nestemäisessä muodossa. Lihanjalostusteollisuudessa käytetään pesuaineita, jolla saadaan rasva dispergoitumaan veteen ja sitä kautta johdettua jätevesien mukana jätevesiviemäriin. Lihanjalostusteollisuudessa yleisiä rajoja elintarvikejätevedelle voivat olla 150 mg / l rasvaa ja 500mg / l kiintoainetta./3/

## 4.3 Fosfori

Fosfori on elintärkeä raaka-aine kaikelle elolliselle. Ihminen tarvitsee vuorokaudessa noin 1 - 2 grammaa fosforia (P). Kasveille fosfori on yksi kolmesta tärkeästä ravinteesta. Suurina pitoisuuksina fosfori voi aiheuttaa rehevöitymistä vesistöihin ja siksi se täytyy erottaa jätevedestä./7/

Lihanjalostusteollisuuden fosforikuorma aiheutuu pääosin lihan suolauksesta ja saniteettivesistä. Suurin osa fosforista on epäorgaanisessa muodossa kuten mm.  $\text{PO}_4^{3-}$ ,  $\text{HPO}_4^{2-}$ . Elintarviketeollisuudessa jäteveden fosforikuorma tulee osakseen pesuaineista sekä lihan suolauksesta. Lihan suolauksesta tulevaa fosforikuormaa ei ole koskaan arvioitu/ laskettu. Fosfori esiintyy jätevedessä sitoutuneena kiintoaineeseen tai se voi esiintyä liukoisina epäorgaanisina fosfaatteina sekä liuennaina tai kolloidisina orgaanisina fosforiyhdisteinä. Hapettomissa olosuhteissa fosfori liukenee veteen, muuten fosfori on huonoliukoinen veteen. Fosfori mitataan elintarviketeollisuuden jätevesipäästöjen fosforikuorma on hyvin vähäistä verrattuna muihin teollisuuden aloihin, vaikka suurin osa Lihajaloste Korpelan jätevesien epäpuhtauksien kuormasta koostuu fosforista. Fosforikuormaa jätevesiin saadaan pesemällä lihansuolauksioneita. Seuraavassa kuvassa 2 on suolaruisku. Suolaruisku on tärkeää pestä käytön jälkeen lämpimällä vedellä./7/



Kuva 2. Suolaruisku./2/

#### 4.4 Typpi

Typpi esiintyy jätevedessä mm. seuraavina yhdisteinä:  $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{NO}_2^-$ ,  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{N}_2$ . Typpi aiheuttaa vesien rehevöitymistä ja se on saatava mahdollisimman hyvin poistettua jätevedestä. Lihanjalostusteollisuudesta syntyy typpeä saniteettivesistä, lihaan lisättävistä nitriiteistä sekä eläinperäisistä tuotteista. Typpi esiintyy pääasiassa sitoutuneena orgaanisen ainekseen, kuten proteiineihin (valkuaisaineisiin), joita esiintyy erityisesti eläinkunnan tuotteissa. Osa jäteveden tyypestä hajoaa epäorgaaniseen muotoon, ammoniumtypeksi, nitriitiksi tai nitraatiksi. Jäteveden typen poistamisessa voidaan käyttää fysikaalisia tai biologisia menetelmiä. Yleensä typen poistoon tarvitaan sekä fysikaalinen että biologinen typen poisto, koska liuenneena oleva typpi ei poistu pelkästään fysikaalisella menetelmällä. Mahdollisesti typenpoistoa haittaavia aineita ei saa johtaa viemäriin. /8/

#### 4.5 Rikki

Teollisuusjätevedet, erityisesti elintarviketeollisuuden jätevedet muuttavat huomattavasti jäteveden koostumusta ja lisäävät hajuongelmien mahdollisuutta. Anaerobisissa olosuhteissa muodostuu myrkyllistä ja pahanhajuista rikkivetyä ( $\text{H}_2\text{S}$ ), jolla on hyvin matala hajukynnys. Elintarviketeollisuuden jätevesissä on orgaanisesti ja epäorgaanisesti sitoutunutta rikkiä. Lihanjalostusteollisuudessa voi olla jopa satoja milligrammoja litrassa orgaanisia rikkiyhdisteitä sekä pesuaineista peräisin olevia sulfonaatteja. Rikkiyhdisteiden läsnäolo jätevedessä johtaa monien haisevien yhdisteiden kuten rikkivedyn syntymiseen viemärissä. Rikkiä syntyy saniteettivesistä, erityisesti ulosteista. Jos jätevesiviemäriin lasketaan lämpimiä lihanjalostusteollisuuden jätevesiä, jotka sisältävät sulfaattia, hajukaasuja syntyy varsinkin alajuoksulla. Rikkivety on syövyttävää ja myrkyllistä, lisäksi se aiheuttaa hajuhaittoja. Hajuhaittoja voidaan hoitaa pH säädöllä. /9/

#### 4.6 Kiintoaineet

Kiintoaineet jätevedessä voi havaita osittain paljain silmin. Lihanjalostusteollisuudessa kiintoaineita tulee erityisesti raaka-aineen käsittelystä. Kiintoaineet voidaan erottaa jätevedestä esimerkiksi hiekkasuodattimella, sihdillä tai muulla fysikaalisella tavalla. Jos kiintoaine on raskaampaa kuin vesi, painovoiman vaikutuksesta se laskeutuu pohjalle itsestään. Moni kiintoaine erottuu hyvin jätevedestä ja voidaan poistaa helposti ja kuljettaa kaatopaikalle jatkokäsittelyyn. Kiintoaineen erotus jätevedestä tulee kuitenkin joissakin tapauksissa kalliiksi jätevedenpuhdistamolle. Kiintoaine tuo lisää biologista orgaanista kuormaa sekä lisää kemiallista hapenkulutusta. Kemikaaleja voidaan käyttää apuna kiintoaineiden laskeuttamiseen nopeammin, esimerkiksi poltettu kalkki ( $\text{CaO}$ ) ja ferrosulfaatti ( $\text{FeSO}_4 \cdot 7 \text{H}_2\text{O}$ ) auttavat selkeyttämään elintarviketeollisuuden jätevedettä. Kemikaaleja käytetään yleensä tehostamaan laskeutusta ja varmistamaan kiintoaineen erottuminen jätevedestä. Lisäksi ne poistavat fosfaattia jätevedestä. Kuumennus auttaa aina epäpuhtauksien erottumiseen jätevedestä lisättäessä kemikaalia.

### 5 PESUAINHEET

Pesuaineet ovat tärkeä osa elintarviketeollisuuden jokapäiväistä toimintaa. Pesuaineita on laajasti tarjolla elintarviketeollisuuteen, riippuen elintarviketeollisuuden tarpeesta. Pesuaineita ja vettä käytetään paljon, että varmistetaan hyvästä hygieniasta sekä tuotteen hyvästä laadusta. Pesuaineet on suunniteltu irrottamaan rasvaa ja desinfioimaan erilaisia pintoja sekä poistamaan muita epäpuhtauksia. Pesuaineita löytyy vahvasta emäksestä happamaan. Tärkeintä on elintarviketeollisuudessa pesuaineita käytettäessä hyvä huuhtelu. Nykypäivänä on myös käytössä desinfiointiaineita, jotka haihtuvat ilmaan ja säästytään joidenkin laitteiden vedellä kastelulta. Pesuaineet ovat suunniteltu mahdollisimman ympäristöystävällisiksi ja tehokkaiksi puhdistukseen. Pesuaineiden käyttö on summittaista, väkisinkin pesuaineita johdetaan jätevesiviemäriin. Pesuaineen vaikutus jatkuu jätevesiviemärissä. Runsas pesuaineiden käyttö voi aiheuttaa esimerkiksi pH-vaihteluita.



## 5.1 Puhtaanveden kulutus

Elintarvikelaitos ostaa veden yleisimmin kunnalliselta vesilaitokselta. Lihanjalostusteollisuudessa vedenkulutus riippuu paljon tuotantomääristä. Puhdasta vettä käytetään esimerkiksi lihan suolauksessa ja pesuissa. Lihanjalostusteollisuudessa tuotanto vaihtelee ja on suoraan verrannollinen puhtaanveden kulutukseen. Noin 75% käytetystä puhtaasta vedestä päätyy jätevesiviemäriin, muu vesi sitoutuu lihaan tai haihtuu ilmaan. Elintarviketeollisuudessa käytetään puhdasta vettä päivittäin. Veden mukana kulkeutuu monia epäpuhtauksia jätevesiviemäriin. Puhtaanveden lämpötila pesuissa on noin 55 °C. Suurimmat pesut tehdään kerran päivässä ja yhteensä vettä kuluu tuotannossa noin 100 – 200 m<sup>3</sup> päivässä. Pesuvettä ei voida hygieniasyistä kierrättää jalostusprosessissa./2/

## 5.2 Elintarviketeollisuuden pesuaineet

Elintarviketeollisuuden pesuaineet on suunniteltu elintarviketeollisuuteen sopiviksi. Pesuaineita käytetään suuremmissa mittakaavoissa kuin kotitalouksissa. Yleensä pesuaineet sisältävät joissakin määrin fosfonaattia, joka vaikuttaa veteen pehmentävästi. Lisäksi pesuaineet voivat sisältää fosforihappoa (H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>), natriumhydroksidia (NaOH), kaliumhydroksidia (KOH), natriumhypokloriittiliuosta, polykarboksylaatteja sekä erilaisia tensidejä. Pesuaineet poistavat ja emulgoivat tehokkaasti rasvaa ja proteiineja. Yleensä pesuaineiden kanssa käytetään lämmintä vettä. Pesuaineissa on syytä lukea aina sen käyttötarkoitus, mihin tuote soveltuu, suositeltu käyttölämpötila, annostelu, varastointi, säilyvyys ja vaikutusaika. Henkilökunnan on myös tutustuttava pesuaineen käyttöturvallisuustiedotteeseen ennen sen käyttöönottoa./10/

### 5.2.1 Pesuaineet Lihajaloste Korpelalla

Huittisten tuotantotiloissa käytetään KiiltoClean Oy:n toimittamia pesuaineita elintarviketeollisuuteen. KiiltoClean on Kiilto Family -konserniin kuuluva johtava suomalainen puhtaus- ja hygieniaratkaisujen toimittaja ja kansainvälisesti vahva toimija. Tuotevalikoimaan kuuluu pesu-, puhdistus- ja hoitoaineet, hygienia tuotteet sekä hygienia tuotteet. Lihajaloste Korpela käyttää sekä erittäin happamia että erittäin emäk-

sisiä pesuaineita. Pesuaineet ovat biologisesti hajoavia sekä pakkaukset ovat suunniteltu kierrätyskelpoisiksi. Pesuaineet sisältävät vaahdonestoaineita, fosfonaattia ( $PO_4^{3-}$ ), natriumhydroksidia (NaOH), kaliumhydroksidia (KOH), polykarboksylaatteja, erilaisia tensidejä, korroosionestoaineita sekä käytössä on desinfiointiaineita sisältäen pieninä määrinä happoja./10/

Huittisten Lihajaloste Korpela käyttää paljon erilaisia desinfiointiaineita, pesuaineita, saippuota ja keskittävät ostokset KiiltoClean Oy:lle. Pesuaineiden kulutus on tuhansia kiloja vuodessa./2/

Erityisesti täytyy kiinnittää huomiota pesuaineiden vaikutuksesta jäteveeseen. Osa pesuaineista sisältää fosfonaattia tai fosforihappoa, jotka vaikuttavat jäteveden fosforikuormaan. Lisäksi pesuaineet aiheuttavat pH vaihteluita jätevedessä ja voivat kuluttaa jätevesiviemärin putkistoa.

## 6 MENETELMIÄ JÄTEVESIPÄÄSTÖJEN PIENENTÄMISEKSI

Vuonna 2012 Kokemäenjoen vesistön vesiensuojeluyhdistys ry:n tehtyjen laboratoriotulosten tarkastelun perusteella Lihajaloste Korpelan suurin jäteveden kuormittaja on fosfori. Fosfori aiheutuu pesuaineista, saniteettivesistä sekä lihan suolauksella on suuri vaikutus fosforikuormaan jätevedessä. Jätevesiviemäriin menevät jätevedet koostuvat lihanjalostuksesta sekä saniteettivesistä. Suurimmat ongelmat ovat rasva, fosfori, typpi ja kiintoaineet. Epäpuhtauksien pienentämiseksi on monia keinoja, täytyy kuitenkin huomioida taloudellisesti kannattava ja tehokas ratkaisu. Tällä hetkellä Lihajaloste Korpelan kaikki jätevedet epäpuhtauksineen johdetaan välikaivojen kautta rasvanerotuskaivoon, sieltä jätevesi jatkaa matkaansa Huittisten jätevesilaitoksen kahden jätevesipumppaamon kautta puhdistamolle. Jätevesipumppaamo on automatisoitu pinnanmittauksella. Huittisten jätevesilaitoksen mukaan epäpuhtaudet ovat lisääntyneet vuodesta 2010 lähtien. Huittisten jätevesilaitoksen tavoitteena on saada tasalaatuista jätevettä. Jätevettä ei kuitenkaan tule ympärivuorokautisesti ja virtaus on epäsäännöllistä. Jätevesiviemäriverkko on osittain paineistettua ja osittain vietto-

viemäriä. Viettoviemäri saattaa vaikuttaa osittain jäteveden tasalaatuisuuteen. Viettoviemäriin saattaa kerääntyä esimerkiksi rasvaa, joka estää vapaata virtausta./11/

## 6.1 Sisäiset toimet

Niin kuin monessa muussakin teollisuudessa niin elintarviketeollisuudessa pystytään minimoimaan vedenkulutusta. Vedenkulutus ei kuitenkaan vie pois epäpuhtauksia. Epäpuhtauksia pystytään vähentämään keräämällä silmin nähtävin olevia kiintoaineita lattioidelta, samalla jätevesiviemäriin menevä kiintoainekuorma vähenee. Kiintoaineet eivät kuitenkaan ole suurin ongelma Lihajaloste Korpelan jätevesissä. Fosforikuorma aiheutuu todennäköisesti lihan suolauksesta. Nykyään voidaan tuottaa fosfaatittomia lihatuotteita ja se vähentäis fosforikuormaa jätevesissä. Lisäksi pesuaineita käytetään päivittäin ja se tuo osan fosforikuormaa jätevesiin. Pesuaineissa on tarkka annostelu ja pesuaineen vaikutusajan jälkeen kaikki fosfonaatti huuhdellaan jätevesiin. Fosforittomia pesuaineita on vielä hyvin vähän tarjolla, todennäköisesti tulevaisuudessa tulee mahdollisuus käyttää fosforittomia pesuaineita. Näin saataisiin pesuaineista johtuvaa fosforikuormaa pienennettyä. Suolausta tapahtuu Lihajaloste Korpelan maseeraus pytyissä jolloin lihat ja massa sekoitetaan.. Tyhjennyksien tai täytön aikana saattaa suolavettä päästä jätevesiviemäriin. Maseeraus pyttyjä on monta ja ne sijaitsevat eri puolella tuotantotiloja. Suolauksen tarkoitus on imeyttää suola lihaan ja näin jätevesipäästöjä ei syntyisi käytännössä ollenkaan, yksi maseeraus pytty täytetään kerran päivässä ja näin ollen tyhjenetään kerran päivässä. Lihajaloste Korpelalta löytyy useampi maseeraus pytty ja ne sijaitsevat kaukana toisistaan. Maseeraus pytyt voitaisiin sijoittaa samaan tilaan, jolloin välttyään paremmin ylijuuksuilta. Tuotantoa voidaan katsoa enemmän ympäristönäkökulmasta eli pyrkiä vähentämään esimerkiksi lihan suolausta. Kiintoaineen joutumista jätevesiin voidaan välttää esimerkiksi järjestämällä biojäteastioita ja keräämällä kaikki suurimmat kiintoaineet biojätteeseen aina ennen suurimpia pesuja. Näin saataisiin minimoitua kiintoaineiden (lihanpalojen) joutumista jätevesiviemäriin.

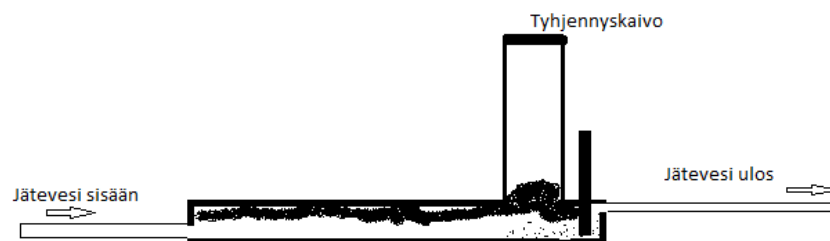
## 6.2 Ulkoiset toimet

Lihajaloste Korpelalla tuotanto on kasvanut ja tuotantotiloja on jouduttu laajentamaan väliajoin. Epäpuhtauksien estämistä viemäriin ei voida kokonaan estää, mutta voidaan tehdä muutoksia. Lihajaloste Korpelan tavoite on saada kustannustehokkaampaa jätevettä sekä Huittisten jätevesilaitoksen tarve on saada tasalaatuista jätevettä. Näiden yhteensovittaminen tarkoittaa tehokkaan, mutta edullisen ratkaisun löytämistä jäteveden kuormittavuuden vähentämiseen. Jätevesien käsittelyn kustannusvaikutukset ovat nousseet ja mahdollisuus on tehdä jonkinlainen parempi esikäsittely ennen kuin elintarvikejätevesi johdetaan Huittisten jätevesilaitokselle. Tällä hetkellä Lihajaloste Korpelalla on ulkona sijaitsevat hiekanerotuskaivot. Lisäksi löytyy öljynerotuskaivo ja välikaivoja, joissa rasva tai öljy kerääntyy pinnalle. Rasvanerotuskaivot sijaitsee viimeisenä ennen jäteveden johtamista Huittisten jätevesilaitosta kohti.

### 6.2.1 Rasvan poistaminen

Rasvanerotuskaivot on todettu hyväksi tavaksi poistamaan rasvaa. Rasvanerotuskaivot tyhjenetään noin kuusi kertaa kuukaudessa ja ne keräävät erityisesti rasvaa sekä jonkin verran kiintoaineita. 80 % vettä sisältävä jäterasva toimitetaan Vambio Oy:n biokaasulaitokselle. Rasva on energiapitoista, joten se on optimaalinen biokaasulaitoksen syöte. Rasvanerotuskaivot on suunniteltu erottamaan rasvaa ja niiden tekninen rakenne on suunniteltu niin, ettei kemikaalia voi syöttää. Kovilla pakkasilla tyhjennyksen ajankohta on tärkeä. Tuotannon on hyvä olla käynnissä, koska tyhjennys on silloin helpompaa erityisesti talvisin. Rasvakaivon tyhjennys on silti vaikeaa, koska se on malliltaan pitkä mutta matala (kts. kuva 2). Rasva poistetaan alipaineen avulla kaivosta, sekaan tulee vettä sekä mahdollisesti muita epäpuhtauksia. Virtauksien vaihtelut sekä lämpötilan vaihtelu aiheuttaa isojen rasvapallojen muodostumista, samoin kuin muiden kiintoaineiden ”ryhmittymistä”. Kaivoja on kaksi, vanhempi on noin 3 m<sup>3</sup> ja uudempi noin 5 m<sup>3</sup>. Kaivoja on pesty kesäisin ja siitä on ollut apua hetkeksi./12/

Parannuksia rasvanerotukselle voisi olla, mutta siihen tarvitsisi tehdä isoja muutoksia. Saostuskemikaalin syöttö tarvitsisi olla paljon aikaisemmin, että saataisiin aikaviivettä. Kun saostuskemikaali olisi vaikuttanut, rasvan ja muiden epäpuhtauksien poistaminen olisi helpompaa. Toinen vaihtoehto olisi kemikaalin syöttö tuotantokokoksen aikana ja jätevesi olisi rajatussa tilassa. Lisäksi nykyinen rasvakaivo jäisi hyödyttömäksi, koska lyhyessä ajassa kemikaali muuttaa rasvan paremmin ”juoksevaksi”. Tarvittaisiin jonkinlainen sihti tai välppä poistamaan rasvaa. Rasva ei välttämättä ehtisi erottumaan vedestä tuotannon ollessa käynnissä. Lisäksi pohjalle jäänyt kiintoainekin menee osittain rasvakaivoista ohitse. Rasvakaivo ei erityisesti ole suunniteltu pohjasakan keräämiseen, joten raskaat partikkelit saattavat ohittaa ”rasvavälppän” ja jatkaa matkaansa Huittisten jätevesilaitokselle. Paineenvaihtelut ja virtausvaihtelut vaikuttavat kiintoaineen ja rasvan liikkeisiin jätevesiviemärissä niin kuin rasvakaivossakin. Havainnollistavan kuvan rasvakaivosta nähdään kuvassa 3.



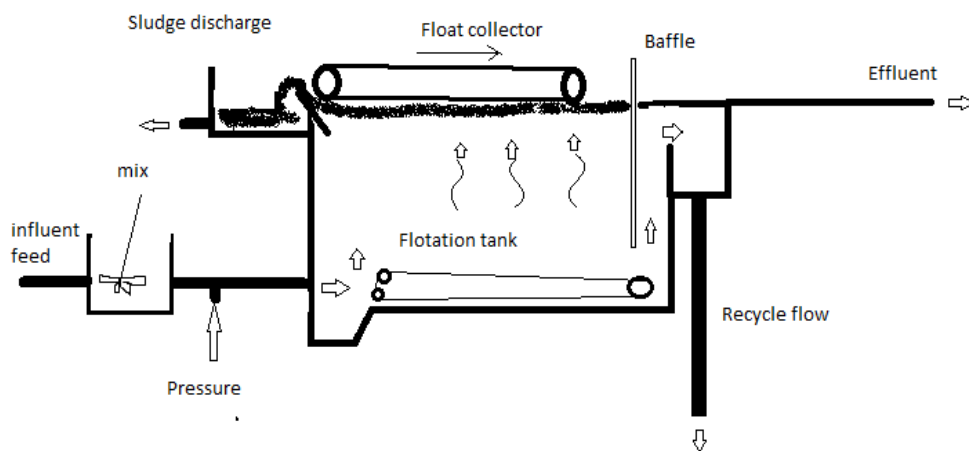
Kuva 3. Rasvakaivo.

Paras vaihtoehto olisi teettää uusi ja paremmin tyhjennettävä kaivo, jossa olisi suuri pinta-ala. Rasvan tyhjennys olisi helpompaa sekä saataisiin aikaviivettä lisää, jolloin suurin osa rasvasta erottuisi pintaan ja vältyttäisiin epätasalaatuisen jäteveden johtamisesta Huittisten jätevesilaitokselle. Jäteveden virtaus voitaisiin pysäyttää tyhjen-nyksen ajaksi nostettavalla ja laskettavalla levyllä, joka ei olisi riippuvainen lämpötilasta. Toisaalta padotus aiheuttaa riskin tehtaan sisäiselle verkostolle. Mahdollisesti saostuskemikaalia voitaisiin lisätä epäsäännöllisesti ja mahdollisesti riippuen muista

muuttuvista tekijöistä esimerkiksi tuotannon kasvaessa seuraavina vuosina. Saostuskemikaalina voisi olla esimerkiksi rautasulfaatti tai poltettu kalkki. Ne auttaisivat muidenkin epäpuhtauksien erottamiseen jätevedestä.

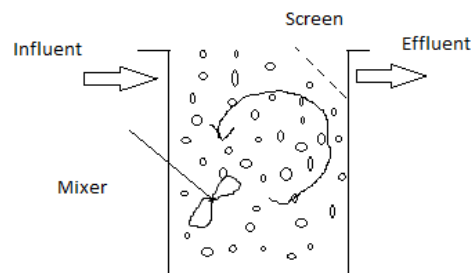
Yksi monista vaihtoehdoista olisi se, että rasvakaivo säilytettäisiin. Rasvakaivoon lisättäisiin poltettua kalkkia, joka saostaisi epäpuhtauksia. Patolevyn jälkeen olisi vielä sihti, joka estäisi epäkurantteja epäpuhtauksia menemästä rasvakaivosta eteenpäin. Sihti suunnitellaan kohteeseen sopivaksi. Lisäksi rasvakaivoon asennettaisiin pinnanmittaus anturi siltä varalta, jos sihti meni tukkoon. Lisäksi sihdin pesun aikana olisi hyvä estää jäteveden pääsy rasvakaivosta eteenpäin, esimerkiksi levyllä. Rasvakaivoa tulisi mahdollisesti tyhjentää useammin, esimerkiksi joka päivä.

Rasvan erottumista voidaan edistää ilmastuksella. Seuraavassa kuvassa 4 voitte nähdä flotaation, johon voidaan lisätä kemikaalia tehostamaan epäpuhtauksien erottamista.



Kuva 4. Flotaatio./13/

Flotaatiolla saadaan rasva erottumaan ja tarvittaessa muita epäpuhtauksia erotettua, lisäksi jätevesivirtausta ei tarvitsisi välttämättä pysäyttää. Flotaatio saattaa tarvita korkeamman lämpötilan erottaakseen paremmin epäpuhtauksia tai esimerkiksi kemikaalin lisäyksen sekoitus kohtaan. Kiintoaineiden tai erityisesti rasvan poistamiseen voidaan käyttää yksinkertaisempaa vaihtoehtoa biofilmireaktoria, jonka huomaatte kuvassa 5./13/



Kuva 5. RBBR./13/

Tämä biofilmireaktori (RBBR) on suunniteltu jatkuvatoimiseen käyttöön. Mekaaninen sekoitus pitää kantoainepartikkelit liikkeessä. Biofilmireaktoreita on kahdenlaisia, anaerobisia tai aerobisia. Aerobinen biofilmireaktori toimii ilmastuksella (MBBR) ja anaerobinen biofilmireaktori sekoituksella (RBBR). Biofilmireaktoria käytetään erityisesti typen poistoon, mutta sitä käytetään myös meijeriteollisuudesta tulevien elintarvikejätevesien orgaanisen aineksen poistoon. Biofilmi eli mikrobikasvusto kerääntyy vettä kevyemmän kantoaineen pinnalle. Kantoaine sitoo epäpuhtauksia ja niistä muodostuu biofilmi. Kantoaineita on eri muotoisia/ kokoisia ja eri käyttökohteisiin sopivia, niiden valinnassa täytyy ottaa huomioon käyttökohde, epäpuhtauksien määrä, epäpuhtauksien suuruus, jäteveden virtaus sekä biofilmireaktorin rakenne. Biofilmireaktorin paras käyttöalue on  $300 - 500 \text{ m}^2 / \text{m}^3$ . Lisäksi ilmaa voidaan lisätä pohjalta, jolloin puhdistus olisi vielä tehokkaampaa. Biofilmireaktori on vähän energiaa kuluttava sekä suhteessa muihin biologisiin puhdistuksiin pienen tilan vievä laitos. Anaerobisessa biofilmireaktorissa ainoa haittapuoli voi olla raskaiden kiintoaineiden joutuminen pohjalle. Yläkulmassa sijaitseva välppä täytyy suunnitella niin, ettei kantoainepartikkelit pääse välppästä ohi. Tärkeintä on biofilmin kehittämisessä hapen ja ravinteiden riittävä siirtyminen vedestä biofilmiin./14/

### 6.2.2 Kiintoaineiden poisto

Kiintoaineiden poistoon käytetään jätevesilaitoksilla hiekkasuodatinta, välppää, sihtiä yms. Lihajaloste Korpelalla pystyttäisiin estämään kiintoaineiden meneminen jätevesiin jo aikaisemmin. Lihajaloste Korpelalla ei ole erityistä kiintoaineiden erotinta. Lattiakaivot ovat suunniteltu teollisuuteen, mutta kaikki kiintoaine melkein läpäisee tämänhetkiset jätevesikourun ritilät tuotannon lattioilla. Seuraavassa kuvassa 6 tämänhetkinen jätevesikourun ritilä Lihajaloste Korpelalla.



Kuva 6. Lihajaloste Korpelan jätevesikourun ritilä./2/

Vanhojen kourujen tilalle voitaisiin teettää uudet ”kiintoaineenerotinkourut”, jotka erottaisivat jätevedestä kiintoaineet, kiintoaineet voitaisiin poistaa ritilän päältä parhaalla mahdollisella tavalla. Tämä olisi halvin ratkaisu.

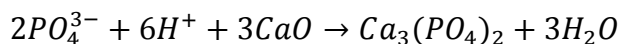
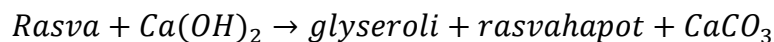
Ratkaisuja löytyy myös monia muita, esimerkiksi muualla elintarviketeollisuudessa käytettyjä kiintoaineenerotuslaitteita. Kiintoaineenerotuslaite maksaa kymmeniä tuhansia ja sen paikka täytyisi valita oikein. Lisäksi kiintoaineet saattavat olla niin sus-



pendoituneina veteen, että jätevettä tarvitsisi lämmittää. Elintarviketeollisuudessa käytetään epäpuhtauksien poistoon laitteita, jotka poistavat epäpuhtauksia 95%. Laitteiden käyttöikä on nykypäivänä pitkä ja ne on suunniteltu helppokäyttöisiksi. Laitteen asennuksestakin tulisi kustannuksia, jotka täytyisi huomioida. Lihajaloste Korpeelan kiintoainekuorma on aika vähäistä verrattuna elintarviketeollisuuden raja-arvoihin. Rasva aiheuttaa silti lisää kiintoaine kuormaa sekä muita ongelmia.

Kiintoaineen erotukseen käytetään Kuopion Atrialla, Jyväskylän Saarioisilla, Saha-lahden broileriteollisuudessa Meiko Step filteriä, joka poistaa kiintoaineita. Laite on vähän energiaa kuluttava sekä itse puhdistuva. Porrassuodatin täytyy pestä vain päivän päätteeksi ja kerääntynyt kuiva kiintoaine täytyy poistaa. Kuiva-aine voitaisiin jatkokäyttää./15/

Jätevesi on erittäin sameaa, joka tarkoittaa paljon suspendoituneita epäpuhtauksia vedessä. Niiden erottaminen jätevedestä on aikaa vievää ilman mitään flokkauskemikaalia tai korkeaa lämpötilaa apuna käyttäen. Poltettua kalkkia käytetään kirkastamaan jätevettä, reaktionopeuteen saattaa vaikuttaa lämpötila. Teoriassa poltetun kalkin pitäisi reagoida jätevedessä olevan fosforin ja rasvan kanssa seuraavasti./13/



## 7 JÄTEVEDEN EPÄPUHTAUKSIEN AIHEUTTAMAT KUSTANNUKSET

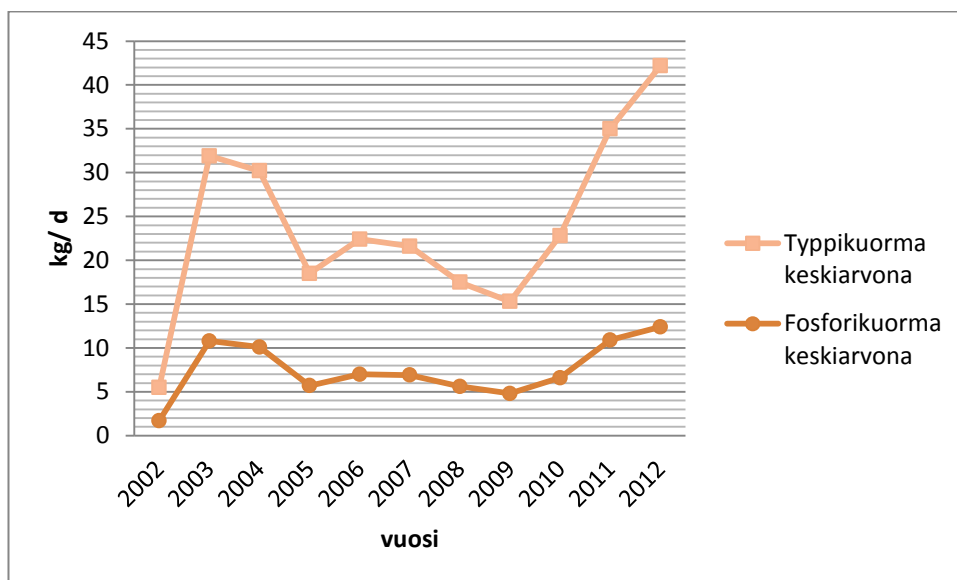
Elintarviketeollisuudessa jätevesien koostumus riippuu pitkälti elintarvikeyrityksen tuotteesta/ tuotteista. Kaupungin jätevesilaitos pyrkii tasalaatuiseen jäteveteen ja las-kuttaa elintarvikelaitosta perusjätevesimaksulla kuukausittain. Lisäksi jätevesilaitos korottaa jätevesimaksua puolivuositain, jos epäpuhtaudet kuten fosfori, kiintoaine, rasva, typpi ovat lisääntyneet tai jätevesimäärät ovat kasvaneet. Lihajaloste Korpe-lan jätevesimaksut ovat luonnollisesti tuotannon kasvaessa lisääntyneet. Lihajaloste

Korpela tavoittelee kustannustehokkaampaa jätevettä ja sitä kautta Huittisten jätevesilaitos saisi tasalaatuisempaa jätevettä.

### 7.1 Tämänhetkinen tilanne

Lihajaloste Korpelan jätevesien ongelmat liittyvät tuotannon kasvuun. Jäteveden kustannukset ovat lisääntyneet pesuaineista sekä tuotannosta aiheutuvien epäpuhtauksien takia. Oikeastaan mitään uusia epäpuhtauksia ei ole tullut, ainoastaan määrät ovat kasvaneet. Suurin ongelma on rasva niin kuin muuallakin lihanjalostusteollisuudessa. Huittisten Lihajaloste Korpelan tehtaalla työskennellään pääosin arkisin ja näin ollen jätevettä ei johdeta ympärivuorokautisesti Huittisten jätevesilaitoksen jätevesiviemäriin. Suurimmaksi osaksi rasvan esterisidokset saadaan hajotettua. Rasva on hyvin vesipitoista, rasvakaivon tyhjennyksessä nestettä saattaa olla jopa 80 %. Rasvanerotuskaivot ovat suunniteltu pienempiin virtauksiin ja pienempiin epäpuhtauksien määriin, rasva saadaan osittain kuitenkin poistettua jätevedestä Lihajaloste Korpelan esikäsittelyssä ja tyhjennysvälejä on lyhennetty. Osittain epäpuhtauksia johdetaan sellaisenaan Huittisten jätevesilaitokselle, tarpeeksi lämpimässä vedessä rasva saattaa emulgoitua ja lisäksi aiheuttaa kerrostumia viemäriputkiin. Emulgoitunut rasva kuluttaa reilusti happea ja tämänhetkinen rasvanerotuskaivo ei riitä kokonaan poistamaan rasvaa jätevedestä. Rasva saattaa muuttua lämpötilan vaikutuksesta vasta jätevesiviemärissä, jossa se saattaa aiheuttaa tukoksia. Tuotannon ollessa päällä rasvakaivon tyhjennyksen aikana, saattaa epäkurantteja epäpuhtauksia sekä emulgoitunutta rasvaa mennä Huittisten jätevesilaitokselle. Kiinteän rasvan määrää on vaikea arvioida, koska sitä tulee vaihtelevasti tuotannosta riippuen sekä pesuaineiden käytöstä riippuen. Emulgoitunutta rasvaa ei näe välttämättä paljain silmin ja rasva on erittäin riippuvainen lämpötilasta. Pesuaineet puolestaan vaikuttavat pH-arvoihin sekä viemäriputkistöihin. Pesukone annostelee pesuaineet ja pyydetessä annostelua tarkastellaan KiihtoClean Oy:n toimesta. Annostelu on tärkeää. Suurin kuorma puolestaan aiheutuu fosforista, joka oletetaan tulevan suurimmaksi osaksi pesuaineista. Lihan suolauksesta pääsee myös ylivuotoja tyhjennyksien ja täyttöjen aikana. Fosfori- ja typpikuorma on kasvanut vuodesta 2009 lineaarisesti. Tulokset ovat luotettavia Kokemäenjoen vesistön vesiensuojeluyhdistys ry:n tekemiä. Seuraavan kuvan 7 avulla voidaan arvioida tulevaa vuoden 2013 fosfori- ja typpikuormaa. Todennäköisesti

vuonna 2013 typpikuorma olisi keskiarvoltaan yli 45 kg/ d ja fosforikuorma lähemmäs 15 kg/ d.



Kuva 7. Jätevesien fosforikuorma ja typpikuorma vuosikeskiarvona kg/d./16/

### 7.1.1 Jätevesikustannukset

Jätevesistä aiheutuvat kustannukset ovat sopimuskohtaisia. Kun teollisuuden osuus kokonaiskuormituksesta on ollut suurta, on toisinaan sovittu teollisuuden osallistumisesta vesihuoltolaitoksen investointeihin rakentaessa uutta vanhan tilalle. Sopimukset ovat kuitenkin tapauskohtaisia. Yleensä teollisuus osallistuu pääomakustannuksiin sovitun kapasiteettivarauksen suhteessa. Teollisuus voi maksaa osuutensa pääomakustannuksista välittömästi tai pidemmän ajan kuluessa. Myös vesihuoltolaitoksen muut kustannukset, kuten viemäriverkoston ja vesihuoltolaitoksen hallinnon kustannukset tulee veloittaa teollisuusasiakkailta. Jäteveden puhdistaminen täytyy kuitenkin olla oikeudenmukainen molemmille osapuolille./3/

Yleensä elintarviketeollisuudesta tulevat jätevedet sisältävät enemmän epäpuhtauksia kuin kunnallinen jätevesi, silloin käytetään korotetun jätevesimaksun kaavaa 2. Korotetun jätevesimaksun kaavan kertoimet ( $r_1, r_2, r_3, r_4, r_5$ ) on suositeltavaa tarkistaa kolmen vuoden välein.

Perusjätevesimaksu laskutetaan asiakkaalta joka kuukausi. Jätevedestä aiheutuvat kustannukset tulevat perusjätevesimaksusta, joka koostuu jäteveden virtauksen määrästä. Lihajaloste Korpelan perusjätevesilasku lasketaan seuraavalla kaavalla 1:/11/

$$k = K * (r_1 * \left(\frac{q}{Q}\right) + r_2 * \left(\frac{bhk}{BHK}\right) + r_3 * \left(\frac{p}{P}\right) + r_4 * \left(\frac{s}{S}\right) + r_5 * \left(\frac{n}{N}\right))$$

$k$  = laatupainotetun jäteveden käyttömaksu.

$K$  = keskimääräinen jäteveden käyttömaksu = puhdistamon käyttö- ja pääomakustannukset (€/kk) / tuleva jätevesimäärä kuukaudessa ( $m^3/kk$ ).

$r_1=0,80$

$r_2=0,05$

$r_3=0,05$

$r_4=0,05$

$r_5=0,05$

$q / Q$  = virtaamatekijä

$q$  = asiakaslaitoksen puhdistamolle johtama jätevesimäärä ( $m^3/d$ )

$Q$  = asiakaslaitoksen kapasiteettivaraus jätevesimäärälle ( $m^3/d$ )

$bhk$  = asiakaslaitoksen jäteveden biologinen hapenkulutus (mg/l)

$p$  = asiakaslaitoksen jäteveden fosforipitoisuus (mg/l)

$s$  = asiakaslaitoksen jäteveden kiintoainepitoisuus (mg/l)

$n$  = asiakaslaitoksen jäteveden typpipitoisuus (mg/l)

$BHK$  = jätevedenpuhdistamon tuleva biologinen hapenkulutus (mg/l)

$P$  = jätevedenpuhdistamon tuleva fosforipitoisuus (mg/l)

$S$  = jätevedenpuhdistamon tuleva kiintoainepitoisuus (mg/l)

$N$  = jätevedenpuhdistamon tuleva typpipitoisuus (mg/l)

Lisäksi jätevesimaksu koostuu puolivuositain seuraavalla korotetun jätevesimaksun laskukaavalla 2: /11/

$$k = a * K \left( r_1 * \frac{bhk7}{BHK7} + r_2 * \frac{pkok}{Pkok} + r_3 * \frac{nkok}{Nkok} + r_4 * \frac{ss}{SS} \right) + (1 - a) * K$$

$a = 0,45$

Kiinteät pitoisuusarvot:/11/

$K = 1,33 \text{ € / m}^3$

$r_1 = 0,308$

$BHK7 = 400 \text{ mg/l}$

$r_2 = 0,174$

$Pkok = 18 \text{ mg/l}$

$r_3 = 0,268$

$Nkok = 112 \text{ mg/l}$

$r_4 = 0,249$

$SS = 385 \text{ mg/l}$

$k = 2,68 \text{ € / m}^3$

Taulukko 1. Lihajaloste Korpelan korotettu jätevesimaksu vuonna 2012./11/

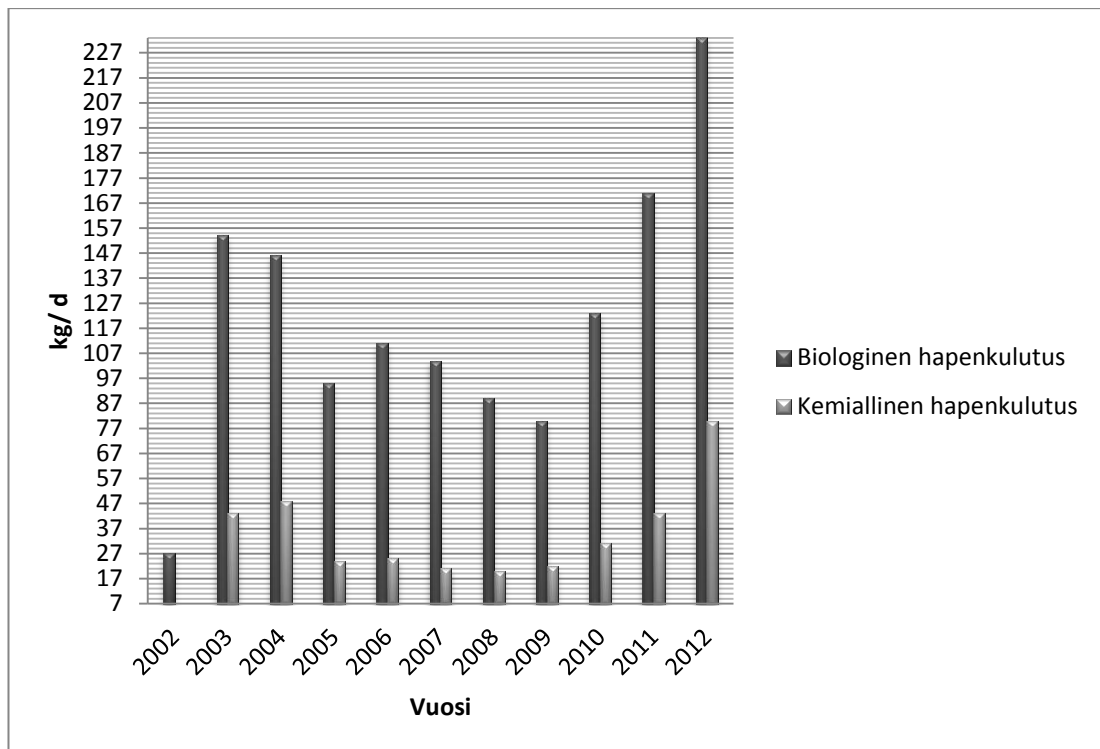
Vedenkulutus	39 884	m <sup>3</sup>
Laskutettava jätevesimäärä	29 914	m <sup>3</sup>
Korotettu jätevesimaksu	80 144,72	EUR

Korotettu jätevesimaksu lasketaan vedenkulutusmäärän mukaan. Korotetusta jätevesimaksusta miinustetaan jo kuluneen vuoden maksetut perusjätevesimaksut ja jäljelle jäävä positiivinen summa laskutetaan Lihajaloste Korpelalta. Perusjätevesimaksu tulee jäteveden virtauksen määrästä./11/

Tärkeätä on huomata jokaisen epäpuhtauden kertoimet, isoin kerroin löytyy biologisen hapenkulutuksen edeltä (r1), seuraavana tulee typen kerroin (r3). Lisäksi on otettava huomioon kiinteät pitoisuusarvot. Kustannuksiin pystytään vaikuttamaan kiintoaineita vähentämällä, fosforikuormaa sekä typpikuormaa vähentämällä. Rasva vaikuttaa myös paljon arvoihin.

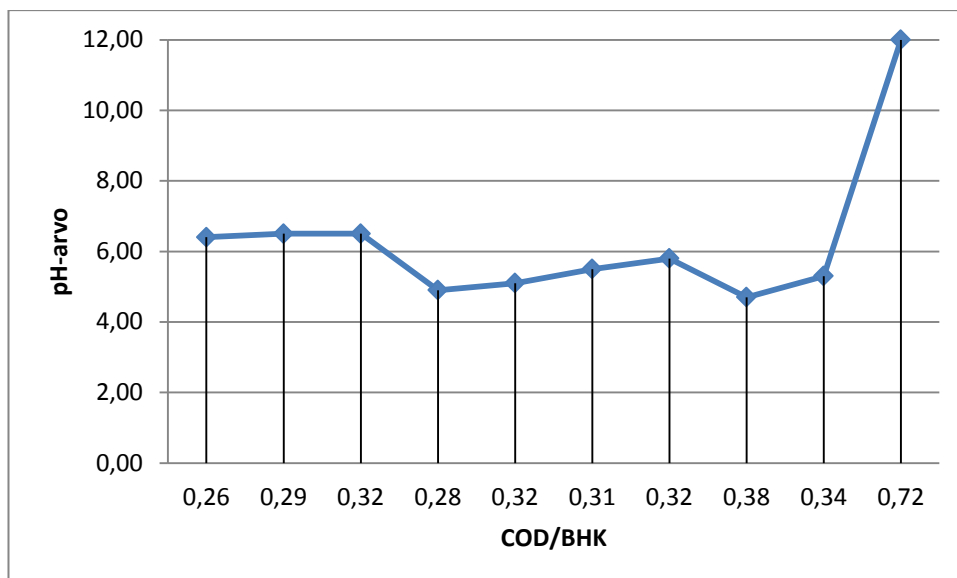
### 7.1.2 Biologinen- ja kemiallinen hapenkulutus

Fosforikuorma tulee siis osittain pesuaineista, lihan suolauksesta sekä saniteettivesistä. Typpikuorma tulee erilaisista typen yhdisteistä esimerkiksi nitriiteistä. Fosforilla ja typellä on vaikutusta myös BOD ja COD arvoihin. Biologinen hapenkulutus on ollut nousussa myös tuotannon kasvun myötä. Suuriin lukemiin voi vaikuttaa kiintoaineet, rasva, fosfori ja typpi. Käytännössä kunnallisissa jätevesissä yleensä kemiallinen hapenkulutus on suurempi kuin biologinen hapenkulutus. Lihajaloste Korpelan jätevesissä biologinen hapenkulutus on suurempi. Suurempi BOD- arvo johtuu lihan valkuaisaineista eli proteiineista ja rasvoista. Liha sisältää hyvin vähän hiilihydraatteja, vaikka sillä on vaikutusta myös BOD- arvoon. Seuraavassa kuvassa 8 nähdään BOD- ja COD vuosittaiset keskiarvot ja niiden keskinäinen ero.



Kuva 8. BHK- ja COD vuosikeskiarvona kg/d./16/

Kunnallisessa jätevedessä kiintoaineet hajoavat hyvin helposti. Näin ei elintarvikejätevedessä tapahdu. Rasva dispergoituu veteen kohottaen BOD- arvoa. Sen sijaan lihajätteitä sisältävät kiintoaineet eivät vaikuta BHK- arvoon. Suhdeluku COD/ BHK laskettiin eri jäteveden pH-arvoissa ja tulokset nähdään kuvassa 9. Suurin poikkeama havaittiin korkeassa pH:ssa (pH-arvo= 12). Lihajaloste Korpelan jätevedet ovat lievästi happamia ja se saattaa pitkällä aikajänteellä aiheuttaa putkistoihin korroosiota. Erittäin vahvasti emäs jätevesi saattaa johtua todennäköisimmin pesuaineista, pH-arvo vaikuttaa jätevedestä mitattaviin epäpuhtauksien laboratoriotuloksiin sekä yhden mittauksen heitto kahdestatoista mittaustuloksesta vaikuttaa kokonaisvuoden keskiarvoon. pH-arvon vaikutus mittaustuloksiin voidaan havainnollistaa seuraavalla kuvalla 9.



Kuva 9. Vuoden 2012 COD/ BHK arvoja pH:n funktiona./16/

Kuvasta 9 näkyy COD/BHK arvot eri pH-arvo mittauksina. Voimme huomata pH-arvon ollessa normaalisti 5-6 ja silloin COD/BHK suhteen 0,2-0,4. Yksi muista poikkeava arvo löytyy pH-arvon ollessa 12. Kemiallinen hapenkulutus (kg/d) on melkein 3 kertaa pienempi kuin biologinen hapenkulutus (kg/d). Hyppäys voi johtua vahvasti emäksisestä pesuaineesta, jolloin näyte on ollut pelkästään pesuainetta.

### 7.1.3 Jäteveden fosforitase

Fosforia tulee saniteettivesistä ja lihan suolauksesta sekä jonkin verran pesuaineista. Pesuaineissa oleva fosfori on fosfonaattia ja lisäksi saattaa esiintyä fosforihappoa. Fosfonaatin tehtävä on pehmentää vettä. Pesuaineita käyttävät yritykset eivät ole vielä valmiita maksamaan fosforittomista pesuaineista. Lihajaloste Korpela käyttää pesuaineita tuhansia kiloja vuodessa. Pesuaineet joista tulisi jossakin muodossa fosforia olisivat F 16 Prosan, F 22 Hohta, F 20 Alusept, F 37 Toro, F 56 Proc sekä F 70 Hero. Lisäksi F 70 Hero sisältää 35% fosforihappoa ja pesuaine nimeltään F 33 Stoc sisältää yli 30% Fosforihappoa. Fosforihappoa ei luetella ympäristölle vaaralliseksi aineeksi, koska se ei vaikuta biologiseen hapenkulutukseen jätevedessä. Fosfonaattia sisältävät pesuaineet aiheuttavat biologista kuormaa jätevedessä.



Taulukko 2. Pesuaineiden käyttö./2/

Tuote	Pesuaineen kulu- tus(kg/a)	fosfonaattia	fosfonaattia pesuainees- sa(kg/a)	fosforihap- poa(%)	pesuai- neessa fos- foria (p-%)
F 20 Alusept	238	<5%	11,9	0	0,1
F 16 Prosan	4 893	<5%	244,65	0	0,1
F 22 Hohta	40	5-15%	6,0	0	2,0
F 56 Proc	262	<5%	13,1	0	0,1
F 37 Toro	5 004	<5%	250,2	0	0,1
F 70 Hero	976	<5%	48,8	35	(0,1+10)
F 33 Stoc	25	0%	0	>30	>10

Yhteensä Fosforia tulee pesuaineista:

$$P_{\text{kok}} = (11,9 \cdot 0,001) \text{kg/a} + (244,65 \cdot 0,001) \text{kg/a} + (6,0 \cdot 0,02) \text{kg/a} + (13,1 \cdot 0,001) \text{kg/a} + (250,2 \cdot 0,001) \text{kg/a} + ((48,8 \cdot 0,001) + (976 \cdot 0,1)) \text{kg/a} + (25 \cdot 0,1) \text{kg/a} = 100,8 \text{ kg/a}$$

Lisäksi fosforia tulee lihan suolauksesta ja saniteettivesistä. Lihajaloste Korpelalla työskentelee noin 110 henkilöä.

KiiltoCleanin antamien pesuaineiden fosforimäärät näkyvät Taulukossa 2. Tulosten perusteella jäteveden fosforikuorma on verrattavissa 5000 asukkaan jäteveden kuor- maan. Lihajaloste Korpelalla on tuotantopäiviä noin 23 d/kk. Jäteveden fosforikuor- ma on vuoden 2012 keskiarvon mukaan 12,4 kg/d, jolloin voidaan laskea koko vuo- den fosforikuorma:/16/

$$P_{\text{kok}} = 12,4 \text{ kg/d} * (23 \text{ d/kk} * 12 \text{ kk}) = 3422,4 \text{ kg/a}$$

Lihajaloste Korpelan fosforikuorma tulee saniteettivesistä, pesuaineista ja lihan suo- lauksesta. Kokonaisfosforikuorma vastaa 5000 asukkaan fosforikuormaa. Lasketaan mahdollinen saniteettivesistä tuleva fosforikuorma:

$$P_s = (12,4 \text{ kg/d} * 276 \text{ d}) / 5000 \text{ as} = 0,684 \text{ kg/ cap}$$

Lihajaloste Korpelalla työskentelee 110 henkilöä joten saniteettivesien fosforikuorma voisi olla:

$$P_{\text{saniteettivedet}} = 110 \text{ henkilöä} * 0,684 \text{ kg/ henkilö} = 75,3 \text{ kg/a}$$

Saniteettivesistä tulisi noin 75 kg/ a fosforikuormaa.

Fosforitase:

$$A+B+C=D$$

A= pesuaineista tuleva fosfori

B= suolauksesta tuleva fosfori

C= saniteettivesistä tuleva fosfori

D= jäteveden fosforikuorma vuodessa = 3422,4 kg/ a

Selvitämme lihan suolauksesta tulevan fosforin määrän:

$$B = D - A - C$$

$$B = 3422,4 \text{ kg/a} - 100,8 \text{ kg/a} - 75 \text{ kg/a}$$

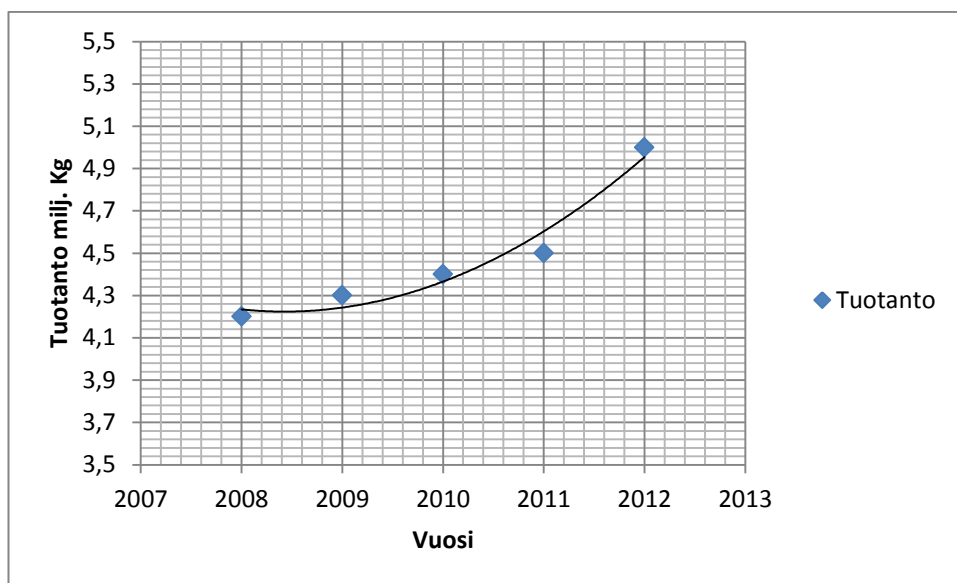
$$B = 3246,6 \text{ kg/ a}$$

Tulos on erittäin suuri. Käytännössä tulos saattaa pitää paikkansa. Fosforikuorma on lisääntynyt viimeisien vuosien aikana ja tuotannon lisääntyessä myös lihan suolaus on lisääntynyt. Lihan suolausta tehdään päivittäin, joten voidaan laskea päivittäinen fosforikuorma pelkästään lihan suolauksesta:

$$P_{\text{kuorma}} = 3246,6 \text{ kg/} (23 \text{ d} * 12 \text{ kk}) = 11,76 \text{ kg/ d}$$

Tuotannossa lihan keitosta pääsee yli suolavettä ja kuona-aineita, sekä lihan suolauksessa (maseerauksesta) pääsee yli suolavettä. Laskennallinen tulos on 11,7 kg / d fosforia muusta kuin saniteettivesistä ja pesuaineista. Tulos on kokonaisesta fosfori-

kuormasta noin 94 %, käytännössä saniteettivedet tai pesuaineet eivät tuota fosforikuormaa juuri ollenkaan. Lihan suolaus tuottaa suurimman osan fosforin kokonaiskuormasta jätevedessä. Käytännössä tuotannosta johtuva fosfori jätevedessä on paljon suurempi mitä on ajateltu. Tuotanto on vaikuttanut selvästi fosforikuorman nousuun. Huomaamme yhteisiä tekijöitä kuvassa 7 ja kuvassa 10. Tuotanto on noussut viimeisien vuosien aikana niin kuin fosforikuormakin. Tuotannon kasvun voimme havaita kuvasta 10.

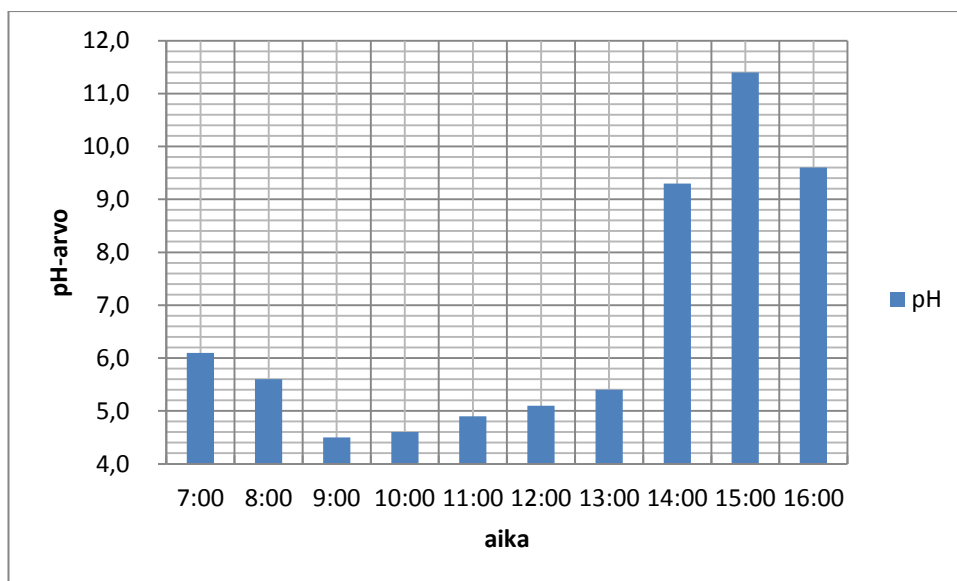


Kuva 10. Tuotanto vuosina 2008 - 2012./2/

## 8 TULOKSET

Huittisten Lihajaloste Korpelan jätevedestä otettiin näytteitä Lihajaloste Korpelan jätevesien yhtymäkohdasta ennen jäteveden pumppaamista Huittisten jätevesilaitokselle. Jätevesinäytteet olivat väriltään tumman ruskeata, kirkkaan keltaista ja sameita. Jätevedestä selvitettiin epäpuhtauksien määrää ja niiden erottumista jätevedestä. Jätevesinäytteet otettiin Huittisten jätevesilaitoksen näytteenottajien työpäivän aikana eri kellonaikoina siksi, että saatiin selville jäteveden koostumus eri kellonaikoina. Jäteveden koostumukseen saattoivat vaikuttaa virtauksien vaihtelut sekä pesut Lihajaloste Korpelalla. Jätevesinäytteitä tutkittiin Satakunnan ammattikorkeakoulun labo-

ratoriossa. Jätevesinäytteitä kuumennettiin ensin ja havaittiin rasvan erottuvan nopeasti veden kiehumispisteessä. Yhteen jätevesinäytteeseen lisättiin saostuskemikaalia, kemikaalina käytettiin poltettua kalkkia ja epäpuhtauksien erottuminen näkyi selkeästi. Jätevesinäytteiden pH vaihteli lievästä happamasta vahvaan emäkseen (4.5 - 11.4). Jätevesinäytteissä ei ollut juurikaan kiintoaineita, eikä näytteet haisseet kovin epämiellyttäviltä. Laboratoriotulokset tehtiin Satakunnan ammattikorkeakoulun Porin toimipisteessä oppilaiden tekeminä. pH-arvot ajan funktiona huomaatte seuraavassa kuvassa 11.



Kuva 11. pH-arvot ajan funktiona.

Kuvasta 11 huomataan pH-arvojen olevan normaalisti hiukan happaman puolella. Pesujen aikana jätevesi on vahvasti emäksistä (klo 13:00 - 16:00). Jäteveden väri on myös tummempi iltapäivällä. Aamupäivästä näytteet ovat sameita ja klo 14:00 lähtien tumman ruskeata ja keltaista. Pesuaineilla on syövyttävä vaikutus putkistoissa sekä yleensä puhdistamisessa. Lisäksi Huittisten Lihajaloste Korpelalla tehdään ilta-päivästä rasvakaivon tyhjennys noin klo 13:00 - 15:00. Rasvakaivon tyhjennystä ei tehdä kuitenkaan joka päivä. Tummempi väri saattaa tulla epäpuhtauksien irtoamisesta putkistoista tai tuotannosta tulevista epäpuhtauksista iltapäivällä.

Lisäksi haluttiin selvittää kahdesta eniten käytetystä pesuaineesta fosforipitoisuudet, että saatiin selville tuleeko fosforia pesuaineista. Tulosten perusteella F 37 Toro si-

sältää 0,23 p-% fosforia (P) ja F 16 Prosan 0,30 p-% fosforia (P). Tulosten mukaan pesuaineista tuleva fosfori on hyvin vähäinen. Tulokset ovat verrattavissa Kiilto-Cleanin ilmoittamiin pesuaineen fosforimääriin. (kts. taulukko 2)

### 8.1 Tuloksien analysointi

Jätevesinäytteet olivat ulkonäöltään hyvin epätasalaatuista. Jäteveden väri ja koostumus vaihteli työpäivän aikana. Jätevedestä otettuja näytteitä tutkimalla selvisi, että jäteveden höyrystäminen erotti epäpuhtauksia huomattavasti jätevedestä. Sameus laski jopa alkuperäisen näytteen arvosta 58,3 arvoon 2,0. Johtokyky mittauksia tehtiin ja se vaihteli 2000 - 5200 ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ ). Johtokyky mittauksia tekemällä selvisi, että jätevesi on erittäin sameaa. Jäteveden lämmittäminen tulisi erittäin kalliiksi, joten jätevesinäytteeseen lisättiin poltettua kalkkia saostamaan epäpuhtauksia paremmin. Saostuskemikaalina poltetu kalkki kirkasti jätevettä huomattavasti. Poltetu kalkki (CaO) poisti jopa 90% jäteveden fosforista. Fosforin saostuminen näkyi selkeästi. Tulokset jätevedestä (pH, johtokyky, COD) olivat hyvin samankaltaisia kuin Kokemäenjoen vesistön vesiensuojeluyhdistys ry:n jätevedestä tekemät tulokset. Tuloksia analysoitaessa huomasimme kuinka jäteveden BOD, COD, pH, johtokyky, lämpötila, sameus vaihtelevat. Jätevesi ei ole tasalaatuista.

## 9 KUSTANNUSLASKELMAT

Jätevedestä aiheutuvat kustannukset ovat olleet nousussa viime vuosina tuotannon lisääntymisen myötä. Epäpuhtauksien lisääntyminen jätevesissä on suoraan verrannollinen kustannuksiin, jos epäpuhtaudet kasvavat niin jätevesimaksukaavan mukaan jätevesikustannuksetkin kasvavat. Laskelmien perusteella pelkästään jäteveden määrästä aiheutuu iso määrä kokonaiskustannuksista eli noin 30 000 e. Jäljelle jäävä 50 000 e tulee epäpuhtauksista eli kiintoaineista, fosforista, typestä ja biologisesta hapenkulutuksesta (BOD). Palataan taulukkoon 1, puhtaanveden kulutus oli 39 884 m<sup>3</sup> vuonna 2012, josta laskennallisesti jäteveteen menevä osuus on 75 % eli 29 914

$m^3$ . Muu osuus puhtaasta vedestä imeytyy lihaan tai haihtuu ilmaan. Jätevedestä aiheutuvat kustannukset olivat noin 80 144, 72 euroa vuonna 2012.

### 9.1 Kokonaisjätevesikustannus

Kustannukset ovat laskettu korotetulla jätevesimaksukaavalla 2 ja laskutettu puoli-vuosittain. Sijoitetaan laskukaavaan 2 pitoisuudet ja kertoimet./11/

$$k = a * K \left( r_1 * \frac{b_{hk7}}{B_{HK7}} + r_2 * \frac{p_{kok}}{P_{kok}} + r_3 * \frac{n_{kok}}{N_{kok}} + r_4 * \frac{ss}{SS} \right) + (1 - a) * K$$

$a$  = jätevedenpuhdistuksen kustannusten osuus viemäriverkoston ja jätevedenpuhdistuksen kustannuksista = 45 % = 0,45

$K$  = keskimääräinen jäteveden käyttömaksu = puhdistamon käyttö- ja pääomakustannukset (€/kk) / tuleva jätevesimäärä kuukaudessa ( $m^3$ /kk) = 1,33 €/m<sup>3</sup>

Kertoimien ( $r_1, r_2, r_3, r_4$ ) laskennassa otetaan huomioon tietyn epäpuhtauden poiston suhteellinen kustannusosuus puhdistamon kokonaiskustannuksista.

$$r_1 + r_2 + r_3 + r_4 = 1 = 100\%$$

$$r_1 = b_{hk7} \text{ kerroin} = 0,308$$

$$r_2 = p_{kok} \text{ kerroin} = 0,174$$

$$r_3 = n_{kok} \text{ kerroin} = 0,268$$

$$r_4 = \text{kiintoaineiden kerroin} = 0,249$$

Kun kertoimet on saatu laskettua, jaetaan tietyn epäpuhtauden kokonaismäärä jätevedessä olevan tietyn epäpuhtauden kiinteän pitoisuuden määrällä ja nähdään epäpuhtauksien aiheuttamat kertoimet:/11/

$$\text{bhk7} / \text{BHK7} = 1917(\text{mg/l}) / 400(\text{mg/l}) = 4,7925$$

$$\text{pkok} / \text{Pkok} = 100(\text{mg/l}) / 18(\text{mg/l}) = 5,5555$$

$$\text{nkok} / \text{Nkok} = 223(\text{mg/l}) / 112(\text{mg/l}) = 1,9910$$

$$\text{ss} / \text{SS} = 390(\text{mg/l}) / 385(\text{mg/l}) = 1,0129$$

Nyt voidaan sijoittaa kaavaan 2./11/

$$k = 0,45 * 1,33 \text{ €/m}^3 \left( 0,308 * \frac{1917}{400} \left( \frac{\text{mg}}{\text{l}} \right) + 0,174 * \frac{100}{18} \left( \frac{\text{mg}}{\text{l}} \right) + 0,268 * \frac{223}{112} \left( \frac{\text{mg}}{\text{l}} \right) + 0,249 * \frac{390}{385} \left( \frac{\text{mg}}{\text{l}} \right) \right) + (1 - 0,45) * 1,33 \text{ €/m}^3$$

$$k = 2,68 \text{ € / m}^3$$

Jäteveden määrä oli 29 914 m<sup>3</sup> vuonna 2012 ja jäteveden korotukseksi tulee 29 914 m<sup>3</sup> \* 2,68 € / m<sup>3</sup> = 80 170 euroa. Korotetusta jätevesimaksusta vähennetään kuukausittain tuleva perusjätevesimaksu ja jäljelle jäävä positiivinen summa laskutetaan puolivuositain, jos epäpuhtauksia saataisiin vähennettyä puoleen, lasketaan kustannus silloin./11/

$$\text{bhk7} / \text{BHK7} = (1917/2)(\text{mg/l}) / 400(\text{mg/l}) = 2,3963$$

$$\text{pkok} / \text{Pkok} = (100/2)(\text{mg/l}) / 18(\text{mg/l}) = 2,7777$$

$$\text{nkok} / \text{Nkok} = (223/2)(\text{mg/l}) / 112(\text{mg/l}) = 0,9955$$

$$\text{ss} / \text{SS} = (390/2)(\text{mg/l}) / 385(\text{mg/l}) = 0,5065$$

$$k = 0,45 * 1,33\text{€}/\text{m}^3 \left( 0,308 * \frac{958,5}{400} \left( \frac{\text{mg}}{\text{l}} \right) + 0,174 * \frac{50}{18} \left( \frac{\text{mg}}{\text{l}} \right) + 0,268 * \frac{111,5}{112} \left( \frac{\text{mg}}{\text{l}} \right) + 0,249 * \frac{195}{385} \left( \frac{\text{mg}}{\text{l}} \right) \right) + (1 - 0,45) * 1,33\text{€}/\text{m}^3$$

$$k=1,6977 \text{ €} / \text{m}^3$$

Puolittamalla epäpuhtaudet jäteveden kustannukseksi tulisi  $1,6977 \text{ €} / \text{m}^3 * 29\,914 \text{ m}^3 = 50\,784$  euroa. Eli jos epäpuhtauksia saataisiin vähennettyä puoleen nykyisestä, jätevesikustannukset vähenisivät noin 36 % kokonaisjätevesikustannuksista. Säästöä tulisi  $(80\,144,72 \text{ €} - 50\,784 \text{ €}) = 29\,360$  euroa / vuosi.

Kappaleessa 6 käytiin läpi menetelmiä, joilla jäteveden epäpuhtauksia saataisiin vähennettyä. Tärkeintä olisi keskittyä vähentämään rasvaa, typpeä, fosforia sekä orgaanista ainetta. Tämän hetkinen suurin ongelma on ollut rasva, rasvanerotuskaivo ei pysty poistamaan tarpeeksi hyvin rasvaa. Elintarviketeollisuudessa käytetään hyvin vähän kemikaaleja jäteveden esikäsittelyyn. Esikäsittelyyn voi olla esimerkiksi kiintoaineenerotus laitteita, rasvanerotimia yms. Yksi elintarviketeollisuudessa käytetyistä kiintoaineenerotuslaitteista on Meiko step filter (porrassuodatin), joka sopii moneen käyttökohteeseen. Porrassuodatin poistaa erityisesti kiintoaineita ja siksi sitä käytetäänkin teurastamoilla hyvin paljon. Energiankulutus on vähäistä sekä puh-taanapito on helppoa. Porrassuodatin poistaisi kiintoaineita 95%, mutta poistaisiko se muita epäpuhtauksia jätevedestä esimerkiksi rasvaa tai fosforia. Välttämättä rasva ja fosfori ei poistuisi vain +70 asteessa. Varmuutta siitä ei tiedetä ennen kuin kokeillaan. Se on selvää, että porrassuodatin poistaa kiintoaineita perusteellisesti. Kustannuslaskelmissa täytyy myös huomioida muita epäpuhtauksien aiheuttamia kustannuksia. Jätevesi on hyvin sameaa eikä kiintoaineita ole näkyvissä, jätevesi on hyvin suspendoitunutta. Lisättäessä kemikaalia saadaan saostettua etenkin fosfori jopa kokonaan sekä mahdollisesti muita epäpuhtauksia, tämäkin tarvitsisi mahdollisesti saostuskemikaalin kanssa jäteveden lämmitystä.



## 9.2 Käyttökustannukset

### 9.2.1 Veden lämmitys

Lihajaloste Korpelalla syntyy jätevettä noin  $110 \text{ m}^3/\text{d}$ . Jäteveden lämmittämiseen 20 asteesta 100 asteeseen menisi energiaa:

$$\begin{aligned}\Delta Q &= c * m * \Delta T \\ &= 4,2 \text{ (kJ / kg)} * 1 \text{ kg} * (100 \text{ }^\circ\text{C} - 20 \text{ }^\circ\text{C}) \\ &= 336 \text{ kJ / kg}\end{aligned}$$

$$1 \text{ kg} = 1 \text{ l} = 1 \text{ dm}^3$$

Lämpöä kuluu siis koko  $110 \text{ m}^3$  lämmittämiseen:

$$\Delta Q = 336 \text{ kJ / dm}^3 * 110000 \text{ dm}^3 = 36960 000 \text{ kJ} = 39 960 \text{ MJ / d}$$

Lasketaan energiamäärä:

$$E = 39960 \text{ MJ} / 3,6 \text{ MJ} = 11100 \text{ kWh / d}$$

Jos sähkö maksaa 10,0 cent / kWh niin kustannukseksi tulisi

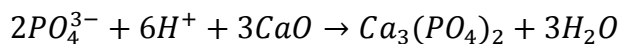
$$11100 \text{ kWh} * 10,0 \text{ cent} = 111 000 \text{ cent} = 1110 \text{ € / d}$$

Pelkän energiahinnan lisäksi tulee sähkövero ja sähkön siirtomaksu. Lämmitys ei siis kannata.

### 9.2.2 Kemikaalikustannus

Lasketaan kemikaalikustannukset, jos käytetään poltettua kalkkia.

Reaktioyhtälö:13/



Fosforia on jätevedessä noin 12,4 kg/d, niin voidaan laskea tarvittava kalkin määrä.

Fosfaatin ja poltetun kalkin moolimassat:

$$M_{PO_4^{3-}} = 95 \text{ g / mol}$$

$$M_{CaO} = 56,08 \text{ g / mol}$$

Fosfaatin ainemäärä:

$$m = 12400 \text{ g}$$

$$M_p = 31 \text{ g/mol}$$

$$n = m / M = 12400 \text{ g} / 31 \text{ (g/mol)} = 400 \text{ mol puhdasta fosforia} = 400 \text{ mol fosfaattia}$$

Lasketaan poltetun kalkin ainemäärä kertoimien avulla:

$$n = (3/2) * 400 \text{ mol} = 600 \text{ mol}$$

Lasketaan kalkin massa:

$$m = n * M = 600 \text{ mol} * 56,08 \text{ g/mol} = 33,6 \text{ kg / d}$$

Kalkkia tarvitaan siis 9384 kg / a saostamaan fosfori pois jätevedestä. Poltettu kalkki on edullista. Poltettu kalkki maksaa yksityiskuluttajille noin 1€ / kg. Suuret määrät ovat edullisempia. Tuhansia kiloja ostettaessa kalkin hinta tulee olemaan <1 € / kg kalkkia. Lisäksi tarvitsee ottaa huomioon kustannuksia laskettaessa kalkin kuljetuskustannukset sekä mahdolliset lisälaitteet sitä annosteltaessa.

Poltettu kalkki tulisi maksamaan enintään 34 € /d. Poltettu kalkki on halpa menetelmä saada jätevedestä pois melkein kokonaan fosfori. Lisäksi kalkki voi reagoida rasvan kanssa poistaen rasvaa, jos käytetään ilmastusta (höyrytystä).

Saostamalla fosfori pois syntyy kalsiumfosfaattia ( $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ ), joka voidaan hyödyntää esimerkiksi lannoitteena.

### 9.3 Investointikustannukset

Parannuksia voitaisiin tehdä epäpuhtauksien poistamiseksi ostamalla esimerkiksi kiintoaineenerotuslaite, biofilmireaktori, lattiakaivoritilät, flotaatiosäiliö tai sihti yms. Jätevettä syntyy noin  $110 \text{ m}^3 / \text{d}$ . Laitteet täytyisi suunnitella virtauksen mukaan ja virtausvaihteluiden mukaan sekä täytyisi ottaa huomioon lämpötilan muutokset. Yleensä kustannukset eivät jää vain laitteen maksuun vaan tulee kustannuksia asennuksesta, automaatiosta, instrumentoinnista ja mahdollisista tietämättömistä ongelmista. Investointikustannukset kannattaa laskea aina yläkanttiin. Takaisinmaksuaika voidaan laskea kun tiedetään investointikustannukset ja käyttökustannuksien avulla laskettu nettotuotto.

#### 9.3.1 Kiintoaineiden poistaminen

Kiintoaineita voidaan poistaa tehokkaasti Meiko Step filterillä eli kiintoaineenerotuslaitteella. Laite maksaa arviolta noin 30 000 euroa ja asennuksista sekä muista tarvittavista toimenpiteistä tulisi arviolta 30 000 euroa lisää, porrassuodatin poistaa kiintoaineita melkein kokonaan (90%). Lasketaan vuotuinen nettotuotto./11/

$$k = 0,45 * 1,33 \text{ €/m}^3 \left( 0,308 * \frac{1917}{400} \left( \frac{\text{mg}}{\text{l}} \right) + 0,174 * \frac{(100)}{18} \left( \frac{\text{mg}}{\text{l}} \right) + 0,268 * \frac{223}{112} \left( \frac{\text{mg}}{\text{l}} \right) + 0,249 * \frac{(390 * 0,1)}{385} \left( \frac{\text{mg}}{\text{l}} \right) \right) + (1 - 0,45) * 1,33 \text{ €/m}^3$$

$$k = 2,53 \text{ € / m}^3$$

Lasketaan jätevesimäärälle hinta:

$$2,53 \text{ € / m}^3 * 29\,914 \text{ m}^3 = 75\,621 \text{ euroa}$$

Lasketaan vuotuinen nettotuotto:

$$80\,170 \text{ €} - 75\,621 \text{ €} = 4550 \text{ euroa}$$

Olettaen Meiko Step filterin poistavan melkein kokonaan kiintoaineet niin takaisinmaksuaika olisi yli kymmenen vuotta. Ei ole tietoa poistaako Meiko Step filter osittain rasvaa jätevedestä. Se alentaisi mahdollisesti BOD- arvoa ja ehkä fosfaattia. Silloin takaisinmaksuaika tarvitsisi laskea uudelleen. Takaisinmaksuajan laskennassa otetaan huomioon myös korot sekä huolto- ja kunnossapitokustannukset.

Kiintoaine saataisiin osittain poistettua lattiakaivoritilöillä Lihajaloste Korpelan tuotantotiloissa. Kiintoaines jää ritilän päälle ja se on helppo poistaa biojätteeseen. Lattiakaivoritilöistä tulisi kustannuksia arviolta 1000 euroa, ritilät tehdään ulkopuolisen toimesta ja sijoitetaan vanhojen ritilöiden tilalle. Kiintoaineista saataisiin mahdollisesti ainakin puolet pois, joten lasketaan vuotuinen nettotuotto:

$$k = 0,45 * 1,33 \text{ €/m}^3 \left( 0,308 * \frac{1917}{400} \left( \frac{\text{mg}}{\text{l}} \right) + 0,174 * \frac{(100)}{18} \left( \frac{\text{mg}}{\text{l}} \right) + 0,268 * \frac{223}{112} \left( \frac{\text{mg}}{\text{l}} \right) + 0,249 * \frac{(390/2)}{385} \left( \frac{\text{mg}}{\text{l}} \right) \right) + (1 - 0,45) * 1,33 \text{ €/m}^3$$

$$k = 2,588 = 2,59 \text{ € / m}^3$$

Eli lasketaan jätevesimäärälle kustannus:

$$2,588 \text{ € / m}^3 * 29\,914 \text{ m}^3 = 77\,427 \text{ euroa}$$

Vuotuinen nettotuotto:

$$80\,170 \text{ €} - 77\,427 \text{ €} = 2\,742,55 \text{ euroa}$$

Lasketaan takaisinmaksuaika:

$$\begin{aligned} \text{Takaisinmaksuaika} &= \frac{\text{Investointikustannukset}}{\text{Vuotuinen nettotuotto}} \\ &= \frac{1000 \text{ €}}{2742,55 \text{ €}} \\ &= 0,36 \text{ vuotta} \end{aligned}$$

### 9.3.2 Rasvan poistaminen

Rasvan poisto ei kannata lämmittämällä, mutta kemikaalin lisäys ja suodatus sihti olisivat mahdollisia. Lisäksi rasvaa saataisiin lisää poistettua tai estettyä menemästä tukkimaan jätevesiviemäriverkostoa. Rasvakaivoa tarvitsisi tyhjentää useammin ettei se tukkeentuisi kokonaan. Rasva/ muut epäpuhtaudet voitaisiin käyttää hyödyksi, esimerkiksi biopolttoon niin kuin ennenkin on tehty.

Vuosittaisia kuluja tulisi kalkin kuljetuksesta Lihajaloste Korpelalle sekä annostelusta jäteveeteen. Kaivoa pitäisi tyhjentää useammin ja täytyisi ostaa sihti, pinnanmittausanturi, poltettua kalkkia sekä sihtiä täytyy mahdollisesti puhdistaa. Kuitenkin hyötyä tulisi siitä, että Huittisten jätevesilaitokselle menisi tasalaatuisempaa jätevettä sekä Vambio saisi lisää rasva- / kalsiumfosfaattipitoista biokaasulaitoksen syötettä. Vambion kanssa voidaan keskustella portti maksuista, koska energiapitoista rasvaa tulee enemmän. Kuljetuksista aiheutuu puolestaan enemmän kustannuksia. Kuitenkin jätevesimaksuista saataisiin vähennystä, mahdollisesti BOD-, fosfori- ja kiintoainepitoisuudet vähenisivät. Lisäksi jos isoimmat kiintoaineet otetaan talteen jo lattiakäivötiloilla, kiintoainetta ei välttämättä rasvakaivossa enää laskeutuisi pohjalle niin paljon ja menisi rasvakaivon ohitse viemäriin. Investointeihin menisi arviolta ainakin 10 000 euroa sekä kustannuksia tulisi kuljetuksista, pesuista ja kemikaalista (CaO) vuodessa noin 18 000 € / a. Poltettua kalkkia voitaisiin lisätä päivittäin tai tarpeen vaatiessa. Poltettu kalkki maksaisi noin 30 euroa / päivä. Säästöä tulisi orgaanisen aineksen tehokkaammasta poistosta (50%) sekä fosforin saostumisesta (90%) ja kiintoaineiden vähentymisestä (50%). Lasketaan jätevedenkorotus laskukaavalla 2 oletettu vuotuinen nettotuotto./11/

$$k = 0,45 * 1,33 \text{ €/m}^3 \left( 0,308 * \frac{(1917/2)}{400} \left( \frac{\text{mg}}{\text{l}} \right) + 0,174 * \frac{(100 * 0,1)}{18} \left( \frac{\text{mg}}{\text{l}} \right) \right. \\ \left. + 0,268 * \frac{223}{112} \left( \frac{\text{mg}}{\text{l}} \right) + 0,249 * \frac{(390/2)}{385} \left( \frac{\text{mg}}{\text{l}} \right) \right) + (1 - 0,45) \\ * 1,33 \text{ €/m}^3$$

$$k = 1,93 \text{ €/m}^3$$

Vuotuinen nettotuotto:

$$1,93 \text{ €/m}^3 * 29\,914 \text{ m}^3 = 57\,734,02 \text{ euroa}$$

$$80\,170 \text{ €} - 57\,734 \text{ €} = 22\,436 \text{ euroa}$$

Lasketaan takaisinmaksuaika:

$$\text{Takaisinmaksuaika} = \frac{28\,000 \text{ €}}{22\,436 \text{ €}}$$

$$= 1,25 \text{ vuotta}$$

Todellisuudessa ei tiedetä kuinka paljon epäpuhtaudet vähenevät, mutta olettaen fosforin poistuvan 90 prosenttia ja BOD arvojen vähenevän 50 prosenttia sekä kiintoainesten vähenevän 50 prosenttia ja olettaen investointikustannuksiksi, korkoihin, käyttökustannuksiin, huoltokustannuksiin riittävän 28 000 euroa niin takaisinmaksuaika olisi noin 1,5 vuotta.

## 10 JOHTOPÄÄTÖKSET

Lihajaloste Korpelan jätevesi sisältää rasvoja, fosforia, typpeä, jotka kuormittavat Huittisten kaupungin jätevesilaitosta. Erityisesti rasva esiintyy jätevedessä suspensiona ja voi aiheuttaa jätevesiviemäriin tukoksia. Lihajaloste Korpelan jätevesissä sameus, pH, johtokyky sekä lämpötila vaihtelevat suuresti. Lihajalostamolta lähtevä jätevesiviemäri koostuu paineviemäristä sekä saattoviemäristä. Saattoviemäriin rasvapaakut voivat aiheuttaa tukoksia. Viemäriputken tulisi olla kokonaan paineistettua, mikä ehkäisisi tukosten syntyä.

Lihajaloste Korpelan käyttämistä pesuaineista ei tule juurikaan fosforikuormaa, mutta ne nostavat viemäriveden pH:n ajoittain hyvin korkeaksi. Jäteveden fosfori on käytännössä peräisin lihaan käytettävästä suolasta. Suolauksesta aiheutuvaa fosforikuormaa voidaan siis vähentää tuottamalla enemmän fosfaatittomia lihatuotteita. Suurimmat kustannukset tulevat jäteveden määrästä, jota ei voida kierrättää elintarviketuotannossa. Epäpuhtauksien määriin voidaan kuitenkin vaikuttaa investoimalla puhdistukseen. Nykyinen Lihajaloste Korpelan esikäsittely (rasvanerotuskaivo) on suunniteltu aikoinaan pienemmille jäteveden virtauksille. Virtaus on tuotannon kasvun myötä noussut, jolloin kaivo ei pidätä enää yhtä hyvin rasvaa. Jäteveden lämmitäminen/höyryttäminen ja ilmastus ei olisi taloudellisesti kannattava investointi. Fosforin poistamiseen poltettu kalkki olisi hyvä vaihtoehto; lisäksi poltettu kalkki erottaa rasvaa jätevedestä. Rasva voidaan poistaa rasvakaivosta paremmin sihdin- ja poltetun kalkin avulla. Sihti saattaa kuitenkin estää jäteveden vapaan virtauksen. Rasvanerotuskaivon pintaa tulee tarkkailla ja sihti on pestävä/vaihdeettava tarvittaessa. Puhdistusvälejä voitaisiin lyhentää ja näin varmistua tasalaatuisemmasta jätevedestä Huittisten jätevesilaitokselle. Rasvanerotuskaivo ei ole suunniteltu kiintoaineiden erotukseen. Sen sijaan kiintoaineiden vähentämiseen voitaisiin käyttää lattiakaivoritilöitä tuotantotiloissa. Typen kuorma puolestaan tulee saniteettivesistä sekä lihaan lisättävistä nitriiteistä. Typen poistoon jätevedestä käytetään yleensä biologista puhdistusta ja siitä tulisi Lihajaloste Korpelalle liian suuri investointikustannus, joten typen poisto jätevedestä kannattaa jättää Huittisten jätevesilaitoksen tehtäväksi.

Lopputyön tavoite oli saada minimoitua jätevedestä tulevia kustannuksia Lihajaloste Korpelalle. Tärkeää on myös johtaa tasalaatuista jätevettä Huittisten jätevesilaitokselle. Jäteveden määrään ei pystytä juuri vaikuttamaan, mutta epäpuhtauksien määrää voitaisiin vähentää investoimalla puhdistukseen. Tässä työssä keskityttiin fosforin, rasvan, typen ja yleisesti kiintoaineiden poistoon jätevedestä. Jatkossa tulisi selvittää mahdollisuuksia fosforin ja BOD- kuorman vähentämiseen jätevedessä poltettua kalkkia lisäämällä.



## LÄHTEET

- 1 Lihajaloste Korpelan www-sivut. 2013. Viitattu 3.3.2013.  
<http://www.lihajaloste-korpela.fi>
- 2 Suojanen, T. 2013. Laatu­päällikkö, Lihajaloste Korpela. Huittinen. Henkilökohtainen tiedonanto 5.3.2013.
- 3 Suomen Vesilaitosyhdistys ry, J. 2011. Teollisuusjätevesiopas: Asumajätevesistä poikkeavien jätevesien johtaminen viemäriin. Helsinki: Copy-Set Oy. Copy-Set Oy julkaisu 50.
- 4 Asetus ympäristönsuojelusta, 2000. A12.2.2000/169.
- 5 Leino, P., Kohtala, J., Kymäläinen, S., Tarvainen, J. & Henriksson, J. 2007. Liha-alan ammattioppi. Helsinki: Opetushallitus.
- 6 Mattila, P., Piironen, V. & Ollilainen, V. 2001. Elintarvikke­misiä ja –analytiikka. Helsinki: Yliopistopaino.
- 7 Kuokkanen, A. 2010. Fosforin kierron sulkeminen systeemi-innovaationa, case: Biomeri Oy. Ympäristötekniikan kandidaatintyö ja seminaari. Lappeenrannan teknillinen yliopisto. Viitattu 8.3.2013.  
<http://www.doria.fi/bitstream/handle/10024/63751/nbnfi-fe201009082417.pdf?sequence=3>
- 8 Simpanen, M. 2006. Typpeä sisältävien jätevesien käsittely 2-N-Pro menetelmällä. Diplomityö. Lappeenrannan teknillinen yliopisto. Viitattu 10.3.2013.  
<http://www.doria.fi/bitstream/handle/10024/30494/nbnfi-fe200811212105.pdf>
- 9 Aatola, L. 2007. Viemäri­hajujen synty ja hallintamenetelmät. Diplomityö. Tampereen teknillinen yliopisto. Viitattu 10.3.2013.  
[http://www.vvy.fi/files/217/Dtyo\\_Aatola\\_291207.pdf](http://www.vvy.fi/files/217/Dtyo_Aatola_291207.pdf)
- 10 KiiltoClean www-sivut. 2013. Viitattu 15.3.2013.  
<http://www.kiiltoclean.fi/>
- 11 Eskola, M. 2013. Yhdyskuntatekniikan päällikkö. Huittisten kaupunki. Henkilökohtainen tiedonanto 18.2.2013.
- 12 Haavisto, J. 2013. Rasvakaivon tyhjentäjä, Kuljetus V & P Koskinen. Huittinen. Henkilökohtainen tiedonanto 18.3.2013.

- 13 Rumana, R. 2013. Fundamentals of wastewater treatment and engineering. London: IWA.
- 14 Bioteknologia.info www-sivut. 2013. Viitattu 23.4.2013.  
[http://www.bioteknologia.info/etusivu/fi\\_FI/tervetuloa/](http://www.bioteknologia.info/etusivu/fi_FI/tervetuloa/)
- 15 Meiko step filter www-sivut. 2013. Viitattu 19.3.2013.  
<http://stepfilter.magix.net/website#Suomeksi>
- 16 Kokemäenjoen vesistön vesiensuojeluyhdistys ry. Mittaustulokset Korpelan jätevesistä 9.1.2013. Vastaanottaja: [Anette.Nieminen@student.samk.fi](mailto:Anette.Nieminen@student.samk.fi). Lähetetty 1.3.2013. Viitattu 15.3.2013.