

TAMPEREEN AMMATTIKORKEAKOULU  
Kemiantekniikan koulutusohjelma  
kemiantekniikka

Tutkintotyö

Timo Alander

## **KOSKISEN Oy:n JÄTEVESIEN KÄSITTELYN TEHOSTAMINEN**

Työn ohjaaja:  
Työn teettäjä:  
Tampere 2007

PenttiJärvelin  
Koskisen Oy

# TAMPEREEN AMMATTIKORKEAKOULU

Kemiantekniikan koulutusohjelma

kemiantekniikka

Alander Timo

Tutkintotyö

Työn ohjaaja:

Työn teettäjä:

Syyskuu 2007

Hakusanat

Koskisen Oy:n jätevesien käsittelyn tehostaminen

33 sivua

PenttiJärvelin

Koskisen Oy, valvoja Paula Velling

Jätevedenpuhdistus, mekaaninen metsäteollisuus

## TIIVISTELMÄ

Tämän tutkintotyön tavoitteena on selvittää mahdollisia toimia, joilla voitaisiin vähentää Koskisen Oy:n jätevesien määrää sekä niistä aiheutuvia kuluja.

Työssä on pääasiassa tutkittu kahta erilaista ratkaisumallia ongelmaan. Ensiksi kartoitettiin nykyisen puhdistusprosessin kehittämismahdollisuuksia tai sen mahdollista korvaamista olosuhteisiin paremmin soveltuvalla puhdistusprosessilla. Toiseksi tutkittiin mahdollisuutta perustaa oma jätevedenpuhdistamo.

Tutkimusmenetelminä on käytetty kirjallisuuden tutkimista, havainnointia sekä haastattelua.

Nykyisestä puhdistusprosessista löytyi muutamia epäkohtia, joihin osaan on jo puututtu, sekä mahdollisia korvaavia prosesseja. Oman jätevedenpuhdistamon perustamiselle ei löytynyt esteitä tehdyn selvityksen puitteissa, tosin asia vaatii lisäselvitystä.

TAMPERE POLYTECHNIC

Chemical engineering

Chemistry technology

Alander Timo

Engineering thesis

Thesis supervisor

Commissioning company

October 2007

Keywords

Improvement of waste water treatment in Koskisen Oy

33 pages

Pentti Järvelin

Koskisen Oy, supervisor Paula Velling

waste water treatment, mechanical wood processing

## ABSTRACT

The objective of this research was to study possible solutions to decrease the amount and the cost caused by waste water produced by Koskisen Oy.

In this research the main focus was on two possible solutions to the problem. The first possible solution was upgrading the current purifying process or replacing it with a new more suitable purifying process. The second option was researching the possibilities of constructing an own biological water purification plant.

The methods of the research were interviewing, observing and studying literature.

There were found a few inconsistencies and problems with the current purifying process which were fixed and possible replacing process for the current purifying process. There weren't found any major problems with the own biological water purification plant but further studies are required.

## **ALKUSANAT**

Tämä tutkintotyö on tehty Koskisen Oy:n toimeksiannosta opinnäytteeksi Tampereen ammattikorkeakoulun prosessitekniikanosastolla opettaja Pentti Järvelinin valvonnassa.

Koskisen Oy:n puolesta työtä on ohjannut ympäristöasioiden hoitaja Paula Velling.

Haluan kiittää edellä mainittuja henkilöitä saamastani avusta ja ideoista sekä haluan kiittää myös muita työn tekemisen mahdollistaneita henkilöitä.

## SISÄLLYSLUETTELO

ALKUSANAT	2
TIIVISTELMÄ	3
ABSTRACT	4
SISÄLLYSLUETTELO	5
1 JOHDANTO	6
2 NYKYTILANNE	7
3 TUTKIMUSMENETELMÄ	10
4 FYSIKAALISIA YKSIKKÖOPERAATIOITA	11
3.1 Laskeutus	11
3.2 Flotaatio	12
3.3 Siivilöinti	14
3.4 Suodatus	15
3.5 Soveltuvuusalueet	17
5 JÄTEVEDENPUHDISTAMO	18
4.1 Jätevesien puhdistuksen tarve	19
4.2 Jäteveden biologinen puhdistus	19
4.2.1 Biologisen puhdistuksen edellytykset	20
4.2.2 Aktiivilieteprosessi	21
4.2.3 Kiinteaalustaiset biologiset prosessit	22
4.3 Jäteveden kemiallinen puhdistus	23
6 TYÖN TEETTÄJÄ	25
6.1 Koskisen Oy	25
6.2 Koskisen Oy:n vaneritehdas	25
7 PARANNUSEHDOTUKSIA	27
8 PÄÄTELMÄT	30
TERMEJÄ	31
LÄHTEET	33

## 1 JOHDANTO /2, 7, 8/

Työn tarkoituksena on pyrkiä parantamaan Koskisen Oy:n jätevesien laatua ja vähentämään niiden määrää. Koskisen Oy:n ympäristöluvassa veloitetaan yritystä johtamaan prosessi- ja sanitaatiojätevedet kunnalliseen viemäriin. Koskisen Oy:n ja Kärkölän kunnan välisessä teollisuusjätevesien johtamissopimuksessa määritetään jätevesien määrälle ja laadulle tietyt rajat. Tällä hetkellä johtamissopimuksessa asetetut rajat ylittyvät aika ajoin määrällisesti ja laadullisesti nykyisellä tuotantokapasiteetilla ja puhdistuslaitteistolla.

Tässä työssä käsitellään erinäisiä ratkaisumalleja, joiden avulla päästäneen Hämeen ympäristökeskuksen ja Kärkölän kunnan vaatimiin tavoitteisiin ja samalla vähentämään jätevesistä aiheutuvia kustannuksia. Asiaa lähestytään kolmesta eri näkökulmasta. Ensimmäisenä vaihtoehtona pyritään tehostamaan selkeästi suurimman jäteveden lähteen, vaneritehtaan hautomoaltaan, veden puhdistusta ja kierrätystä. Toiseksi tutkitaan, onko oman puhdistamon perustaminen mahdollista ja kannattavaa. Näiden lisäksi kolmantena vaihtoehtona on yhteistyön tekeminen Kärkölän kunnan kanssa ja kunnan puhdistamon kapasiteetin lisääminen.

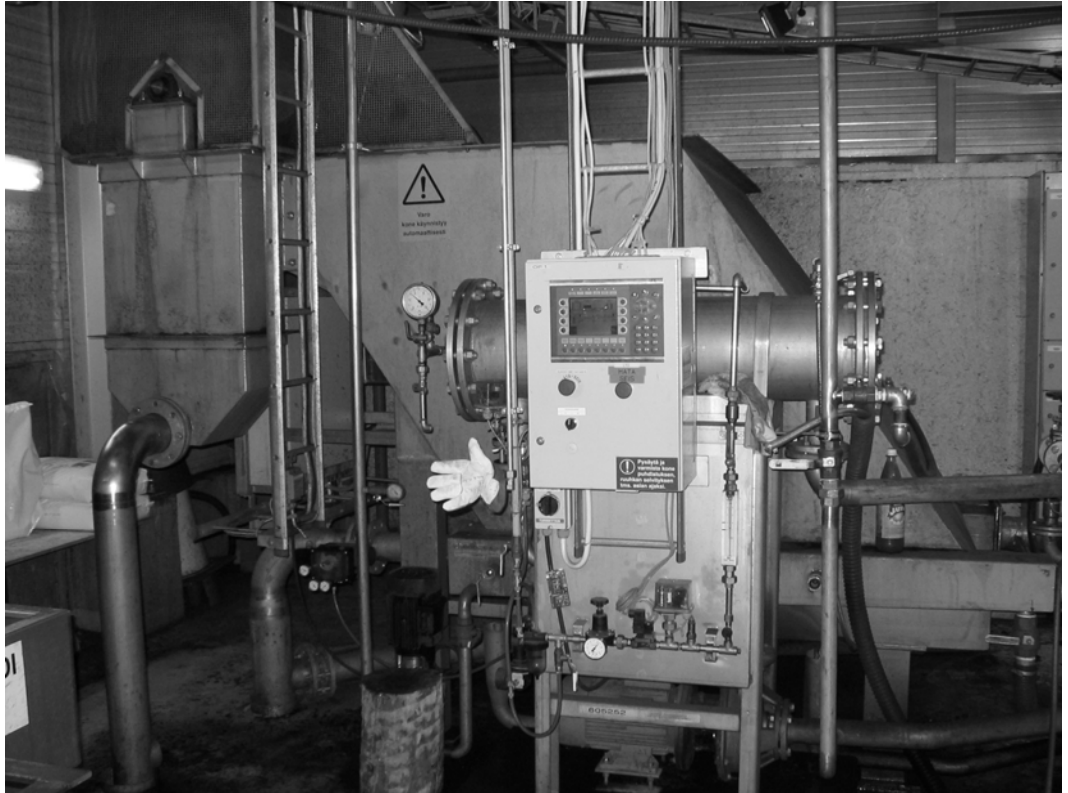
## 2 LÄHTÖKOHDAT /2, 7, 8/

Koskisen Oy on mekaanisen metsäteollisuuden yritys, joka tuotti vuonna 2006 kokonaisuudessaan noin 132 000 m<sup>3</sup> jätevettä. Vedestä 114 000 m<sup>3</sup> muodostui Tehdastien tehdasalueella ja arviolta 70 000 m<sup>3</sup> tulee vaneritehtaan hautomoaltaasta. Loput ovat suurimmalta osin lähtöisin sanitaatiosta ja työntekijäruokalasta.

Koskisen Oy:n vaneritehtaan hautomoallas on noin 12 000 m<sup>3</sup> allas täytettynä 40-asteisella vedellä. Allas palvelee kahta tarkoitusta. Ensinnäkin siinä sulatetaan ja kastellaan viilun sorvaukseen menevät tukit, mikä on välttämätöntä sorvauksen onnistumisen ja viilun laadun kannalta. Toiseksi altaasta pumpataan vettä sekä voimalaitoksen savukaasupesuriin että viilun kuivauslinjojen poistoilmaan. Tämä on paloturvallisuuden kannalta välttämätöntä ja siten saadaan altaan lämpötila pidettyä 40<sup>o</sup>asteessa.

Altaan yhteydessä on ennestään kaksi puhdistusjärjestelmää: flotaatio sekä rumpusiivilä. Näistä kahdesta flotaatio on tarkoitettu pääasiassa allasveden puhdistukseen ja rumpusiivilä lämmöntalteenottoon menevän veden puhdistukseen. Altaasta flotatioon sekä lämmöntalteenottoon menevät vedet johdetaan aluksi väljän läpi.

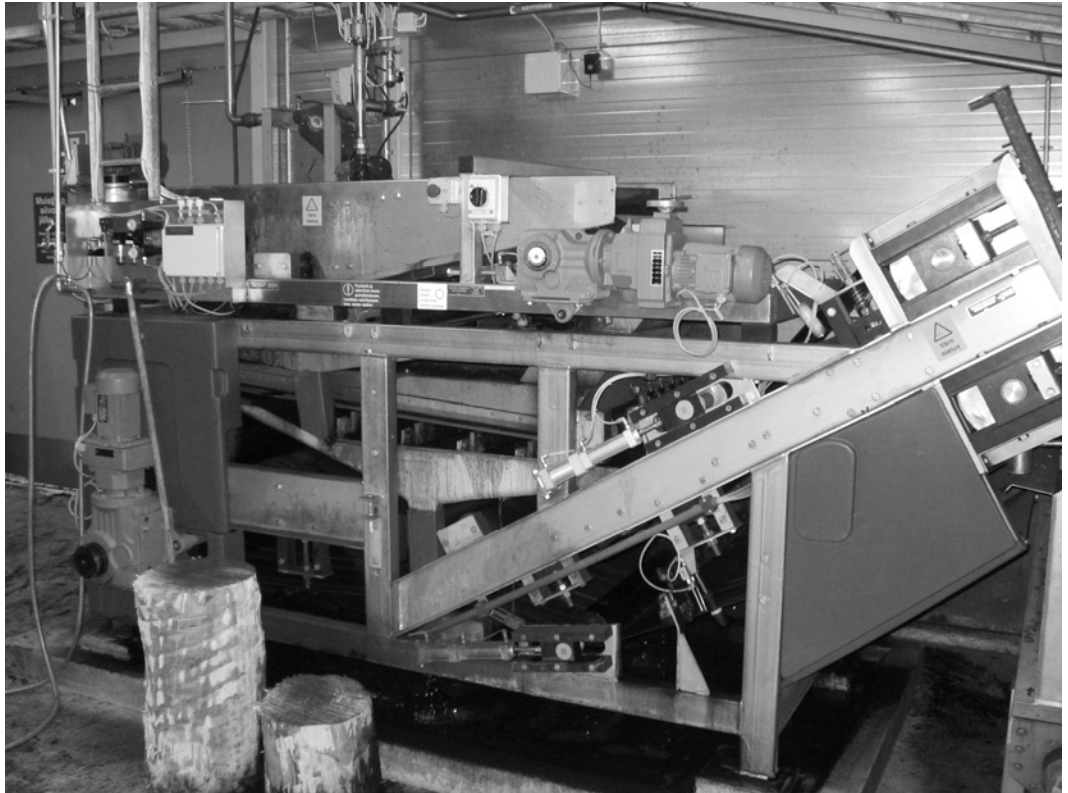
Flotaatioon menevään veteen sekoitetaan apupolymeeriä ennen itse flotaatiokäsittelyä. Flotaation käyttö vaatii käytännössä jatkuvan valvonnan. Flotaation avulla erotettu liete kuivataan suotonauhapuristimella ja ajetaan kaatopaikalle.



Kuva 1 Flotaatiolaitteisto

Kuvassa 1 etualalla vaakatasossa oleva sylinteri on saturaattori, jolla dispersiovesi tehdään. Taka-alalla oleva suunnikkaan muotoinen kappale on itse flotaatioallas, joka on varustettu useammilla väliseinillä suuremman tehokkuuden aikaansaamiseksi. Kuvassa 2 on lietteen kuivauksessa käytetty suotonauhapuristin.





Kuva 2 Suotonauhapuristin

Lämmöntalteenottoon menevä vesi ajetaan 3 mm rumpusiivilän läpi. Rumpusiivilällä erotettu karkea puujäte kuin myös välpe hävitetään kompostoimalla. Flotaatiosta sekä rumpusiivilältä tulevaa vettä voidaan ohjata sekä takaisin altaaseen että kunnan viemäriin. Altaan pohjaan sedimentoitunutta lietettä ruopataan aika-ajoin kauhakuormaajalla.

### **3 TUTKIMUSMENETELMÄ**

Työtä tehtäessä käytin tiedonkeruumenetelminä havainnointia, haastattelua sekä kirjallisuutta. Haastattelin nykyiseen puhdistusprosessin toimintaan perehtyneitä Koskisen Oy:n työntekijöitä sekä seurasin laitteiston toimintaa käytännössä.

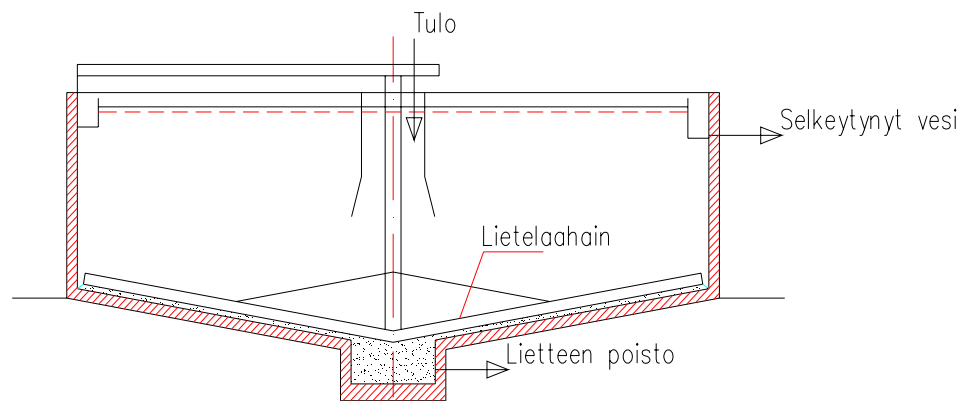
Haastattelujen ja havainnointien sekä jäteveden laadusta kertovien velvoiteseurantaraporttien ja vesihuoltoa käsittelevän kirjallisuuden avulla pyritään tekemään parannusehdotuksia Koskisen Oy:n jätevedenkäsittelyyn.

## 4 FYSIKAALISIA YKSIKKÖOPERAATIOITA

Tässä luvussa käsitellään hautomoaltaan vedenkäsittelyyn ja mahdollisen puhdistamon esi- ja jälkiselkeytykseen soveltuvia fysikaalisia, pääasiassa veden kiintoainepitoisuuteen vaikuttavia toimenpiteitä.

### 4.1 Laskeutus /4 s. 77–78/

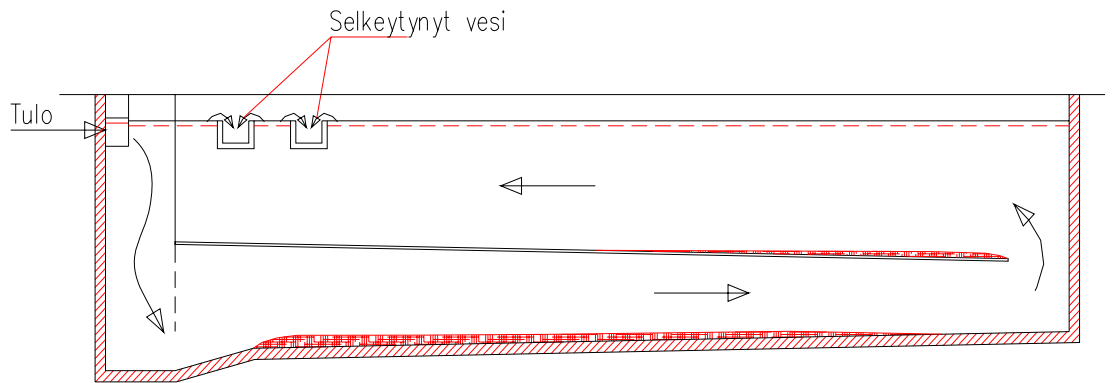
Laskeuttamalla voidaan vedestä poistaa vettä raskaampia kiintoainepartikkeleja ja flokkeja eli toisiinsa kiinnittyneitä kiintoainepartikkeleja. Laskeutus on yleisin jätevedenpuhdistusprosessi. Yleisesti laskeutuvien hiukkasten pienestä tiheydestä ja pienestä koosta johtuen laskeutus on hidas ja tilaa vievä puhdistusprosessi.



PYÖREÄ LASKEUTUSALLAS

Kuva 3

Laskeutusta voidaan tehostaa lisäämällä altaan teoreettista pinta-alaa käyttämällä välipohja- tai lamellirakenteita ja muuttamalla virtaus altaassa mahdollisimman stabiiliksi. /4 s. 77–78/

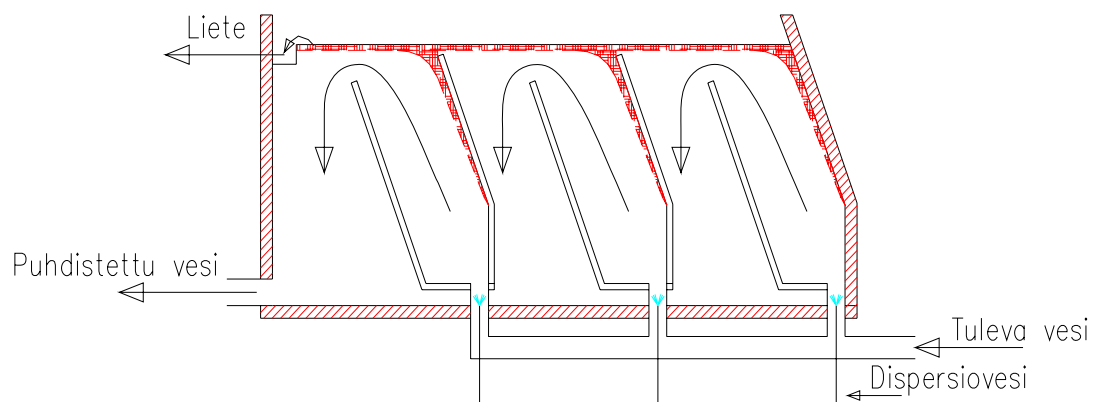


VÄLIPOHJALLA VARUSTETTU VAAKALASKEUTUSALLAS

Kuva 4

## 4.2 Flotaatio /4 s. 97–102/

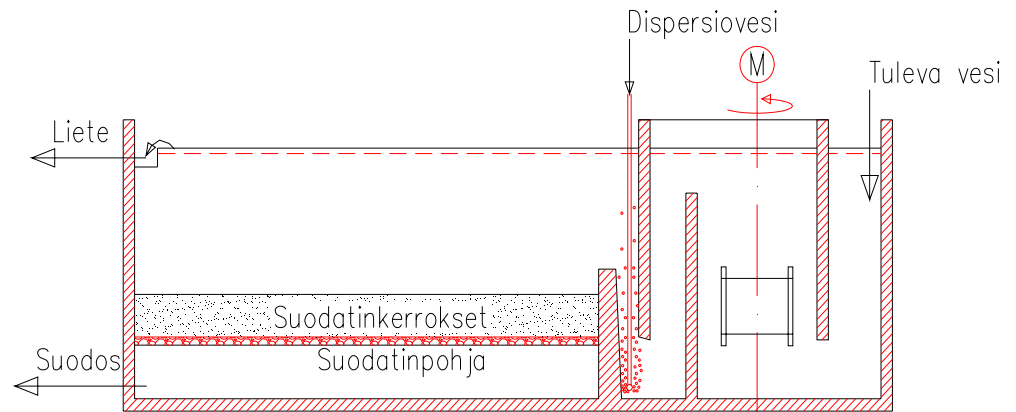
Flotaation avulla vedestä voidaan erottaa neste- ja kiintoainepartikkeleja. Flotaatiossa veteen johdetaan pieniä kaasukuplia, tyypillisesti ilmaa. Veteen johdetuilla kaasukuplilla pyritään mahdollistamaan tai nopeuttamaan vedessä olevien hiukkasten nousua. Ilmiö perustuu siihen, että kiintoainepartikkeli ja siihen tarttuneet kaasukuplat muodostavat ympäröivää nestettä kevyemmän partikkelin. Kuvassa 5 on esitetty väliseinillä varustetun flotaatioaltaan toimintaperiaate.



LOHKOIHIIN JAETTU FLOTAATIOALLAS

Kuva 5

Nykyisin flotaatiota on alettu yhdistää suodatinyksikön kanssa. Tällaisessa järjestelmässä altaan yläosa toimii flotaatiojärjestelmänä ja alaosa suodattimena. Nämä järjestelmät ovat hyvin toisiaan täydentäviä, koska flotaatiokäsittelyllä veden kiintoainepitoisuus saadaan laskemaan 50–100 mg/l, joka on suodatukselle hyvin soveltuva pitoisuus.



#### FLOTAATIO–SUODATINYKSIKÖ

Kuva 6

Flotaation tehokkuus on riippuvainen partikkelin rakenteesta ja pintaominaisuuksista. Flotaatiota tehostetaan yleensä apukemikaaleilla, joilla pyritään pienentämään pintajännitystä ja parantamaan kaasukuplien tarttumista. Myös käytettävien kaasukuplien tulee olla riittävän pieniä. Parhaisiin tuloksiin päästään käyttämällä paineilmalla kyllästettyä dispersioveettä.

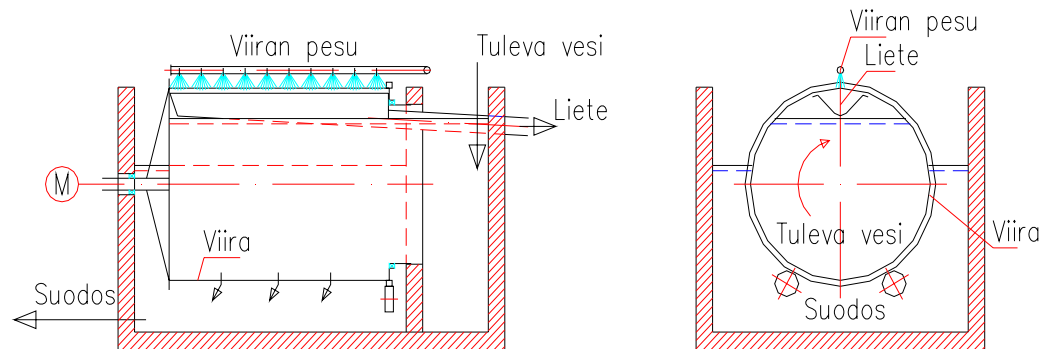
Flotaation etuna laskeutukseen nähden voidaan pitää sitä, ettei se ole niin tarkka partikkelien tiheyden suhteen sekä sen tilantarve on minimaalinen laskeutukseen verrattuna. Flotaatiossa veteen johdettava ilma luonnollisesti parantaa veden BOD-arvoa.

### 4.3 Siivilöinti /4 s. 56–57/

Myös siivilöimällä voidaan vedestä erottaa kiintoainepartikkeleja. Siivilänä käytetään useimmiten joko viiratyypistä tai jäykälle tukirakenteelle kiinnitettyä metalli- tai nylonkudosta. Käyttökohteesta riippuen siiviläkudoksen silmäkoko voi vaihdella suuresti. Silmäkoon mukaisesti siivilät jaetaan mikro- ja makrosiivilöihin. Siivilät, joiden silmäkoko on alle 150 µm, luokitellaan mikrosiivilöiksi ja sitä suuremmat makrosiivilöiksi. Mikro-suodatus parantaa veden BOD-arvoa noin 20–30 %.

Hienoimpia siiviläkudoksia käytettäessä suodattimeen tarttuva kiintoaine muodostaa siivilän pintaan erotuskykyä parantavan kerroksen, eli käytännössä kiintoaine pienentää kudoksen silmäkokoja. Haluttaessa parantaa siivilöintitulosta siivilöitävään veteen voidaan lisätä kuitumaista tai muuten sopivaa apuainetta. Apuainesiivilöintiä käytetään varsinkin puunjalostusteollisuudessa. Tällöin apuaineena toimii tyypillisesti jo vedessä oleva tai siihen lisättävä sellukuitu.

Rumpusiivilä on jatkuvatoiminen ja itsepuhdistuva siivilä. Markkinoilla on usean tyyppisiä rumpusiivilöitä, jotka eroavat toisistaan lähinnä kudost materiaalin ja pesujärjestelmän osalta. Perusrumpusiivilä koostuu sylinterin muotoisesta rungosta ja siihen kiinnitetystä siiviläkudoksesta. Puhdistettava vesi johdetaan sylinterin sisälle, josta se suodattuu siiviläkudoksen läpi. Sylinterin ei ole tarkoitus täyttyä kokonaan. Rumpu puhdistetaan pyörittämällä rumpua joko jaksoittain tai jatkuvasti ja suihkuttamalla pesuvettä rumpun ulkopintaan. Likainen pesuvesi johdetaan pois kourulla.



RUMPUSIIVILÄN PERIAATE

Kuva 7

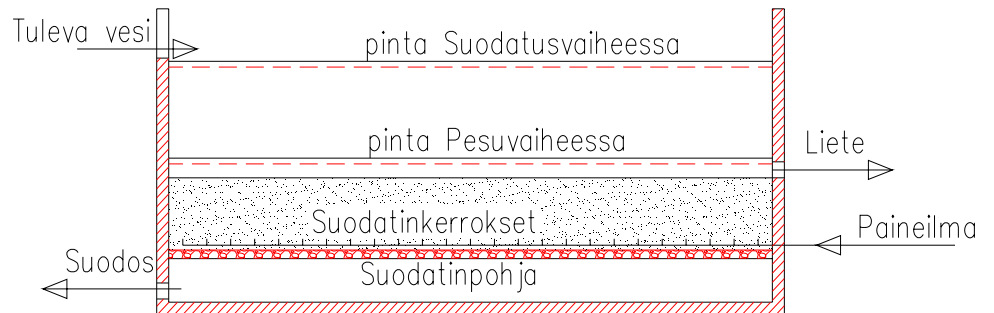
Yksittäinen suodin poistaa tehokkaasti vain tietyn kokoisia kiintoainepartikkeleja, suuremmat tukkivat suotimen nopeasti ja pienemmät kulkeutuvat läpi. Hyvään kokonaistulokseen tarvitaan joko useampi suodin sarjassa tai suodin tulee yhdistää johonkin muuhun prosessiin.

#### 4.4 Suodatus /4, 107–110/

Suodatus on laajalti käytetty veden puhdistusprosessi, sitä käytetään niin talous-, jäte- kuin teollisuusvesienkin puhdistukseen. Suodatuksessa vesi johdetaan suodatinmateriaalin läpi, jolloin kiintoaine kiinnittyy joko suodatimien pintaan tai syvemmälle suodatinmateriaaliin. Suodatus voi tapahtua joko vuoro- tai jatkuvatoimisesti. Vuorotoimisessa suodatimessa suodatus- ja huuhteluvaiheet vuorottelevat. Jatkuvatoimisessa suodatus ja huuhtelu tapahtuvat samanaikaisesti.

Suodatin voi koostua yhdestä tai useammasta kerroksesta rakeista suodatinmateriaalia, joka on tyypillisesti hiekkaa. Suodatettava vesi virtaa suotimen rakenteesta riippuen joko ylhäältä alas tai alhaalta ylös suodatinmateriaalin läpi. Samoin kuin siivilä niin myös suodin toimii tehokkaammin siihen kiinnittyneen kiintoaineen ansiosta, suodatimessa kulkeutuvat partikkelit törmäävät toisiinsa ja kiinnittyminen suotimeen tehostuu.

Kiintoaineen alkaessa tukkia suodatinta ja virtausvastuksen kasvaessa tai kiintoaineen kulkeutuessa suodattimen läpi aloitetaan huuhtelusykli. Aluksi katkaistaan tuleva ja lähtevä vesi, minkä jälkeen suodatinmateriaalissa olevaan huuhteluputkistoon ajetaan vettä ja mahdollisesti paineilmaa, joka irrottaa ja huuhtelee kiinnittyneen kiintoaineen pois.



#### SUODATINYKSIKÖ

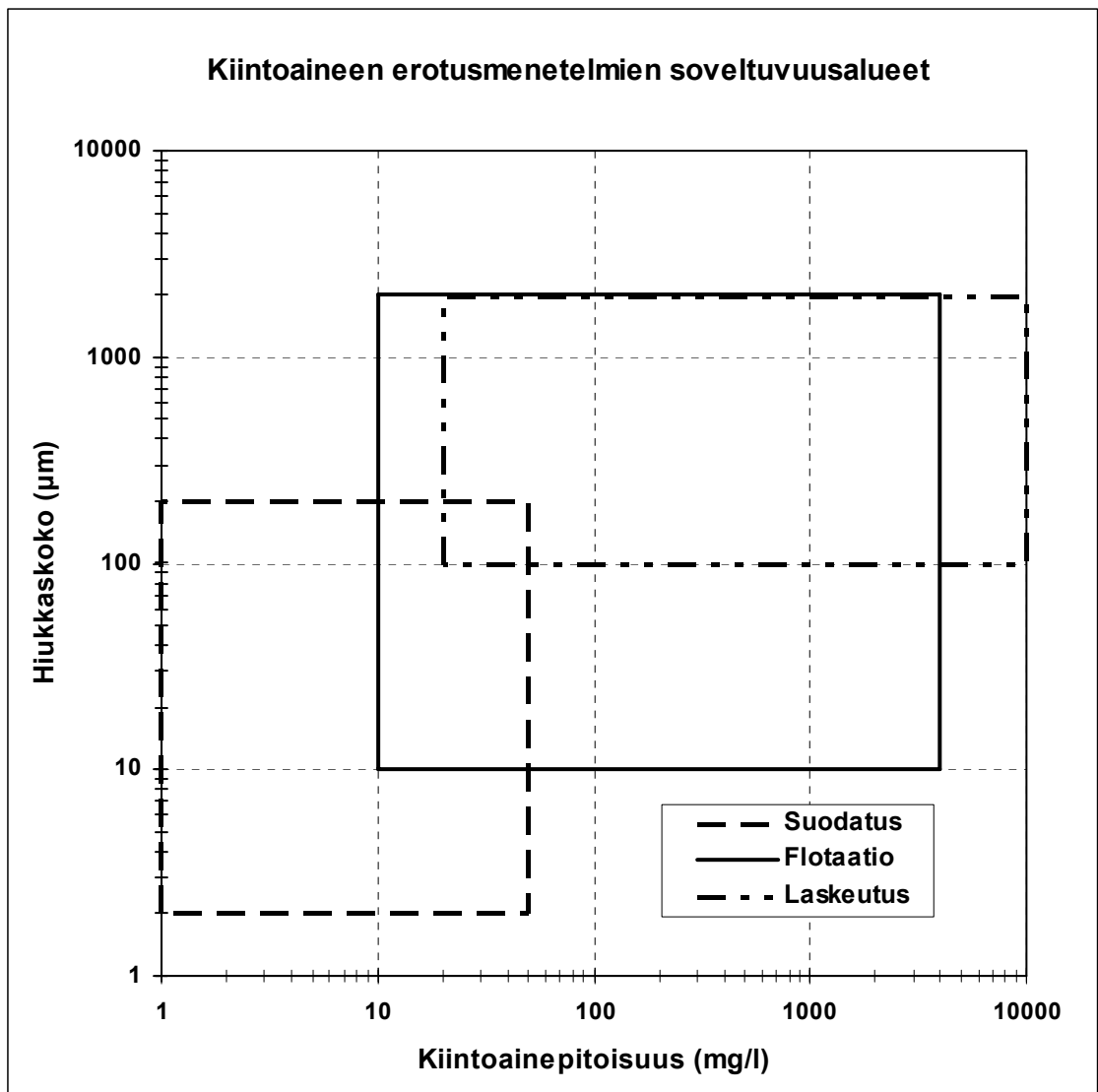
Kuva 8

Suodattamalla pystytään erottamaan vedestä kiintoainetta aina 1-2  $\mu\text{m}$ :stä ylöspäin. Suodatuksen ongelmana on lähinnä sen soveltuvuus vain vähäisille kiintoainepitoisuuksille, alle 100 mg/l. Tehokkuutensa sekä vähäisen kuormitettavuutensa takia suodatus soveltuu hyvin veden käsittelyn viimeiseksi vaiheeksi. / 4 s. 516/



#### 4.5 Soveltuvuusalueet /4 s. 516/

Kuvaajassa 1 on esitetty edellä olevien fysikaalisten puhdistusmenetelmien optimitoimialueet. Menetelmät toimivat tietysti optimalueensa ulkopuolella-kin, mutta eivät niin tehokkaasti kuin olisi mahdollista. Siivilän optimalue on riippuvainen siivilän silmäkoosta, eikä näin ollen ole selkeästi vakioitavissa kuvaajaan. Parhaimmillaan se pystyy erottamaan muutaman  $\mu\text{m}$ :n hiuk-  
kasia.



Kuva 9 Soveltuvuusalueet

## 5 JÄTEVEDENPUHDISTAMO

Jätevedenpuhdistus puhdistamossa voidaan jakaa kolmeen pääryhmään: esikäsitteily-, pääpuhdistus- ja täydentäviin menetelmiin. Puhdistamo nimeetään sen pääpuhdistusmenetelmän mukaan. Kuitenkaan tämä ei tarkoita sitä, ettei esimerkiksi biologisessa puhdistamossa voisi olla fysikaalisia ja kemiallisia prosesseja. /4 s. 497–499/

Esikäsitteilyssä pyritään jätevedestä poistamaan suurehkot kiinteät kappaleet, hiekka ja rasva. Tämän lisäksi jätevesi mahdollisesti esi-ilmastetaan. Tyypillisesti esikäsitteilymenetelmät ovat fysikaalisia. Tulevan veden virtaamatasaus voidaan laskea myös esikäsitteilyyn. /4 s. 497–499/

Pääpuhdistuksen tarkoituksena on biologisen hapenkulutuksen ja kiintoaineen sekä ravinteiden vähentäminen jätevedestä. Pääpuhdistusmenetelmät ovat yleensä biologisia tai biologisen ja kemiallisen menetelmän yhdistelmiä. Käytetyimmät biologiset pääpuhdistusmenetelmät ovat aktiiviliete-prosessi, biosuodatus, bioroottori ja biologiset lammikot, joista aktiiviliete on selkeästi käytetyin pääprosessi. Tämän lisäksi biologisiin menetelmiin luetaan myös simultaanisaostus, jossa saostetaan fosforia kemiallisesti samanaikaisesti biologisen prosessin kanssa. /4 s. 497–499/

Täydentävien menetelmien tarkoituksena on luonnollisestikin pääpuhdistuksen täydentäminen muun muassa poistamalla käsiteltävästä vedestä fosforia sekä kiintoainetta ja tappamalla mahdollisesti vedessä olevia patogeenejä. Fosforia poistetaan kemiallisesti saostamalla ja kiintoainetta joko flotaation avulla, laskeuttamalla, suodattamalla tai siivilöimällä. /4 s. 497–499/

## 5.1 Jätevesien puhdistuksen tarve /4 s. 492–495/

Jätevesien käsittelyn taso on riippuvainen purkuvesistölle asetetuista tavoitteista. Puhdistetun veden laatu tulisi tyypillisesti olla parempaa kuin purkuvesistön veden laatu. Tällä pyritään säilyttämään vesistön luonnontilaisuus, tosin luonnontilaisuuden määrittely ei aina ole helppoa eikä yksiselitteistä.

Ympäristöviranomaiset asettavat lupapäätöksessä jäteveden käsittelylle viralliset tavoitteet. Luvassa määritetään raja-arvopitoisuudet poistettaville aineille sekä puhdistusteho eli tietty prosentuaalinen osuus poistettavasta aineesta. Tyypillisesti puhdistetusta vedestä seurataan biologista hapenkulutusta aiheuttavaa ainesta (BOD) sekä typpeä että fosforia. Muita mahdollisesti seurattavia aineita ovat kiintoaines, rasvat ja öljyt, patogeenit, raskasmetallit, radioaktiiviset aineet sekä pesu- ja puhdistusaineet.

Jäteveden käsittelyn vaatimukset ovat, kuten aiemmin mainittiin, tapauskohtaisia. Nykyään tyypilliset raja-arvot puhdistetulle vedelle ovat: BOD 15–20 mg/l ja vähenemä vähintään 90 %, fosforia 0,5–1,5 mg/l ja vähenemä vähintään 90 % sekä typpeä 20mg/l ja vähenemä 40–60 %. Arvoja seurataan tyypillisesti kuukauden tai mahdollisesti vuosineljänneksen jaksoissa keskiarvallisesti.

## 5.2 Jäteveden biologinen puhdistus

Biologisten prosessien tarkoituksena jätevesien puhdistuksessa on orgaanisen aineen poisto, nitrifikaatio sekä denitrifikaatio, fosforin poisto ja muodostuneen lietteen saattaminen vaarattomaan ja käyttökelpoiseen muotoon.

### 5.2.1 Biologisen puhdistuksen edellytykset /4 s. 169–174/

Tärkeimmät kaksi vaatimusta biologisen puhdistuksen onnistumiselle ovat mikrobien ravinteiden ja hapen tarpeen täyttäminen. Muita keskeisiä seikkoja ovat veden lämpötila, pH-arvo ja vedessä mahdollisesti esiintyvät toksiset yhdisteet.

Orgaanisten ravinteiden lisäksi mikrobit tarvitsevat epäorgaanisia ravinteita, joista tärkeimpiä ovat typpi, fosfori, rikki, kalium, natrium, kalsium, magnesium, kloori ja rauta. Näiden lisäksi tulee vedessä olla pieniä pitoisuuksia sinkkiä, mangaania, molybdeeniä, seleeniä, kobolttia, kuparia, nikkeliä, vanadiinia ja volframia.

Bakteerisolusta noin 80 prosenttia on vettä. Loput 20 prosenttia on kuivaainetta, josta 90 prosenttia on orgaanisia aineita ja loput 10 prosenttia epäorgaanisia suoloja. Taulukossa on esitetty bakteerin tyypillinen koostumus alkuaineittain.

Taulukko 1 Bakteerien koostumus /4 s. 174/

<b>Alkuaine</b>	<b>vaihteluväli (%)</b>	<b>tyypillinen arvo (%)</b>
<b>Hiili</b>	45–55	50
<b>Happi</b>	16–22	20
<b>Typpi</b>	12–16	14
<b>Vety</b>	7–10	8
<b>Fosfori</b>	2–5	3
<b>Rikki</b>	0,8–1,5	1
<b>Kalium</b>	0,8–1,5	1
<b>Natrium</b>	0,5–2,0	1
<b>Kalsium</b>	0,4–0,7	0,5
<b>Magnesium</b>	0,4–0,7	0,5
<b>Kloori</b>	0,4–0,7	0,5
<b>Rauta</b>	0,1–0,5	0,2
<b>Muut</b>	0,2–0,5	0,3

Puhdistettavan veden koostumuksen ollessa mahdollisimman lähelle taulukon 1 ravinteiden suhteita mikrobit puhdistavat veden tehokkaimmin. Suuresti arvoista poikkeavat ylimääräravinteet eivät sitoudu biomaassaan ja näin ollen kulkeutuvat prosessin läpi vesistöön.

Yhdyskuntajätevedet ovat koostumukseltaan yleisesti hyvin soveltuvia biologiselle puhdistukselle. Sen sijaan teollisissa jätevesissä ravintosuhteet voivat olla biologiselle prosessille epäedulliset. Tämän lisäksi ongelmia voivat muodostaa vaikeasti biohajoavat ja toksiset yhdisteet. Tosin toksiset yhdisteet ovat riittävän pieninä pitoisuuksina ravinnonlähde ja jatkuva altistus voi tehdä bakteereista jopa immuuneja toksiineille.

Bakteerit voidaan jakaa lämpötilaviihtyvyytensä mukaan psykoofiilisiin (10-30C), mesofiilisiin (20-50C) ja termofiilisiin (35-75C) bakteereihin. Lämpötilan nousu optimilämpötilan yli johtaa nopeasti mikrobien kuolemaan. Suurin osa bakteereista ei siedä voimakkaasti hapanta tai emäksistä ympäristöä, pH alle 4 tai yli 9. Bakteerien kannalta mahdollisimman neutraali ympäristö on paras, jolloin pH on 6,5:n ja 7,5:n väliltä.

### **5.2.2 Aktiivilieteprosessi** /4 s. 169–173, 517–518 ,545–551/

Aktiivilieteprosessissa puhdistettava jätevesi johdetaan ilmastettuun biomassaa sisältävään altaaseen. Mikrobien hapensaannin mahdollistamisen lisäksi ilmastuksen tarkoituksena on sekoittaa vettä ja näin tehostaa mikrobien ja epäpuhtauksien kontaktia. Tämän jälkeen vesi johdetaan selkeytykseen, jossa mikrobit erotetaan vedestä. Muodostunut, paljon mikrobeja sisältävä, aktiivinen liete palautetaan osittain takaisin ilmastusaltaaseen ja osa lietteen käsittelyyn, siten että prosessissa oleva lietteen määrä pysyisi vakiona.

Aerobisesta puhdistusprosessista tuleva liete käsitellään tyypillisesti anaerobisesti mädättämössä. Anaerobinen prosessi on kolmivaiheinen. Kunkin vaiheen hoitaa eri bakteeripopulaatio.

Ensimmäisessä vaiheessa bakteerit hajottavat orgaanisia makromolekyylejä, orgaanisia polymeerejä ja rasvoja yksinkertaisemmiksi orgaanisiksi molekyyleiksi, monosakkarideiksi ja aminohapoiksi. Ensimmäisestä vaiheesta saadut orgaaniset yhdisteet pilkotaan toisessa vaiheessa orgaanisiksi hapoiksi, pääasiassa etikkahapoksi. Ensimmäisen ja toisen vaiheen bakteerit sietävät pieniä pitoisuuksia happea, jota puolestaan kolmannen vaiheen bakteerit eivät siedä.

Kolmannessa vaiheessa orgaanisista hapoista muodostuu metaania ja hiilidioksidia. Jos ympäristössä on rikkiä, voi myös rikkivetyä muodostua. Vaikkakin anaerobinen prosessi on kokonaisuutena hidas, on sen hyöty se, että valtaosa orgaanisesta aineesta muuntuu metaaniksi ja vain pieni osa jää solumassaan. Saadulla metaanilla voidaan tuottaa energiaa puhdistusprosessin käyttöön.

### **5.2.3 Kiinteäalustaiset biologiset prosessit / 4 s. 533–537/**

Biologinen suodatin ja bioroottori ovat aerobisia kiinteäalustaisia biologisia prosesseja. Niitä käytetään pääasiassa orgaanisen aineen poistoon jätevedestä sekä jonkin verran nitrifikaatioon, Kiinteäalustaisten biologisten prosessien energia tervä on noin 10 % pienempi kuin aktiivilieteprosessin.

Biologinen suodatin ei nimestään huolimatta ole suodatin. Sen toiminta ei perustu suodatukseen vaan suodattimen pintaan muodostuvaan mikrobikasvustoon. Biologinen suodatin on biofilmireaktori, jossa biofilmin mikrobit puhdistavat jäteveden. Biofilmi koostuu pinnassa olevista aerobisista mikrobeista sekä syvemmällä olevista anaerobisista mikrobeista. Aerobisten mikrobien hapensaanti hoidetaan johtamalla ilmaa suodattimen läpi, yleensä veden virtaussuuntaa vastaan. Biofilmin aerobisessa ja anaerobisessa kerroksessa tapahtuvat prosessit ovat periaatteessa täysin samat kuin aktiivilieteprosessissa.

Biologinen suodatin tarvitsee aina esiselkeytyksen suodattimen tukkeutumisen estämiseksi. Biofilmin kasvualustana on aiemmin käytetty sepeliä. Nykyään sepelin tilalla on alettu käyttää kevyempiä ja huokoisempia, siten tehokkaampia, muovitäytekappaleita ja -kennostoja. Biologinen puhdistus kuluttaa pakostikin energiaa. Biosuodatus kuluttaa noin 10 % vähemmän energiaa kuin aktiivilieteprosessi.

Biologisia suodattimia käytetään pienissä puhdistamoissa asumajäteveden puhdistuksessa, mutta niitä käytetään enenevässä määrin teollisuusjätevesien käsittelyssä. Biologisen suodattimen etu aktiivilieteprosessiin verrattuna on sen kyky kestää kuormituspiikkejä ja palautua niistä nopeammin.

Bioroottorin puhdistusteho perustuu myös biofilmiin biologisen suodattimen tavoin. Bioroottori koostuu vaakatasossa olevaan akseliin kiinnitetyistä muovikiekoista, joiden pinnalle vettä puhdistava biofilmi muodostuu. Kiekot upotetaan puoliksi veteen, jolloin kiekon pyöriessä pinnalla oleva osa saa happea. Bioroottorin energia tarpeet ja kuormitettavuus ovat samaa luokkaa biosuotimen kanssa.

### **5.3 Jäteveden kemiallinen puhdistus /4 s. 539–545/**

Kemiallisia ravinteiden poistomenetelmiä käytetään tyypillisesti tehostamaan biologisen puhdistamon fosforin poistoastetta. Myös typen poisto olisi mahdollista kemiallisesti, mutta sen poisto biologisesti on huomattavasti halvempaa. Biologisella käsittelyllä saadaan vedestä poistettua noin 30% fosforista, käyttämällä tämän lisäksi fosforin kemiallista saostusta päästään jopa 98% poistoasteeseen. Fosforin poistossa käytettävät yleisimmät kemikaalit ovat ferrosulfaatti, alumiinisulfaatti, ferrikloridi, kalkki sekä näiden yhdistelmät.

Kemialliset puhdistusmenetelmät voidaan jakaa suoraan saostukseen, esisaostukseen, rinnakkaissaostukseen ja jälkisaostukseen. Näistä menetelmistä kaikki paitsi suora saostus ovat biologista prosessia täydentäviä menetelmiä. Menetelmien puhdistustehokkuudet on esitetty taulukossa 2.

Taulukko 2 Puhdistustehokkuudet /4 s. 541/

Käsittelymenetelmä	BOD:n poisto-%	Fosforin poisto-%
Biologinen käsittely	80–90	20–40
Suora saostus	60–70	75–90
Esisaostus	85–95	85–96
Rinnakkaissaostus	85–95	75–90
Jälkisaostus	90–98	90–98

Näistä käytetyimmät ovat esi- ja rinnakkaissaostus. Vaikkakin jälkisaostus on menetelmistä tehokkain, on se myös kallein, lisäksi on todettu, että esi- ja rinnakkaissaostuksella päästään riittävän hyviin tuloksiin. Suora saostus ilman biologista käsittelyä on nykymittapuulla riittämätön muuhun kuin jäteveden esikäsittelyyn, esimerkiksi ennen jäteveden johtamista kunnalliseen puhdistamoon.

Esisaostus on sijoitettu nimensä mukaisesti ennen pääpuhdistusprosessia. Siinä veteen sekoitetaan saostuskemikaalit, annetaan flokkien muodostua ja erotetaan flokit esimerkiksi laskeuttamalla, minkä jälkeen vesi johdetaan biologiseen prosessiin. Rinnakkain saostuksessa saostuskemikaalit sekoitetaan veteen aktiivilieteprosessin aikana ilmastusaltaassa, tässä tapauksessa saostunut fosfori poistuu lietteenerotuksen yhteydessä.



## 6 TYÖN TEETTÄJÄ /8/

### 6.1 Koskisen Oy

Koskisen on vuonna 1931 perustettu mekaanisen metsäteollisuuden perheyrittys. Koskisen toimialat ovat puunhankinta, saha-, vaneri-, lastulevy, koivutuote- ja taloteollisuus. Koskisen Oy:n tuotantolaitokset sijaitsevat Järvelässä, Hirvensalmella ja Vierumäellä. Näiden lisäksi uutta laitosta rakennetaan Venäjälle, Sheksnaan. Suomen tuotantolaitokset käyttävät vuodessa yhteensä noin 1 200 000 m<sup>3</sup> puuta.

Koskisen Oy työllistää noin 1000 henkeä, joista noin 800 on tuotannon työntekijöitä ja 200 toimihenkilöitä. Vuonna 2006 Koskisen Oy:n liikevaihto oli noin 208 miljoona euroa ja viennin osuus tuotannosta oli noin 64 prosenttia.

Koskisen Oy:n toimintajärjestelmät ovat ISO 9001, ISO 14001, PEFC ja OHSAS 18001 sertifioituneet sekä ympäristöjärjestelmä on ISO 14001 sertifioitu. /8/

### 6.2 Koskisen Oy:n vaneritehdas

Koskisen Oy:n vaneritehdas on tuotantoyksiköistä niin rahallisesti kuin henkilöllisestikin suurin, joka vastaa noin 40 prosentista liikevaihdosta ja työllistää noin 440 henkilöä. Koskisen Oy:n vaneritehtaan tuotanto käynnistyi 27.6.1966 ja se on noin kymmenkertaistunut 40 vuodessa. Tehdas kulutti vuonna 2006 noin 320 000 m<sup>3</sup> puuta, josta 90 % oli koivua ja 10 % kuusta. Käytetystä puusta valmistettiin noin 92 000 m<sup>3</sup> vaneria.

Vaneritehtaan tärkein markkina-alue on Eurooppa ja sen tuotannosta noin 80 % menee vientiin. Tuotetuista vanerilevyistä noin 85 prosenttia pinnoitetaan. Vanerin valmistuksen sivutuotteina syntyy haketta, kuorta ja polttomurskaa sekä energijätettä.

## 7 PARANNUSEHDOTUKSIA

### Hautomoallas

Aluksi kannattaa luonnollisestikin pyrkiä hyödyntämään olemassa olevia järjestelmiä mahdollisimman pitkälle. Flotaation puhdistustehokkuus on riittävä yhdistettynä aika ajoin tehtäviin pohjan ruoppauksiin, mutta kuten aiemmin todettiin, se vaatii käytännössä lähes jatkuvaa valvontaa. Flotaation käytettävyyttä kannattaa pyrkiä parantamaan siten, ettei se vaadi ajettaessa ympärivuorokautista päivystystä tai että sitä voidaan seurata esimerkiksi Ultipron valvomosta.

Flotaation parantelun päätyessä riittämättömään tulokseen voitaisiin flotaatiolaitteisto korvata esimerkiksi kahdella sarjaan asennetulla rumpusiivilällä. Ensimmäisessä siivilässä käytettäisiin karkeampaa ja toisessa hienompaa silmäkokoa. Tällä päästäisiin vähintään flotatiolaitteiston puhdistustehoon ja suurempaan luotettavuuteen. Lämmöntalteenoton rumpusiivilä, vaikkakin silmäkooltaan suuri, on toiminut ilman suurempia ongelmia jatkuvassa käytössä.

Rumpusiivilälaitteiston kustannukset olisivat varmaankin flotaatiolaitteiston kuluja edullisemmat. Molempien laitteistojen energiakustannukset olisivat varmaankin samaa luokkaa, mutta siivilälaitteisto ei vaatisi varmastikaan samaa määrää työtunteja. Tämän lisäksi flotaation vaatimat apupolymeerikustannukset säästyisivät.

Altaan veden kunnon kannalta olisi myös hyvä, jos altaan pohjaan saataisiin asennettua lieteraapat, mikäli sitä tuotanto missään vaiheessa sallii. Tällöin altaan pohjalta voitaisiin puhdistaa sedimentoitunutta lietettä perusteellisemmin ilman suurempia tuotannon häiriöitä.

### Puhdistamo

Oman biologisen puhdistamon perustamisessa kynnyskysymys on, kuinka hyvin jätevesi soveltuu bakteereille, eli kuinka hyvin ne elävät ja lisääntyvät vedessä ja siten kuinka tehokkaasti ne sen puhdistavat.

Kun verrataan tyypillisen asumajäteveden ja Koskisen Oy:n jäteveden koostumusta (taulukko 3) voidaan todeta, että Koskisen Oy:n jäteveden koostumus ei poikkea radikaalisti tyypillisestä asumajätevedestä. Koskisen Oy:n jätevesien pitoisuuksien suuri hajonta johtuu allasvesien epäsäännöllisestä viemäriin laskusta, joidenkin näytteiden oton aikana allasvettä ei johdettu viemäriin. Mutta keskiarvollisesti pitoisuudet ovat samaa luokkaa, joten veden biologinen käsittely on mitä todennäköisimmin mahdollista

Taulukko 3 Jäteveden ainepitoisuudet / 4 s. 494, 6/

<b>Tyypilliset pitoisuudet (mg/l)</b>			
<b>BOD</b>	<b>Kiintoaine</b>	<b>Fosfori</b>	<b>Typpi</b>
<b>125-175</b>	<b>150-200</b>	<b>6-8</b>	<b>25-40</b>
<b>Koskisen Oy:n jäteveden pitoisuudet (mg/l)</b>			
<b>BOD</b>	<b>Kiintoaine</b>	<b>Fosfori</b>	<b>Typpi</b>
<b>38-250</b>	<b>44-390</b>	<b>2,5-9,5</b>	<b>20-32</b>

Jos päädytään omaan puhdistamoon, olisi varmaankin edullisinta käyttää joko biosuodatukseen tai bioroottoriin perustuvaa biologista puhdistusmenetelmää yhdistettynä tarvittaessa fosforin esisaostukseen. Biosuodin- ja bioroottorilaitokset ovat energiatalouden sekä tilantarpeen, ja sitä kautta todennäköisesti myös perustamiskulujen kannalta edullisempia kuin aktiivilietelaitokset. Biosuotimen ja bioroottorien etuna on myös se, että niissä tapahtuu myös anaerobinen vaihe, eli erillistä mädättämöä ei periaatteessa tarvita.

### Yhteistyö

Kärkölän kunnan kanssa tehtävän yhteistyön etuna olisi jäteveden puhdistuksen tehokkuuteen liittyvien riskien ja niiden aiheuttamien kulujen ulkoistaminen. Muilta osin yhteistyön kannattavuus olisi riippuvainen luonnollisestikin sopimuksen kannattavuudesta.

### Muuta huomioitavaa

Kokonaisjätevesimäärästä osa on luonnollisestikin tarpeetonta, tosin ei varmaankaan suurimittaista kulutusta, jonka määrään voidaan vaikuttaa tapakasvatuksella ja opastuksella.

## 8 PÄÄTELMÄT

Luonnollisestikin ensisijaisesti pitää pyrkiä tehostamaan olemassa olevan laitteiston toimintaa niin pitkälle kuin mahdollista. Jos tällä ei päästä riittäviin tuloksiin, tulisi mielestäni olemassa olevan laitteiston puhdistustehoa täydentää flotaation jälkeisellä pieni silmäkokoisella rumpusiivilällä tai korvata koko laitteisto kahdella sarjassa olevalla rumpusiivilällä. Tällöin päästäisiin eroon apupolymeerin tarpeesta ja laitteistosta saataisiin varmastikin huomattavasti helppokäyttöisempi ja se vaatisi vähemmän seurantaa.

Biologista puhdistusta harkittaessa kannattanee aktiivilieteprosessi sivuuttaa käytön vaikeuden takia. Markkinoilla on tarjolla useiden valmistajien joko biosuodatukseen tai bioroottoriin perustuvia valmiita kokonaisratkaisuja.

Merkittävimmän ongelman biologisen puhdistamon perustamiselle muodostaa kuitenkin oletettavasti riittävän puhdistustuloksen saaminen. Jotta biologisen puhdistamon perustaminen edes saattaisi olla kannattavaa, pitäisi puhdistettu vesi pystyä purkamaan vesistöön. Biologinen esipuhdistamo ei varmastikaan kannattaisi, koska kunnan perimä jätevesimaksu on tilavuutta painottava. Omasta mielestäni biologista puhdistusta kannattaa harkita vakavasti vasta useammilla laitevalmistajilla teetettyjen kattavien testausten jälkeen.

## TERMEJÄ

### Aerobinen/anaerobinen:

Jäteveden käsittelyn yhteydessä aerobinen tarkoittaa happea tarvitsevaa ja anaerobinen happea sietämätöntä mikrobipopulaatiota. /3 s. 276/

### BOD-arvo:

Biochemical oxygen demand (suom. biokemiallinen hapenkulutus) happimäärä, minkä vesinäytteenä oleva biologinen aines vaatii hajotukseen. /3 s. 238/

### Dispersiovesi:

Dispersiovesi on vettä, johon on korkeassa paineessa liuotettu kaasua, joka vapautuu paineen laskiessa pieninä kuplina. /4 s.100–102/ Ilmiö on havaittavissa limsapulloa tms. avattaessa nesteeseen muodostuvina kuplina.

### Flokki:

Flokki on pienistä kiintoainehiukkasista joko luontaisesti tai apuaineiden avustuksella muodostunut suurempi kiintoainehippu. /4 s. 134–137/

### Nitrikaatio/denitrifikaatio:

Nitrifikaatio on biologinen prosessi, missä ammoniakki muuttuu ensin nitriitiksi ja sitten nitraatiksi. Denitrifikaatio on prosessi, missä nitraatti muuttuu tyypeksi. /4 s. 181–182/

Patogeeninen:

Tauteja aiheuttava / 1 s. 204/

Saturaattori

Saturaattori on dispersioveden valmistamisessa käytettävä paineistettu säiliö. /4 s. 100–101 /

Toksisuus

Myrkyllisyys, elimistölle haitallisuus /1 s. 212/



## **PAINETUTLÄHTEET**

- 1 Galenos, ihmiselimistö kohtaa ympäristön, 6-7 painos. Werner Söderström Oy 2006.
- 2 Insinööritoimisto Paavo Ristola Oy Lahti (toim.) Kärkölän kunta / Koskisen Oy, Koskisen Oy:n jätevesien johtaminen viemäriin. Selvitys.
- 3 RIL 124-1 Vesihuolto I. Suomen rakennusinsinöörien liitto RIL R.Y. Helsinki 2003.
- 4 RIL 124-2 Vesihuolto II. Suomen rakennusinsinöörien liitto RIL R.Y. Helsinki 2004.
- 5 Tutkimustodistukset, Hähkäjärvi. Tutkimuslaboratorio Lahden tiede- ja yrityspuisto Oy
- 6 Tutkimustodistukset, viemärivesi. Tutkimuslaboratorio Lahden tiede- ja yrityspuisto Oy
- 7 Ympäristölupapäätös, Koskisen Oy ja Koskitukki Oy. Hämeen ympäristökeskus.

## **SÄHKÖISET LÄHTEET**

- 8 Koskisen Oy [www-sivut] [viitattu 1.7.2006]. Saatavissa: [www.koskisen.com](http://www.koskisen.com)