



RAPORTTI

Author
Mårten Krogerus
Phone
358 40 5780 432
E-mail
marten.krogerus@afconsult.com
Report ID
6089098E002
Client
Finnpulp Oy

Date
26/05/2016
Project ID
6089098

Finnpulp Oy Selvitys jäteveden tertiääripuhdistuksen vaihtoehtoista





Esipuhe

Finnpulp Oy on pyytänyt ÅF-Consult Oy:lta selvitystä tertiäripuhdistuksen vaihtoehtoista Kuopion biotuotetehtaan jäteveden käsittelyn yhteydessä.

Oheinen raportti esittää lyhyesti eri vaihtoehdot ja niillä saavutettavan puhdistustason sekä vaihtoehtojen hyödyt ja haitat.

Haluamme kiittää Finnpulp Oy hyvästä yhteistyöstä ja toivomme että selvityksen tulokset antavat tukea tuleville päätöksille sopivimman puhdistusprosessin valinnassa.

Espoo, 24.5.2016

Mårten Krogerus

Johtava asiantuntija

Ympäristötekniikka, Metsäteollisuus

Jouni Starck

Vanhempi asiantuntija

Ympäristötekniikka, Metsäteollisuus



RAPORTTI

Sisällysluettelo

1	Johdanto	4
2	Tavoite.....	4
3	Vaihtoehtoiset tertiääripuhdistusprosessit.....	4
3.1	Yleistä	4
3.2	Kemiallinen saostus.....	5
3.3	Jälkisuodatus.....	7
3.4	Kemiallinen hapetus	9
3.5	Finnpulpin tehtaalle soveltuvin tertiääriratkaisu.....	11
4	Kemiallinen saostus	12
4.1	Prosessikonsepti	12
4.2	Mitoitusperusteet	12
4.2.1	Tuleva jätevesikuorma.....	12
4.2.2	Optimaalinen toimintapiste ja saavutettavat reduktiot	13
4.2.3	Jätevesipäästöt kemiallisella saostuksella	13
4.3	Kemikaalit ja kulutukset.....	14
4.4	Lietteen tuotanto, laatu ja hävityskeinot	15
4.5	Hyödyt ja haitat	16
4.6	Kustannukset.....	16
5	Yhteenveto ja loppupäätelmät.....	17



RAPORTTI

1 Johdanto

Finnpulp Oy suunnittelee uutta sellutehdasta Kuopion alueelle. Tehdas tuottaa havupuusta pitkäkuituista havupuumassa myyntiin. Prosessivedet ja kemikaalit kierrätetään ja hyödynnetään hyvin tehokkaasti. Vain pieni osa vesistä, lähinnä valkaisun suodokset lasketaan viemäriin ja edelleen jäteveden puhdistukseen.

Finnpulp Oy:n jätevedenpuhdistusprosessi perustuu tehokkaaseen pitkäilmastus-aktiivilieteprosessiin, jonka avulla saavutetaan erittäin alhaisia päästöarvoja. Jätevesilaitokseen johdetaan myös lähellä sijaitsevan Savon Sellu Oy:n tehtaan jätevedet.

Finnpulp Oy on jättänyt ympäristölupahakemuksensa viranomaisille huhtikuussa 2016. Huhtikuun 28 päivänä päivättyssä täydennyspyynnössä Itä-Suomen Aluehallintavirasto (AVI) on kohdassa 3. pyytänyt Finnulp Oy täydentämään hakemusta mm. seuraavasti:

On selvittävä tertiäripuhdistuksen mahdollisuus. Lisäksi on selvittävä mikä päästötaso tertiäripuhdistuksella on mahdollista saavuttaa ja miten se muutoin vaikuttaa vesistöön johdettavien jätevesien laatuun sekä tertiäripuhdistuksesta aiheutuvat kustannukset. Onko mahdollisesti muuta vaihtoehtoista tekniikkaa, jolla päästötasoja voidaan pienentää?

Tässä selvityksessä on pyritty vastaamaan AVIn esittämiin kysymyksiin ja pyyntöihin.

Selvityksessä on tarkasteltu eri tertiäripuhdistusvaihtoehtoja ja arvioitu niiden puhdistustehokkuutta eri päästöparametrien suhteen sekä arvioitu tekniikoiden muita vaikutuksia ympäristöön ja tehtaan toimintaan.

Tässä selvityksessä arvioidut tertiäripuhdistuksella saavutettavat tulokset ja muu prosessin toiminta perustuvat muilla tehtailla sekä muissa selvityksissä saavutettuihin tuloksiin.

Pöyry on arvioinut erillisessä raportissa tertiäriä käsiteltyjen jätevesien vaikutukset vesistössä.

2 Tavoite

Selvityksen tavoite on arvioida soveltuvin jäteveden tertiäriprosessi erityisesti jäteveden orgaanisen aineen sekä fosforimäärän pienentämiseksi. Tavoitteena on myös laajemmin arvioida tertiäripuhdistuksen seurauksia ja vaikutuksia ympäristöpäästöihin ja tehtaan toimintaedellytyksiin.

3 Vaihtoehtoiset tertiäripuhdistusprosessit

3.1 Yleistä

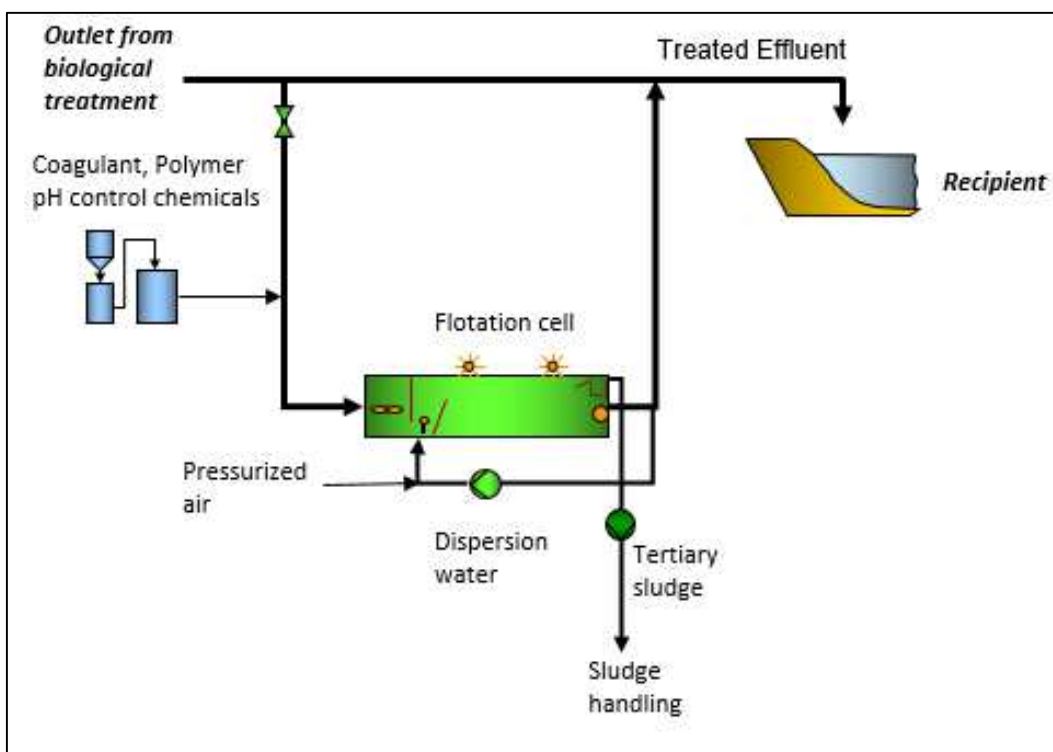
Metsäteollisuuden käytössä olevat tertiäripuhdistusmenetelmät perustuvat maailmanlaajuisesti joko saostukseen, suodatukseseen tai hapetukseen. Tavoitteena on lähes poikkeuksetta biohajoamattoman orgaanisen aineen (COD, väri, AOX), kiintoaineen tai fosforin tehostettu poisto jätevedestä ennen laskemista vesistöön.

Tässä selvityksessä on keskitytty näihin täydessä mittakaavassa käytössä olevien tertiäri vaihtoehtojen arvioimiseen.



3.2 Kemiallinen saostus

Kemiallisella saostuksella jäteveden puhdistuksen tertiäriveriivaiheessa tarkoitetaan prosessia, jossa biologisesti puhdistettuun jäteveeseen lisätään saostuskemikaalia (yleensä Al^{3+} ja Fe^{3+} metalli-ioneja sisältäviä). Nämä yhdisteet muodostavat vedessä kyseisen kationin hydroksidejä, jotka saostuvat vedessä pieniksi hiukkasiksi. Jäteveden epäpuhtaudet, kuten kemiallista hapenkulutusta aiheuttava ligniiniyhdisteet, jäävät helposti hydroksidiverkkorakenteen sisään tai adsorboituvat sen pintaan. Näin metallihydroksidit pystyvät myös sitomaan jäteveden liukoisia orgaanisia yhdisteitä. Samalla metallikationit reagoivat myös suoraan eräiden epäpuhtauksien, kuten esim. fosforin, kanssa. Tällöin muodostuu kiinteitä metallifosfaattihiukkasia.



Kuva 1 Kemiallinen saostus tertiäriveriivaiheena

Tavanomaisia kaupallisia saostuskemikaaleja ovat alumiinisulfaatti (aluna), polyalumiinikloridi(PAC) ja rautakloridi/rautasulfaatti sekä näiden seokset.

Tyypillistä näille kaikille saostuskemikaaleille on minimiannostuksen tarve jäteveden destabiloimiseksi ja saostustapahtuman aikaansaamiseksi. Näin ollen, saostuskemikaalin annostusmäärät voivat usein olla suhteellisen suuria. Tyypillisiä annosmääriä sellutehtaan jätevesiin ovat 500-1500 g saostuskemikaalia/ m^3 jätevettä.

Eri saostuskemikaaleilla on verrattain kapea pH optimi, jossa saavutetaan paras saostusteho. Siirryttäessä pois optimalueesta kemikaalin saostumatta jäävä osuus kasvaa nopeasti, jolloin myös jäteveden jäännösmetallipitoisuus kasvaa. Näin ollen kemialliseen saostusprosessiin kuuluu normaalisti jäteveden pH-säätö. Esimerkiksi saostaessa alumiinisulfaatilla saostuksen pH-optimi on noin 5,5. Tällöin usein tarvitaan vielä happolisäystä pH:n laskemiseksi optimalueelle. Koska puhdistettu jätevesi on hapen, tulee jätevettä vielä neutraloida lipeällä puhdistuksen jälkeen ennen laskemista vesistöön.



RAPORTTI

Kemiallisella saostuksella (Al tai Fe saostuskemikaaleilla) voidaan saavuttaa 40-75% COD reduktio riippuen kemikaaliannostuksen suuruudesta. Koska fosforisaostuksen kemiallinen reaktio on eri, fosforireduktio vaihtelee 50-90% riippuen kemikaaliannostuksen suuruudesta. Myös typpeä on havaittu poistuvan jonkin verran kemiallisella saostuksella. Kemiallisen saostuksen jälkeiset kiintoainemäärät riippuvat saostustapahtuman ja kiintoaineen erotusprosessin tehokkuudesta. Usein saavutetaan 20-30 mg/l kiintoainepitoisuus puhdistetussa vedessä.

Kemiallinen saostusprosessi on kaksiosainen, ensin annostellaan kemikaalit ja flokataan kiintoaine suuremmiksi partikkeleiksi. Seuraavassa vaiheessa erotetaan kiintoaine jätevedestä esim. flotaatioprosessin avulla.

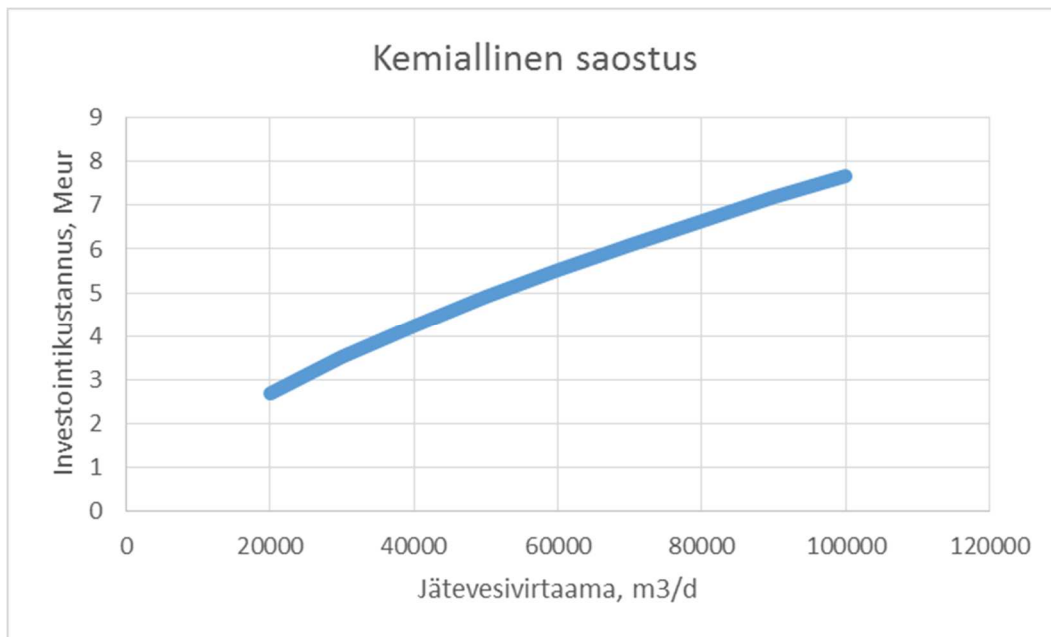
Syntyvä kiintoainemäärä riippuu saostuskemikaalin annosmäärästä. Koska saostuskemikaalin annosmäärä on normaalisti suuri, on myös syntyvä lietemäärä merkittävän suuri. Lisäksi lietteen laatu poikkeaa esim. tavanomaisesta vesilaitoslietteestä huomattavasti siinä, että sen vedenerotusominaisuudet ovat huonot.

Vain muutamilla sellutehtailla maailmassa on käytössä kemiallinen saostus tertiäripuhdistusvaiheessa biologisen puhdistuksen jälkeen. Pohjoismaissa kemiallista saostusta on käytössä Stora Enson Varkauden tehtailla ja Holmenin Iggesundin tehtailla. Lisäksi muutamilla tehtailla Chilessä, Brasiliassa ja Kiinassa on käytössä kemiallinen saostus.

Kemiallisen saostuksen merkittävin ongelma ja haittapuoli on suuri lietteen tuotanto. Kemiallinen liete sisältää kolmasosan orgaanista ainetta, eikä lietettä voida siten sijoittaa kaatopaikalle. Muita potentiaalisia lietteen käsittelyvaihtoehtoja ovat lietteen poltto kuorikattilassa, kompostointi tai käyttö maanparannusaineena.

Kemiallisen lietteen sisältämän alumiinin hyötykäyttöä ja kierrätystä on tutkittu jo pitkään. Eräällä ruotsalaisella tehtaalla on ajettu pilotointia menetelmällä, jossa lietteessä oleva alumiini pyritään kierrättämään. Tuloksista on niukasti tietoa ja siihen liittyyneen vakavia ongelmia johtuen varsin monimutkaisesta prosessista.

Kemiallisen saostuksen investointikustannukset on kuvattu karkeasti kuvassa 3 laitoksen hydraulisen kapasiteetin mukaan.



Kuva 2 Kemiallisen saostuksen investointikustannus

Kemiallisen saostuksen pääasialliset käyttökustannuserät ovat:

- kemikaalit
- lietteen hävitys
- kunnossapito
- mahdollinen jäteveden pumppaus (riippuu hydraulisesta profiilista)
- lietteen pumppaus.

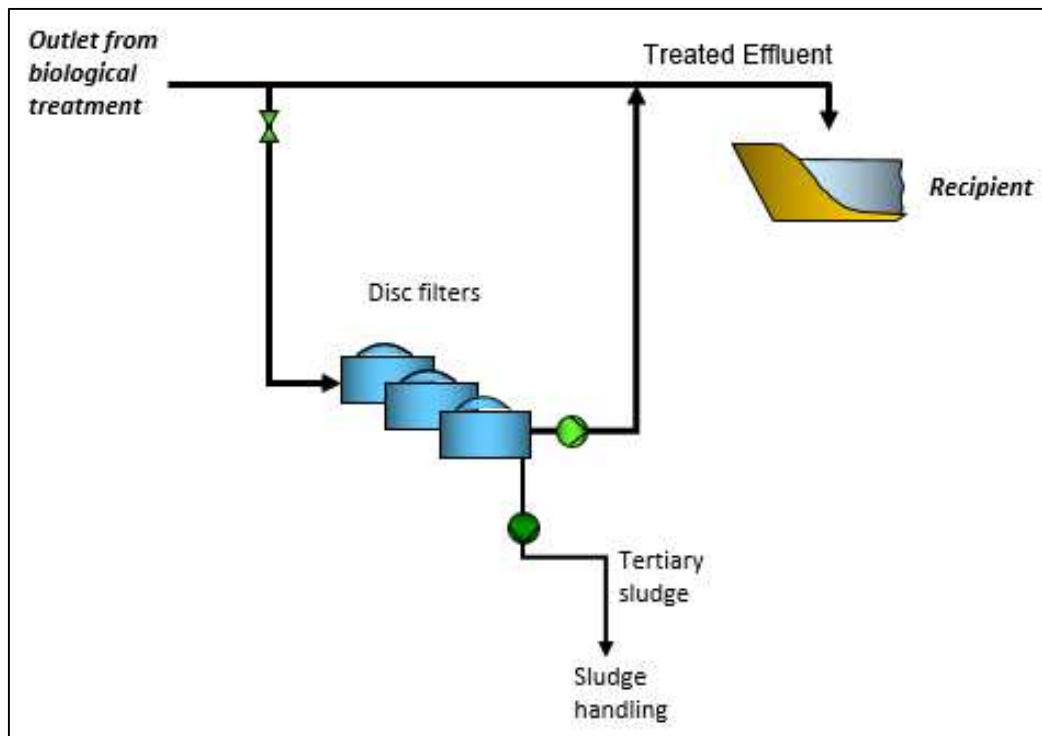
3.3 Jälkisuodatus

Jälkisuodatus on menetelmä, millä pystytään vähentämään vähäisiä kiintoainemääriä edelleen. Näin kiintoainekuorma vesistöön pienenee. Samalla kiintoaineeseen sitoutuneet epäpuhtaudet, orgaaninen aines ja ravinteet, poistuvat kiintoaineen mukana. Liuenneet yhdisteet eivät juuri poistu suodatuksen tuloksena.

Jälkisuodatusta voidaan toteuttaa joko kiekkosuotimilla tai hiekkasuotimilla.

Suodatus hiekkasuotimilla on perinteinen, mutta tilaa vaativa, suodatusmenetelmä. Suodatus kiekkosuotimilla on viime aikoina noussut suhteellisen suosituksi menetelmäksi.

Kiekkosuodattamalla voidaan vähentämään kiintoainepitoisuutta tasolta 20-30 mg/l tasolle 5-10 mg/l. Vastaava COD reduktio on n. 5 % ja fosforireduktio n. 30 %.



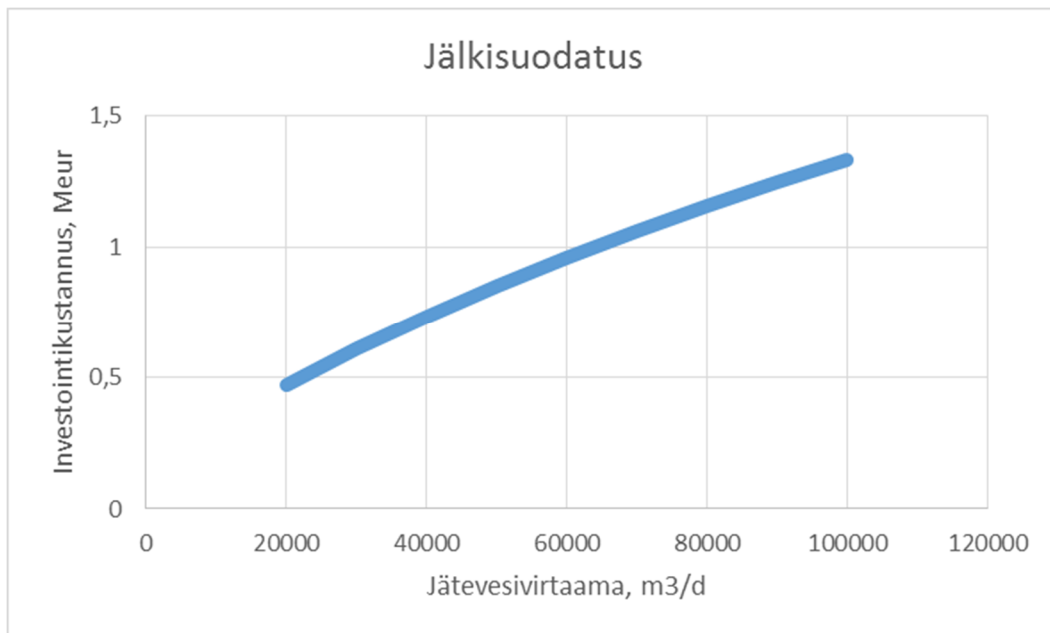
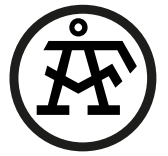
Kuva 3 Jälkisuodatus kiekkosuotimilla

Metsäteollisuudessa on käytössä muutamia jätevesilaitoksia, joissa on kiekkosuodatus jälkipuhdistuksena. Södran Mörrumin sulfaattisellutehdas asensi viime vuonna tehokkaat kiekkosuotimet. Södran Värön tehtaalla otetaan pian käyttöön kiekkosuotimet viimeisenä vaiheena. Myös UPM:n Changshun paperitehtaalla on jälkisuodatus tertiäärivaiheessa.

Araucón Valdivian ja Nueva Aldean sellutehtaisiin Chilessä, on asennettu kiekkosuotimet viimeisenä vaiheena.

Jälkisuodatus hiekkasuotimilla on tavallisempaa erityisesti paperitehtailla ja tilanteissa, joissa puhdistettu jätevesi halutaan kierrättää takaisin prosessiin.

Jälkisuodatuksen investointikustannukset on kuvattu karkeasti kuvassa 3 laitoksen hydraulisen kapasiteetin mukaan.



Kuva 4 Jälkisuodatuksen investointikustannus

Jälkisuodatuksen pääasialliset käyttökustannuserät ovat

- kunnossapito
- mahdollinen jäteveden pumppaus (riippuu hydraulisesta profiilista)
- lietteen pumppaus.

3.4 Kemiallinen hapetus

Kemiallisen hapetuksen tavoitteena on hapettaa ja hajottaa suurmolekyyliset biologisesti vaikeasti hajoavat yhdisteet (COD) vedessä.

Kemialliseen hapetukseen voidaan käyttää otsonia. Otsoni on tehokas hapetin, jolla pystytään hapettamaan (poistamaan) yli 50 % jäteveden COD:sta. Otsonikäsittely ei vaikuta fosfori- tai typpipitoisuuksiin.

Otsonikäsittelyä seuraa tavallisesti pieni aerobinen puhdistusvaihe (biosuodin), sillä otsonoinnin vaikutuksesta osa hajonneesta COD:sta muodostaa uutta BOD:ta, jota on poistettava ennen laskemista vesistöön.

Otsonia tuotetaan otsonireaktorissa puhtaasta hapesta sähkövirran avulla. Tuotannossa vain noin 10-13 % hapesta muodostaa otsonia, joten jäännöskaasu sisältää edelleen jopa 80 % happea. Tämä kaasu voidaan käyttää hyväksi aerobisessa puhdistusvaiheessa.

Otsonikäsittelyn hyötypuolena on etenkin lietteen muodostuksen vähäisyys. Otsoni hapettaa orgaanisen aineen, eikä lietettä muodostu tässä vaiheessa.

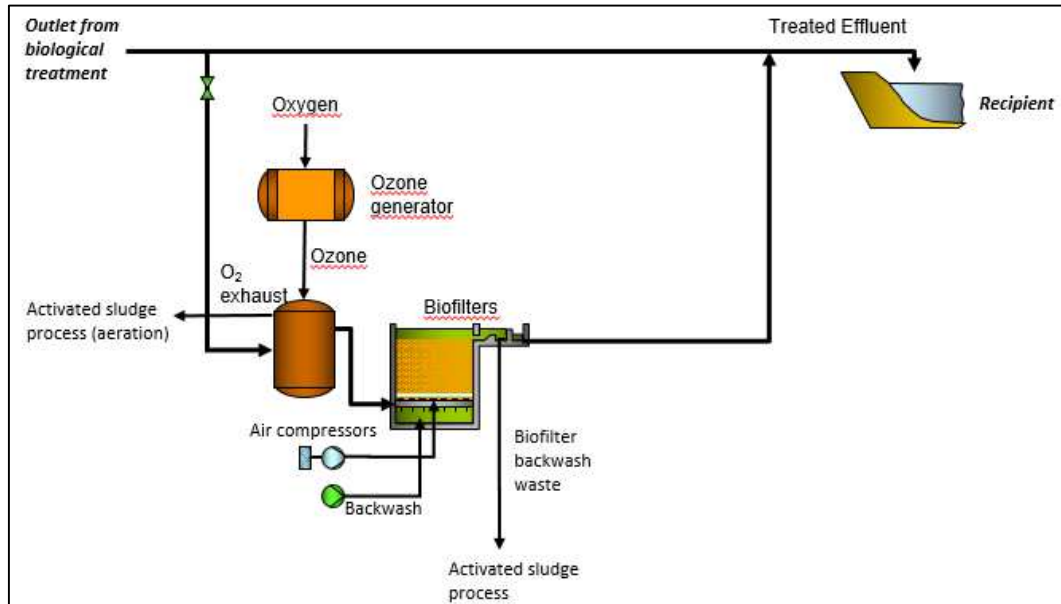
Otsonikäsittelyn haittapuolena on otsonituotannon (sähkönkulutuksen) kustannus sekä olematon vaikutus ravinneaineisiin.



RAPORTTI

Maailmassa on muutama paperi- ja sellutehdas, joka käyttää kemiallista hapetusta viimeisenä vaiheena biologisen puhdistuksen jälkeen. Otsonia on käytössä muutamalla Keski-Euroopan paperitehtailla, Laakirchen, Lang Papir Ettringen ja Plattling.

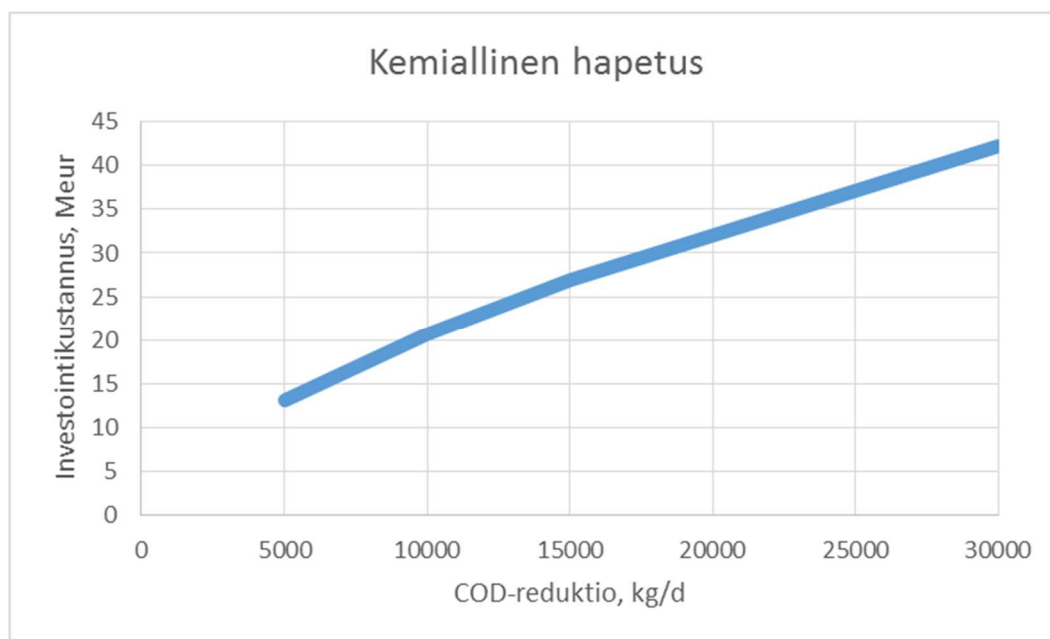
Aasiassa muutamilla sellutehtailla on käytössä n.k. Fentonin hapetusprosessi, jossa vetyperoksidilla hapetetaan ferrosulfaatin avulla orgaanisia yhdisteitä.



Kuva 5 Otsoni- ja biosuodinkäsittely

Otsonin poistotehokkuus on suoraan verrannollinen annostusmäärään. Suurilla annostuksilla tehokkuus kuitenkin vähitellen taittuu.

Kemiallisen hapetuksen investointikustannus otsonoimalla on arvioitu alla olevassa kuvassa annostuksen (kapasiteetin) suhteessa. Kustannuksessa ei ole mukana hapentuoton kustannus.



Kuva 6 Kemiallisen hapetuksen investointikustannus

Kemiallisen hapetuksen pääasialliset käyttökustannuserät ovat

- otsonin tuotanto hapestasta
- kunnossapito
- mahdollinen jäteveden pumppaus (riippuu hydraulisesta profiilista).

3.5 Finnulpin tehtaalle soveltuvin tertiäjäratkaisu

Yllä mainitut tertiäjäripuhdistusvaihtoehdot perustuvat eri toimintaperiaatteisiin epäpuhtauksien poistamisessa jätevedestä. Alla olevaan taulukkoon on koottu näiden kolmen menetelmän erityispiirteet.

	Kemiallinen saostus	Jälkisuodatus	Kemiallinen hapetus
COD:n poistotehokkuus	++	(+)	++
Fosforin poistotehokkuus	+++	(+)	(+)
Investointikustannus	--	-	--
Käyttökustannus	-- (-) ¹⁾	-	--

1) Käyttökustannus riippuu lietteen hyvityskustannuksesta

Finnulpin tehtaan kriittisimmät päästöparametrit ovat fosfori ja COD. Kolmesta tarkastelun kohteena olleista menetelmistä, kemiallinen saostus osoittautui tehokkaimmaksi tertiäjäripuhdistusmenetelmäksi fosforin ja COD suhteen. Samalla on kuitenkin huomioitava, että kemialliseen saostukseen liittyy huomattavia epäsuoria ongelmia, ja kustannuksia lietteen hävityksen muodossa.



RAPORTTI

4 Kemiallinen saostus

4.1 Prosessikonsepti

Prosessikonsepti käsittää biologisesti puhdistetun jäteveden käsittelyn tertiäriverihevaiheessa kemiallisella saostusprosessilla. Prosessiin kuuluvat seuraavat osaprosessit:

- Saostuskemikaalin ja pH:n säätökemikaalin annostus
- Pikasekoitus
- Jäteveden flokkaus
- Flotaatioallas lietteen kaapimilla
- Dispersioveden valmistus
- Flotaatiolietteen säiliö ja pumppaus
- Lietteen vedenerotus
- Kemikaalien varastot ja annostuslaitteet

Kemiallinen saostusprosessi rakennetaan kahdessa linjassa biologisen puhdistamon yhteyteen. Linjojen kapasiteetti on 2 x 50 % jätevesimäärästä. Näin voidaan ajaa tertiäriprosessin läpi 20 %...100 % jätevesimäärästä ja silti saavuttaa hyvä lopputulos.

Tässä selvityksessä tarkastellaan kahta tertiäriprosessin käyttöastetta, 50 % ja 100 %.

Tarkasteltava prosessi ei sisällä ratkaisua lietteen hävittämiseen. Lietteen mahdolliset hävityskäytännöt on esitetty kohdassa 4.4.

4.2 Mitoitusperusteet

4.2.1 Tuleva jätevesikuorma

Tertiäriverihevaiheeseen tuleva jätevesikuorma on kuvattu alla olevassa taulukossa. Laitoksen mitoitus suunnitellaan siten, että n. 20 % vuosikeskiarvoja suuremmat vuorokausimäärät vielä voidaan käsitellä.

Taulukko 1 Tertiäriverihevaiheeseen tuleva (biologisesti puhdistettu) jätevesikuorma vuosikeskiarvona

Päästöparametri		Biologisen puhdistuksen jälkeen
Virtaama	m ³ /d	66 000
COD	t/d	35
BOD	t/d	1,6
AOX	t/d	0,5
Kok-P	kg/d	43
Kok-N	kg/d	1700
Sulfaatti	t/d	54

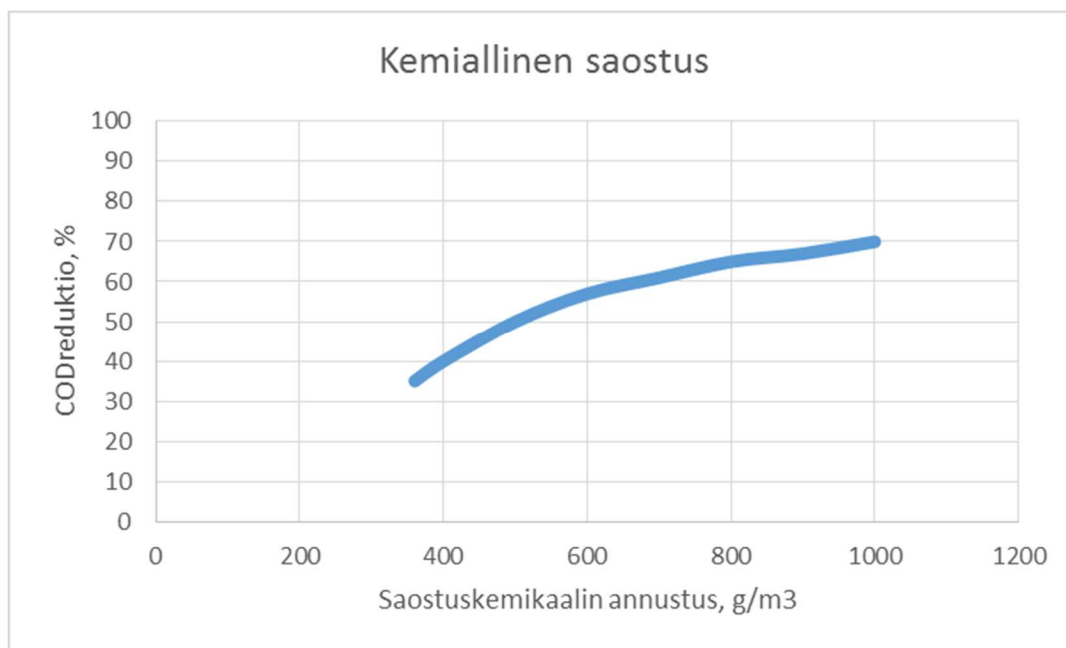
Päästöparametrit ovat korkeammat kuin ympäristölupahakemuksessa esitetyt luvut. Tämä johtuu varovaisuusperiaatteesta, koska yksityiskohtaisia teknisiä neuvotteluja ei ole käyty prosessilaitetoimittajien kanssa. On mahdollista, että nyt lupahakemuksessa esitettyjen päästöparametrien saavuttamiseksi, on investoitava jälkisuodatuslaitokseen sen varmistamiseksi, että esitetyt lupa-arvot saavutetaan kaikissa olosuhteissa.



RAPORTTI

4.2.2 Optimaalinen toimintapiste ja saavutettavat reduktiot

Kemiallisen saostuksen erityispiirteisiin kuuluu, että saostusprosessi toimii kunnolla vasta, kun riittävä saostuskemikaalipitoisuus on saavutettu jätevedessä. Tämä annostustaso on siten minimitaso. Tästä tasosta reduktiotaso nousee edelleen annostuksen kasvaessa lähestyen maksimireduktiotasoa, jonka jälkeen reduktio ei enää nouse huolimatta lisääntyneestä annostuksesta. (kuva 7)



Kuva 7 COD:n reduktio kemikaaliannostuksen funktiona

Paras tehokkuus saavutetaan tilanteessa, jossa eniten COD:ta poistuu annostettua saostuskemikaalikiloa kohti. Tämä mitoituspiste on COD:n osalta noin 50 reduktio%:n kohdalla.

Saostusprosessi suunnitellaan siten, että ajetaan lähes vakioannostuksella vesimäärän suhteen. Näin voidaan jatkuvasti ylläpitää mahdollisimman vakaat olosuhteet ja paras puhdistusteho. Osa biologisesti puhdistetusta jätevedestä ohjataan tertiäriveriä läpi ja osa ohitetaan.

4.2.3 Jätevesipäästöt kemiallisella saostuksella

Alla olevassa taulukossa on esitetty arvioidut jätevesipäästöt vuosikeskiarvoina, jos 50 % tai 100 % jätevedestä puhdistetaan kemiallisella saostuksella.

Taulukko 2 Jätevesipäästöt vuosikeskiarvoina kun 50 % tai 100 % jätevedestä puhdistetaan kemiallisella saostuksella.

Päästöparametri		Osuus jätevedestä tertiäripuhdistuksen läpi	
		50 %	100 %
Virtaama	m ³ /d	66 000	66 000
TSS	t/d	1,4	1,3
COD	t/d	26	19,5



RAPORTTI

BOD	t/d	1,4	1,2
AOX	t/d	0,4	0,3
Kok-P	kg/d	27	13
Kok-N	kg/d	1500	1300
Sulfaatti	t/d	65	77

4.3 Kemikaalit ja kulutukset

Saostuskemikaalina käytetään tässä selvityksessä kiinteätä alumiinisulfaattia ($\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \times 14\text{H}_2\text{O}$) jota pidetään tehokkaana ja hyvänä. Vaihtoehtoina ovat polyalumiinikloridi (PAC), AVR (alumiinisulfaatti, jossa Fe epäpuhtauksina) sekä rautasuolat $\text{FeCl}_3/\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$. Monissa laboratorioskokeissa muilla sellutehtailla alumiinisulfaatti on ollut tehokkain saostuskemikaali COD:n suhteen. PAC ja AVR ovat olleet lähes samanarvoisia. Rautasuolojen teho on ollut alhaisempi. Paras ja edullisin kemikaalivaihtoehto tulisi yleensä aina verifioida laboratorioskokein vastaavalla jätevedellä.

On huomioitava, että kiinteässä alumiinisulfaatissa aktiivisen ainesosan, alumiinin, osuus on vain noin 8-10 %.

Saostusprosessi vaatii mahdollisesti myös happoa pH:n säätöön ja lipeää pH:n loppuneutraloimiseen. Tarvittava määrä riippuu jäteveden puskuri-omaisuuksista.

Taulukko 3 Tertiäriveriheen reduktiotavoitteet ja annostukset

		Keskimäärin	Mitoitus
COD:n reduktiotavoite	%	45	50
Fosforin reduktiotavoite	%	70	80
Alumiinisulfaatin annostus	g ALS/m ³	650	1000
Rikkihapon tarve	g H ₂ SO ₄ /m ³	50	100
Lipeän tarve	g NaOH/m ³	100	150
Polymeerin tarve	g/m ³	2	2

Taulukko 4 Kemikaalikulutukset vuosikeskiarvoina kun 50% tai 100% jätevedestä puhdistetaan kemiallisella saostuksella.

		Osuus jätevedestä tertiäripuhdistuksen läpi	
		50 %	100 %
Alumiinisulfaatin kulutus	t ALS/d	21	42
Rikkihapon kulutus (100%)	t H ₂ SO ₄ /d	1,6	3,3
Lipeän kulutus (100%)	t NaOH/d	3,3	6,7
Polymeerin kulutus	kg/d	70	130



RAPORTTI

Lisäksi prosessi tarvitsee tuorevettä polymeerin liuottamiseen ja laimentamiseen sekä dispersioveden valmistukseen (etenkin käynnistäessä).

Sähköenergiaa kuluu lähinnä dispersioveden pumppaukseen (n. 30 % jätevesimäärästä 5-6 bar:in paine)

4.4 Lietteen tuotanto, laatu ja hävityskeinot

Kemiallinen saostusprosessi tuottaa kemiallisen lietteen, joka koostuu saostuneista kemikaaleista ja epäpuhtauksista (lähinnä COD). Lietteen tuotanto on siten suhteessa kemikaaliannostukseen ja COD reduktioon. Arvioidut kemiallisen lietteen määrät on kuvattu taulukossa alla.

Liete erotetaan jätevedestä flotaatioprosessilla. Flotaatilietteen kuiva-ainepitoisuus on n. 2-4 %KA ja orgaanisen aineen osuus siitä n. 30 %.

Tyypillisen kemiallisen lietteen vedenerotusominaisuudet ovat huonot. Lieite kestää huonosti puristusta, jolloin vedenerotus lingolla on monesti soveltuvin keino. Tällöin sakeus jää tasolle 15 %KA.

Mikäli lietteeseen voidaan sekoittaa muita lietteitä, kuten kuitulietettä, niin sekalietteen vedenerotus puristimilla on mahdollista ja korkeampia sakeuksia voidaan saavuttaa.

Taulukko 5 Kemiallisen lietteen määrät vuosikeskiarvoina kun 50 % tai 100 % jätevedestä puhdistetaan kemiallisella saostuksella.

		Osuus jätevedestä tertiääripuhdistuksen läpi	
		50 %	100 %
Kemiallisen lietteen tuotanto (kuiva-aineena)	t KA/d	12,5	25
Kemiallisen lietteen tuotanto (märkää lietettä)	t /d	85	170
Kemiallisen lietteen kuiva-aine lingon jälkeen	%KA	15	15

Lietteen hävitys on Finnulp Oy:n tapauksessa suurin huolenaihe.

Vedenerotuksen jälkeen kemiallinen liete sisältää vielä 85 % vettä.

Lietteen poltto kuorikattilassa ei liene mahdollista, koska lietteen osuus polttoaineesta nousee liian korkealle, etenkin jos koko jätevesimäärä käsitellään kemiallisella saostuksella. Kemiallisen lietteen sekoittamista kuoren joukkoon ei pidetä myöskään mahdollisena, jos kuoresta valmistetaan pellettejä. Lietteen sekoittaminen kuoren joukkoon huonontaa pellettien poltto-ominaisuuksia ja lisää päästöjä.

Myöskään lietteen loppusijoitus kaatopaikalle ei tule kysymykseen korkean orgaanisen aineen osuuden takia.

Kemiallisen lietteen mädätystä yksin tai yhdessä muiden lietteiden kanssa ei pidetä soveltuvana tekniikkana alhaisen orgaanisen osuuden ja huonon biohajoavuutensa takia. Kemiallista lietettä ei mädätetä täysmittakaavassa tietävästi missään maailmassa.



RAPORTTI

Ruotsissa selvityksen alla oleva kemiallisen lietteen hajottaminen ja metallin uudelleenkäyttö ei ole vielä valmista tekniikka ja siihen liittyvät ongelmat eivät täysin ole ratkaistu. Prosessi ei ole kaupallinen.

Näin ollen lietteen lopullinen käsittely/hävitys jää tässä selvityksessä ratkaisematta.

4.5 Hyödyt ja haitat

Kemiallisen saostuksen käyttöön tertiääripuhdistuksena liittyy sekä hyöty- että haittanäkökohtia.

Kemiallisen saostuksen selviä hyötyjä ovat COD-, AOX- ja fosforipäästöjen pienentyminen.

Kemiallisen saostukseen liittyy kuitenkin useita haittapuolia, joista osa on vaikeasti määriteltävissä ennen kuin lietteen lopullinen hävittämismenetelmä on päätetty.

Merkittävimmät haittapuolet ovat:

1. Kuljetukset (kemikaalit, liete ja tuhka) lisääntyvät maanteilla ja tehdasalueella.
2. Jätevesien suolapäästöt kasvavat. Suurin osa lisätystä kemikaalimäärästä ei sitoudu lietteeseen, vaan siirtyy jätevesien mukana vesistöön.
3. Jätevesien alumiini- tai rautapitoisuudet nousevat nykyisestä, etenkin tilanteissa jossa tertiääriprosessissa esiintyy häiriöitä
4. Lietteiden hävittämiseen ei ole olemassa hyviä ratkaisuja. Paras hävittämiskeino on lietteen poltto leijupetikattilassa muun kuivan biomassan kanssa. Lietteiden poltto kuitenkin aiheuttaa lisäpäästöjä ilmaan (NO_x , SO_2 ja CO_2) ja lisää tuhkamääriä kaatopaikalle.

4.6 Kustannukset

Kemiallisen saostuksen investointi- ja käyttökustannukset on karkeasti arvioitu alla olevassa taulukossa. Investoinnin kustannus perustuu prosessilaajuuteen, joka on kuvattu kohdassa 4.1.

On huomioitava, että kustannusarvioon ei ole sisällytetty lietteen loppusijoituksen kustannuksia (investointi tai käyttökustannukset). Lietteiden loppusijoituksen tai hävityksen kustannukset saattavat kuitenkin olla suuremmat kuin varsinaisen tertiääriarvaimen investointi- ja käyttökustannukset.

Taulukko 6 Kemiallisen saostuksen investointikustannus ja käyttökustannukset.

		Osuus jätevedestä tertiääripuhdistuksen läpi	
		50 %	100 %
Investointikustannus ¹⁾	MEur	3 - 4	5 - 7
Käyttökustannus			
- Energia	kEur/a	60	120
- Kemikaalikustannus	kEur/a	1 500	2 900
- Henkilöstö	kEur/a	60	60
- Ylläpito	kEur/a	80	100
Käyttökustannus, yhteensä ¹⁾	kEur/a	1 700	3 180

1) Ei sisällä lietteiden hävityskustannuksia



RAPORTTI

Lietteen hävityskustannukset polttamalla tuhkan käsittelyineen arvioidaan 100 % vaihtoehdon kohdalla olevan n. 1,5 MEur/a käyttökustannusten osalta. Näin ollen arvioimme, että lietteen polttaminen lisää käyttökustannuksia noin 50 %.

Tarkempi arvio edellyttää yksityiskohtaista teknistä konseptianalyysiä.

5 Yhteenveto ja loppupäätelmät

Kuopion biotuotetehtaan kriittisimmät päästöparametrit ovat fosfori ja COD. Kolmesta tarkastelun kohteena olleista tertiäripuhdistusmenetelmistä, kemiallinen saostus osoittautuu tehokkaimmaksi tertiäripuhdistusmenetelmäksi näiden päästöparametrien suhteen.

Muilla tertiäriverivaihtoehdoilla ei saavuteta yhtä tehokasta fosforinpoistoa.

Saostuskemikaaleilla voidaan poistaa noin 45 % COD:ta ja 70 % fosforia biologisesti puhdistetusta vedestä.

Kemiallinen saostus on kuitenkin ongelmallinen puhdistusprosessi sellutehtaille korkean lietetuotannon takia. Lietteen hävitys ympäristöystävällisellä ja kestäväällä keinolla kuuluu tertiäripuhdistuksen kokonaisuuteen.

Tänä päivänä ei ole olemassa vakiintunutta ratkaisua lietteen hävitykseen. Soveltuvien keinojen lienee poltto kuorikattilassa muun biomassan kanssa, jos kuorikattilainvestointi on taloudellisesti järkevä vaihtoehto.

Kemiallinen saostus on myös ongelmallinen ympäristövaikutusmielessä. Suurin osa lisätystä kemikaalimäärästä ei sitoudu lietteeseen, vaan siirtyy jätevesien mukana vesistöön. Näin ollen kemiallinen saostus lisää suolakuormaa vesistöön huomattavasti. Myös alumiini- tai rautapitoisuudet sekä muut mahdolliset kemikaalien sisältämät epäpuhtaudet jätevedessä kasvavat.

Ympäristövaikutuksiin tulee myös laskea lisääntyneet ilmapäästöt (NO_x, SO₂, CO₂) mahdollisen lietteen polton ja liikenteen yhteydessä sekä tuhkamäärät kaatopaikalle.