

# **BCTMP massan uuteinehallinta eräillä paperikoneilla**

Niko Salminen

Opinnäytetyö  
Kesäkuu 2014  
Paperi-, tekstiili- ja kemian-  
tekniikka  
International Pulp and Paper  
Technology

## TIIVISTELMÄ

Tampereen ammattikorkeakoulu  
Paperi- tekstiili- ja kemianteekniikka  
International Pulp and Paper Technology

NIKO SALMINEN:

BCTMP massan uuteainehallinta eräillä paperikoneilla

Opinnäytetyö 62 sivua, joista liitteitä 0 sivua  
Kesäkuu 2014

---

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli tehdä soveltava tutkimus BCTMP massan uuteaineiden hallinnasta Kemiran kemikaaleilla. Tutkimuksessa tutkittiin keinoja ja menetelmiä uuteaineiden hallintaan. Tutkimuksen tuloksia on mahdollista käyttää Kemiran myyntityössä.

Kirjallisuusosassa tarkasteltiin yleisesti BCTMP massaa ja sen käyttöä. Lisäksi tarkasteltiin yleisesti uuteaineiden koostumuksia ja niiden vaikutuksia paperin valmistusprosessissa. Lisäksi syvennyttiin saostumiin, niiden syntyyn ja ehkäisyyn. Dispergoinnin, adsorboinnin ja kationisten kiinnitysaineiden eli fiksatiivien toimintaan perehdyttiin myös saostumien hallinnassa.

Kokeellisessa osassa tutkittiin Kemiran kemikaalien toimivuutta uuteaineiden hallinnassa. Tutkimuksessa oli mukana kaksi erilaista paperikonetta. Tutkimuskertoja oli kolme kappaletta ja molemmille paperikoneille etsittiin parhaiten toimivaa kemikaalia uuteaineiden hallinnassa. Tutkimukset toteutettiin Kemira Oyj:n tutkimuskeskuksessa Espoossa.

Työssä tutkittavat ominaisuudet olivat sameus, varaustila, Kemira Flyto<sup>TM</sup> sekä uuteaineanalyysi. Tutkimuksessa mukana olleita Kemiran kemikaaleja testattiin molemmille paperikoneille erilaisilla annosmäärillä ja tulokset koottiin sekä analysoitiin. Tutkimukset osoittivat, että molemmille koneille parhaiten tuloksia saivat aikaan kationiset retentiopolymeerit.

Tutkimuksissa eniten sameudessa laskua saatiin Paperikone A:lle kemikaalilla Fennopol K 7426P. Parhaimmillaan laskua Fennopol K 7426P aiheutti paperikone A:lle 72 % annosmäärällä 1000g/t. Myös muut retentiopolymeerit (FS E-128, FP 3400P & FP 7626P) toimivat paperikone A:lla hyvin. Paperikone B:lle eniten laskua aiheutti myös Fennopol K 7426P saaden 63 %:n laskun suodoksen sameuteen. Myös paperikone B:llä Fennosil E-128 toimi hyvin.

Työ saavutti sille asetetut tavoitteet ja tutkimustuloksia voidaan käyttää hyväkseen Kemiran myyntityössä.

---

Asiasanat: BCTMP, uuteaine, dispergointi, adsorbointi, sameus, fiksatiivi

## ABSTRACT

Tampereen ammattikorkeakoulu  
Tampere University of Applied Sciences  
Degree Programme in Paper, Textile and Chemical Engineering  
Option of International Pulp and Paper Technology

NIKO SALMINEN:  
Managing BCTMP Extractives in Paper Machines

Bachelor's thesis 62 pages, appendices 0 pages  
June 2014

---

The target of this thesis was to study BCTMP pulp and how to manage the pulps extractives with Kemira's chemicals. The study explored the means and methods of managing the extractives. The results are possible to use in Kemira's sales work.

In the beginning of theory part the BCTMP pulp was studied in general. The theory part studied also the composition of extractives in general and the impact of extractives in paper making process. The derivation and prevention of precipitates was also studied closely. Dispersion, adsorption and cationic fixing agents were also orientated in the case of managing precipitates.

The experimental part of this thesis included the study of efficiency of Kemira's chemicals in the case of managing extractives. The study included two different types of paper machines. There were three times of studies and the studies included the research of the most effective chemical in the case of managing extractives. The studies were conducted at the Kemira Oyj's research center in Espoo.

The features to study in this thesis were turbidity, charge, Kemira Flyto<sup>TM</sup> and the analysis of the extractives. The included Kemira's chemicals were tested on both paper machines with different dose amounts. The results were gathered and analyzed. The studies showed that the best results for the both paper machines caused cationic retention polymers.

The largest decrease in turbidity to the Paper Machine A was obtained with Fennopol K 7426P. A dosage of 1000g/t gave a 72% decrease in turbidity. Also Fennopol K 3400P & Fennopol K 7626P worked well with paper machine A. In the case of Paper Machine B the largest decrease in turbidity was obtained also with Fennopol K 7426P. A dosage of 1000g/t gave a 63% decrease in turbidity. Also Fennosil E-128 gave good results with paper machine B.

The thesis work achieved its objectives and research results can be used in Kemira's sales work.

---

Key words: BCTMP, extractive, dispersion, adsorption, turbidity, fixing agent

## SISÄLLYS

1	JOHDANTO .....	6
2	BCTMP .....	7
2.1	BCTMP massan puuraaka-aineet.....	8
2.2	BCTMP massan käyttö.....	8
3	UUTEAINEET.....	9
3.1	Uuteaineiden sijainti.....	9
3.2	Uuteaineiden koostumus .....	10
3.2.1	Terpeenit, terpenoidit ja sterolit .....	11
3.2.2	Hartsihapot .....	12
3.2.3	Rasvat, vahat ja niiden komponentit.....	13
3.2.4	Fenoliset yhdisteet .....	14
3.3	Uuteaineet paperinvalmistusprosessissa.....	15
3.4	Vaikutukset paperin ominaisuuksiin .....	15
4	SAOSTUMAT .....	16
4.1	Saostumien synty .....	16
4.2	Saostumatyyppit.....	17
4.3	Saostumien ehkäisy.....	18
5	SAOSTUMIEN HALLINTA.....	19
5.1	Adsorbointi.....	19
5.2	Dispergointi .....	19
5.3	Kationiset kiinnitysaineet eli fiksaatiivit.....	20
6	KOKEELLINEN OSA .....	21
6.1	Mitatut kemialliset suureet .....	21
6.1.1	Sameus .....	21
6.1.2	Varaustila .....	21
6.1.3	Kemira Flyto™ .....	22
6.1.4	Uuteaineanalyysi .....	22
6.2	Käytetyt kemikaalit .....	22
7	LABORATORIOTUTKIMUS 1 .....	24
7.1	Paperikone A, tutkimus 1 .....	25
7.2	Paperikone B, tutkimus 1 .....	31
8	LABORATORIOTUTKIMUS 2 .....	37
8.1	Paperikone A, tutkimus 2 .....	39
8.2	Paperikone B, tutkimus 2 .....	45
9	LABORATORIOTUTKIMUS 3 .....	51
9.1	Paperikone A, tutkimus 3 .....	52

10 YHTEENVETO .....	59
LÄHTEET .....	62

## 1 JOHDANTO

Taloudellisista syistä BCTMP massaa käytetään laajemmin ja sellujaetta on alettu korvaamaan BCTMP massalla. Tämän opinnäytetyön tarkoituksena on tutkia keinoja ja menetelmiä BCTMP massan uuteaineiden hallinnassa Kemiran kemikaaleilla. Työssä perehdytään erilaisten uuteaineiden koostumuksiin, miten ne käyttäytyvät paperin valmistusprosessissa ja miten niitä voidaan hallita.

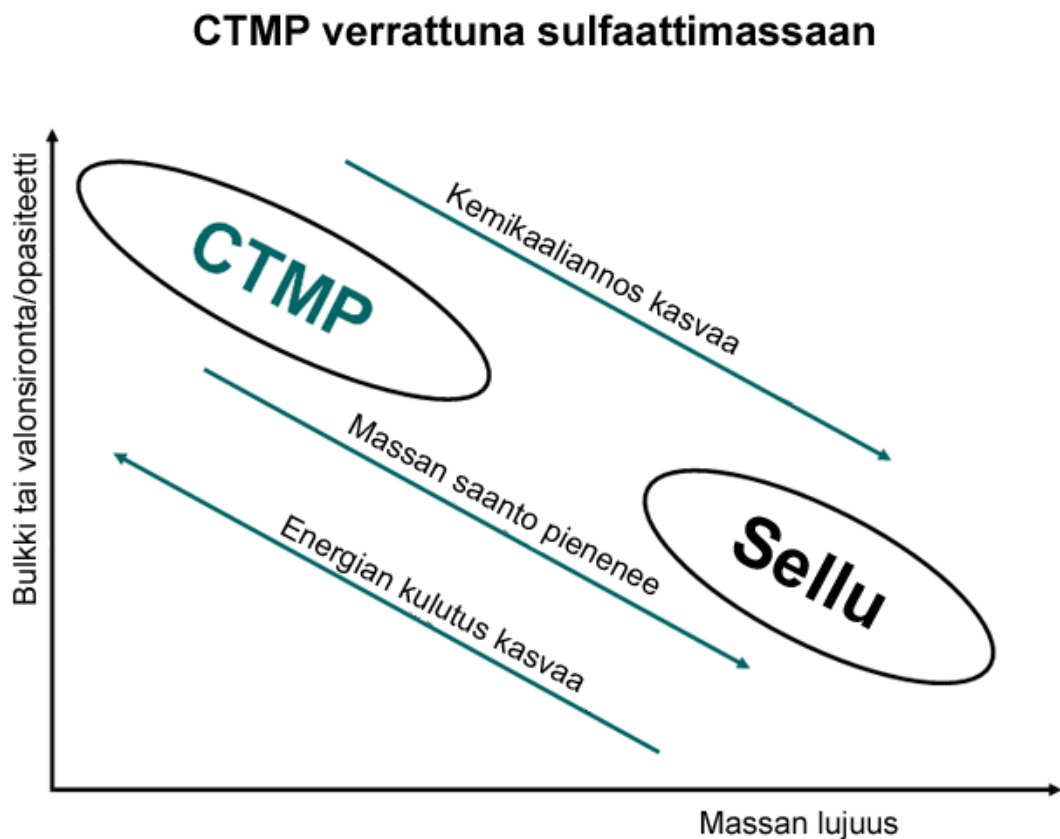
Tutkimuksessa on mukana kaksi erilaista paperikonetta, joiden BCTMP massojen uuteainehallintaan pyritään löytämään parhaiten toimiva Kemiran kemikaali. Tutkimukset toteutetaan Kemiran Oyj tutkimuskeskuksessa Espoossa.

Työn alussa esitetään teoriaa BCTMP massasta, jonka jälkeen keskitytään erikseen uuteaineiden koostumuksiin ja siihen mitä vaikutuksia uuteaineilla on paperin valmistusprosessissa. Työn teoriaosuudessa kerrotaan lopuksi yleisesti saostumista, miten ne syntyvät ja miten niitä voidaan ehkäistä. Työn kokeellisessa osassa perehdytään tutkimuksessa mukana oleviin ominaisuuksiin, Kemiran kemikaaleihin sekä tutkimustuloksiin ja niiden analysointiin.

Tutkimuskertoja on kolme kappaletta ja tutkimukset tehdään erikseen kahdelle paperikonelle. Työn lopussa on yhteenvetona tutkimuksen tulokset ja parhaiten toimivat kemikaalit eriteltyinä. Tutkimuksen tuloksia voidaan käyttää hyväkseen Kemiran myyntityössä.

## 2 BCTMP

BCTMP (Bleached Chemi-Thermomechanical Pulp) tarkoittaa valkaistua kemikuuma-hierrettä, joka sijoittuu massaominaisuuksiltaan sellujen ja mekaanisten massojen väliin. Kemihierreprosessi on muunnos TMP- (Thermo Mechanical Pulp) prosessista, missä hake lämmitetään ennen hiertoa. Kemikuumahierteen valmistuksessa hake käsitellään kemikaaleilla sen pehmentämiseksi ennen jauhatusta. Kemikaalikäsittely parantaa jauhatusta ja massan valmistuksessa saavutetaan alempi tikkuisuus vähemmällä jauhatuksella. Kemikaaleina käytetään natriumsulfiittia,  $\text{Na}_2\text{SO}_3$  ja lipeää,  $\text{NaOH}$ . Joskus prosessissa käytetään myös vetyperoksidia,  $\text{H}_2\text{O}_2$ . Kemikaalikäsittelyn voimakkuus riippuu millaista tavoitteellista ominaisuutta massalle halutaan. (Seppälä 2001 57–59, Knowpap 15.0 2013)



KUVIO 1. CTMP verrattuna sulfaattimassaan. (Knowpap 15.0 2013)

## 2.1 BCTMP massan puuraaka-aineet

Kemikuumahierrettä voidaan valmistaa sekä havu- että lehtipuusta. Pohjoismaissa BCTMP:n tyypillisimmät puuraaka-ainelajit ovat kuusi ja haapa. Verrattuna mekaanisen massan valmistukseen, havupuista valmistetun BCTMP:n prosessi kehitettiin valmistaakseen massaa parannelluilla ominaisuuksilla, kuten puhtaus, imukyky ja lujuusominaisuudet. Kemikuumahierteen raaka-aineena käytetään myös eukalyptusta, vaahteraa ja poppelia. BCTMP prosessi lehtipuulle kehitettiin saadakseen valmistettua korkeasaantoisia massalajeja tämän tyyppisistä raaka-aineista. Lehtipuiden kemialliset ja kuitumorfologiset koostumukset vaihtelevat paljon enemmän kuin havupuiden. Useimmat lehtipuulajit, kuten eukalyptus, vaativat kuitenkin jonkinlaisen kemiallisen käsittelyn. Vahvasti emäksisissä oloissa hiilihydraattien modifiointi, yhdistettynä ligniinin modifikaatioon sulfiittivaiheessa, voivat olla käyttökelpoisia lehtipuiden esikäsittelyssä. (Lönnberg 2009 248–249, Knowpap 15.0 2013)

## 2.2 BCTMP massan käyttö

Yleisesti BCTMP massaa on käytetty kartonkien, pehmopaperien ja revinnäismassan valmistuksessa. Näissä tuotteissa BCTMP:tä pystytään hyödyntämään parhaiten hyvän absorptionkyvyn, tikuttomuuden ja bulkkinsa ansoista. Lehtipuu BCTMP:tä käytetään painopapereissa ja kartongeissa. Haavasta valmistettua BCTMP massaa käytetään laajalla freeness-tasolla ja bulkkiset massat soveltuvat hyvin esimerkiksi laadukkaiden kartonkilaatikoiden valmistukseen. Haapa BCTMP:tä käytetään myös päällystettyjen paperien valmistukseen bulkkinsa ja vaaleutensa ansiosta. Havupuusta valmistetun kemikuumahierteen avulla saadaan erilaisia ominaisuuksia vaihtelemalla ominaisenergiankulutusta. Havupuusta soveltuu hyvin paino- ja kirjoituspapereiden tuotantoon hyvän opasiteettinsa ansiosta ja sillä saadaan koneelle hyvä ajettavuus. (Seppälä 2001, 59; Knowpap 15.0 2013)

CTMP:n käyttö hienopapereihin ja puupitoisiin painopapereihin on yleistynyt. LWC (Light Weight Coated) painopaperien sellujakeen korvaaminen CTMP massalla antaa eniten taloudellisia säästöjä. Taloudellisten säästöjen takia CTMP:tä on alettu käyttämään laajemmin, joskin osaltaan CTMP on tuottanut painettavuusongelmia. (Seppälä 2001, 59; Knowpap 15.0 2013)

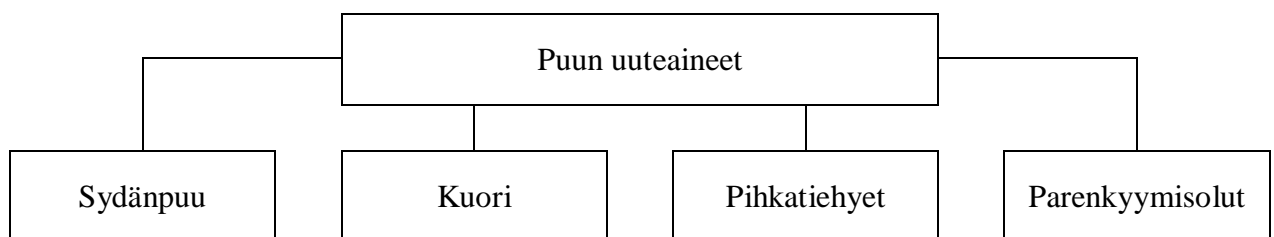


### 3 UUTEAINEET

Puun uuteaineista käytetään usein yleisnimeä pihka. Ne syntyvät fotosynteesissä muodostuneesta glukoosista monien välivaiheiden kautta. Puun uuteaineilla tarkoitetaan yhdisteitä, jotka voidaan erottaa puusta uuttamalla niitä neutraaleilla orgaanisilla liuottimilla. Tällaisia orgaanisia liuottimia ovat esim. petrolieetteri, dietylieetteri, dikloorimetaani, asetonit tai etyylialkoholi. Uuteaineita on puussa yleensä pieni määrä, n. 5 % massasta. Nämä muodostuvat hyvin laajasta joukosta erilaisia yhdisteitä. Jotkin vesiliukoisetkin hiilihydraatit, kuten tärkkelys voidaan myös lukea uuteaineisiin. (Isotalo 2004, 53; Jääskeläinen & Sundqvist 2007, 96)

#### 3.1 Uuteaineiden sijainti

Pääluokittain uuteaineita sijaitsee sydänpuussa, kuoressa, havupuiden pihkatiehyissä, sisäöksissä ja ydinsäteiden parenkyymisoluisissa. Havupuun pihka sijaitsee pihkarakkuiloissa ja pihkatiehyeissä hartsihappoina ja monoterpeeneinä. Lehtipuussa pihka on enemmän keskittynyt ydinsäteiden tylppysoluihin eikä sisällä hartsihappoja eikä monomeerejä. Uuteaineita sijaitsee myös sydänpuussa välilämmelin alueella, trakeidien soluseinässä sekä solujen välisissä alueissa. (Isotalo 2004, 53–54; Jääskeläinen & Sundqvist 2007, 96)



KUVA 1. Puun uuteaineiden sijainnit puussa. (Jääskeläinen & Sundqvist 2007)

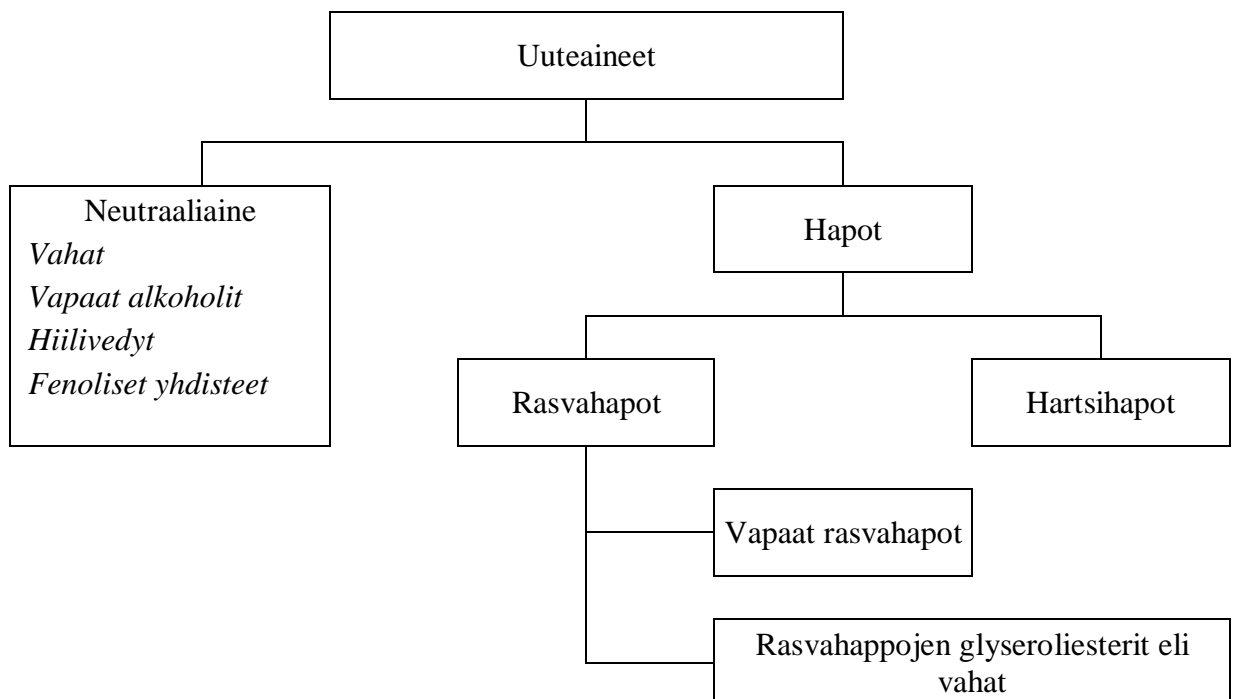
### 3.2 Uuteaineiden koostumus

Puun uuteaineiden koostumuksen ja määrän välillä on suuria vaihteluita ja vaihtelua esiintyy suuresti samassa puussakin. (Knowpap 15.0 2013, Isotalo 2004, 53–54)

Vaihteluun vaikuttavat (Knowpap 15.0 2013):

- Puulaji (havu- vai lehtipuu)
- Puun osa (runko, oksat, sydänpuu, pintapuu, juuret, kuori, neulaset)
- kasvupaikka ja puun ikä

Lehtipuussa uuteaineet koostuvat rasvoista, vahoista ja steroleista. Havupuun pihka taas sisältää 25–30 % hartsihappoja, korkeintaan 10 % rasvahappoja ja n. 40 % rasvoja. Suurin osa rasvahapoista on tyydyttämättömiä happoja. Tällaisia happoja ovat linoli-, öljy-, ja linoleenihapot. Rasvahappoja ovat myös tyydyttyneet palmitiinihapot. (Isotalo 2004, 53–54, Knowpap 15.0 2013)

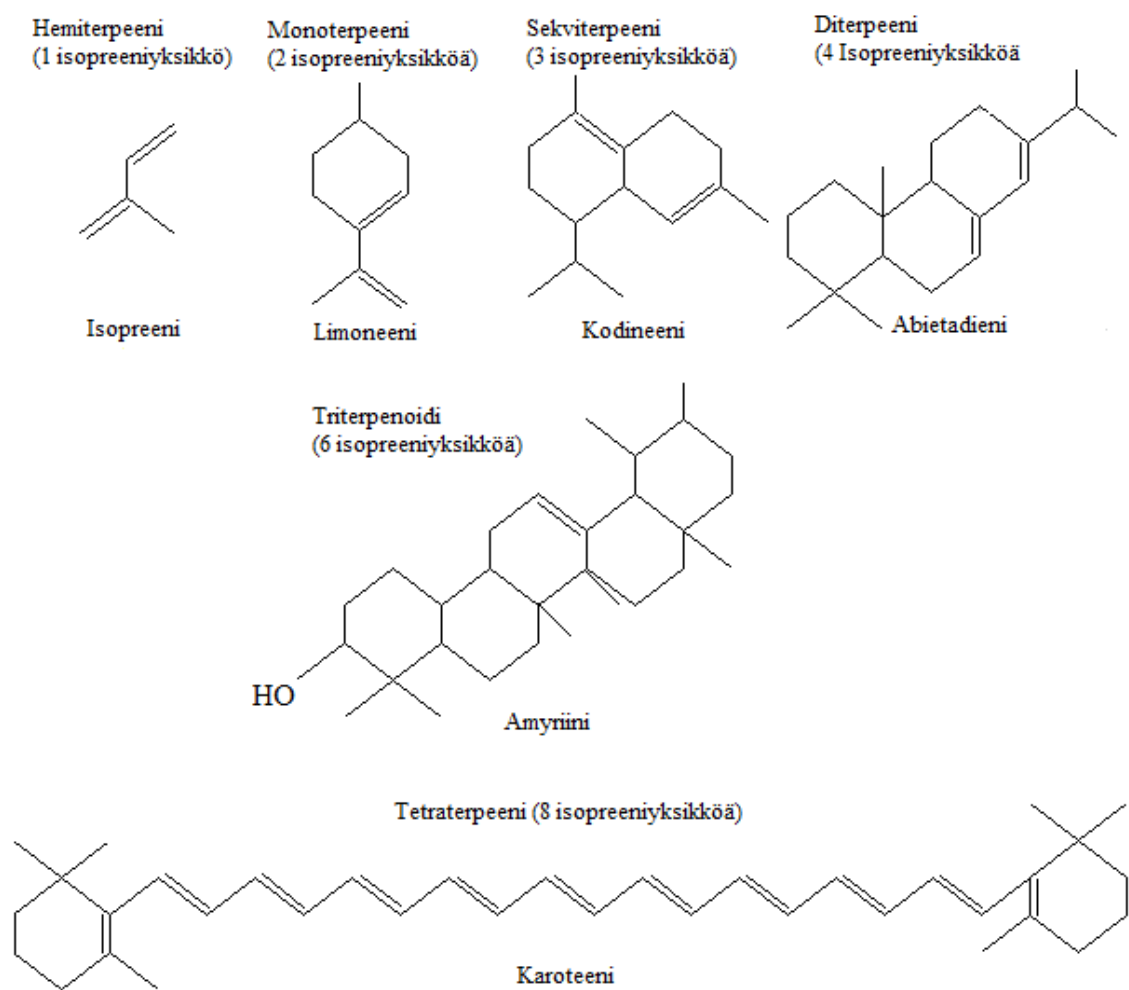


KUVA 2. Puun uuteaineiden koostumus. (Isotalo 2004, 53)

Vahoja esiintyy vähemmän kuin rasvoja. Vahat sisältävät  $\beta$ -steroleja ja alfaattisia alkoholeja. Pihkassa esiintyy myös jonkin verran vapaita alkoholeja. Nämä ovat samantyyppisiä kuin vahojen alkoholit. (Isotalo 2004, 53–54)

### 3.2.1 Terpenit, terpenoidit ja sterolit

Terpenit, terpenoidit ja sterolit ovat lipofiilisiä yhdisteitä, jotka rakentuvat isopreeniyksiköstä ( $C_5H_8$ ). Terpeenin funktionaalista ryhmää, joka sisältää happiatomin kutsutaan terpenoidiksi. Hydroksiiliryhmä (-OH), karboksyyli-ryhmä (-COOH) ja karbonyyli-ryhmä (-CO) ovat tällaisia funktionaalisia ryhmiä. Pääosa terpeeneistä ja terpenoideista ovat rengasrakenteisia eli sykliisiä, mutta ne voivat olla myös asyklisiä eli avoketjuisia. Alla olevasta kuvasta näkyy terpeenien ja terpenoidien jaottelu. (Jääskeläinen & Sundqvist 2007, 98)

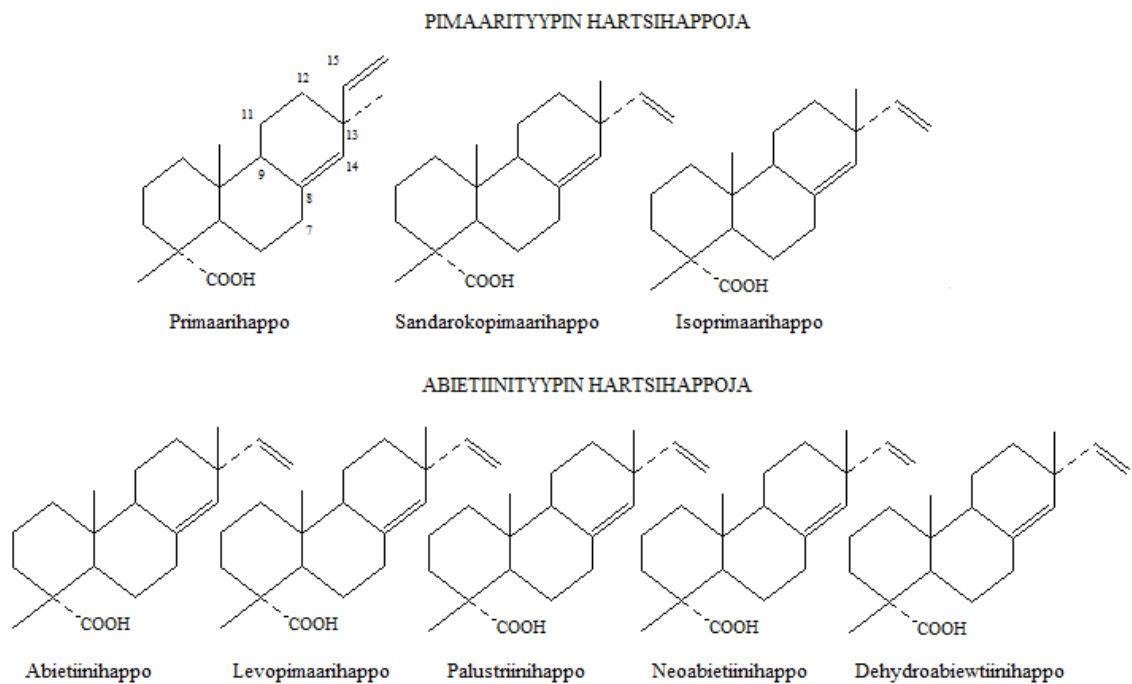


KUVA 3. Terpeenien ja terpenoidien jaottelu (Jääskeläinen & Sundqvist 2007, 98)

Havu- ja lehtipuissa pihkan koostumus eroaa varsinkin terpenoidien suhteen. Havupuissa on enemmän alempia terpeenejä ja terpenoideja, kuten mono- sekvi- ja diterpeenejä. Lehtipuissa on enemmän korkeampia terpeenejä, kuten triterpenoideja, steroleja ja polyprenoideja. (Jääskeläinen & Sundqvist 2007, 98–99; Sjöström 1989, 94)

### 3.2.2 Hartsihapot

Hartsihapot ovat diterpenoideja, joissa löytyy karboksyyli-ryhmä. Esimerkiksi havupuiden tiehytiphka koostuu monoterpeenien ohella tällaisista hartsihapoista. Johtuen hartsihappojen hiiliketjusta hartsihappomolekyylisiin yhdistyvät, sekä lipofiiliset ominaisuudet että hydrofiilisyys. Useimmin havupuissa esiintyvät hartsihapot ovat primääri tai abietiinityypin trisyklisiä terpenoideja. (Sjöström 1989, 96; Jääskeläinen & Sundqvist 2007, 100–101)



KUVA 4. Esimerkkejä hartsihapoista. (Jääskeläinen & Sundqvist 2007, 100)

Pimaarityypin hartsihapoissa on vinyyli- ja metyyli-ryhmä C-13 asemassa. Abienityypin hartsihapoissa C-13 asemassa on isopropenyyl- tai isopropyyliryhmä. Pimaarityypin hartsihapot ovat kestävämpiä, kuin niitä vastaavat abietiinityypin hartsihapot. (Sjöström 1989, 96; Jääskeläinen & Sundqvist 2007, 100–101)

### 3.2.3 Rasvat, vahat ja niiden komponentit

Terpenejä ja terpenoideja on pihkatiehyissä sekä patologisena pihkana että fysiologise-  
na pihkana. Tällainen fysiologinen pihka muodostuu pääosin rasvoista ja vahoista. Ras-  
vat ja vahat ovat lipofiilisiä yhdisteitä ja ne muodostavat suurimman osan parenky-  
misolujen fysiologisesta pihkasta. Rasvat ja vahat toimivat rasvahappojen estereinä.  
Pääosa rasvoista on triglyserideinä ja vahat ovat pitkäketjuisten rasvahappojen muodos-  
tamia estereitä. Näiden esterien alkoholikomponentit koostuvat pitkäketjuisista tyydyt-  
tymättömistä tai tyydyttyneistä alkoholeista, terpenyylialkoholeista tai steroleista. (Jääs-  
keläinen & Sundqvist 2007, 102–103)

Yli 30 erilaista rasvahappoa on pystytty eristämään puusta. Rasvahapot ovat rakenteel-  
taan tyydyttyneitä tai tyydyttymättömiä pitkäketjuisia orgaanisia happoja. Rasvahappo-  
jen hiiliketjun pituus vaihtelee 12–24 hiiliatomin välillä. Tyypillisimmät rasvahapot  
ovat kerätty alla olevaan taulukkoon (TAULUKKO 1). Taulukossa tyydyttymättömien  
rasvahappojen kaksoissidokset ovat merkittynä kemiallisen kaavan perään sulkuihin.  
(Jääskeläinen & Sundqvist 2007, 102–103)

TAULUKKO 1. Puun rasvahappoja. (Isotalo 2004, Jääskeläinen & Sundqvist 2007,  
102)

Tyydyttynyt ras- vahappo	Kemiallinen kaava	Tyydyttymätön rasvahappo	Kemiallinen kaava
Lauriinihappo	$C_{11}H_{23}COOH$	Palmitoleenihappo	$C_{15}H_{29}COOH$ (9)
Myristiinihappo	$C_{13}H_{27}COOH$	Öljyhappo	$C_{17}H_{33}COOH$ (9)
Palmitiinihappo	$C_{15}H_{31}COOH$	Linolihappo	$C_{17}H_{31}COOH$ (9, 12)
Steariinihappo	$C_{17}H_{35}COOH$	Linoleenihappo	$C_{17}H_{29}COOH$ (9, 12, 15)
Arakiinihappo	$C_{19}H_{39}COOH$	Eleosteariinihappo	$C_{17}H_{29}COOH$ (9, 11, 13)
Beheeni-happo	$C_{21}H_{43}COOH$	Pinoleenihappo	$C_{17}H_{29}COOH$ (5, 9, 12)
Lignoseriinihappo	$C_{23}H_{47}COOH$		

Elävän puun rasvahapot sijaitsevat pääosin sydänpuussa. Vapaita rasvahappoja elävässä  
puussa on vain vähäisiä määriä. Kun puu kaadetaan, puun triglyserideistä vapautuu ras-  
vahappoja. Tämä merkitsee sitä, että triglyseridien määrä vähenee milloin vapaiden ras-  
vahappojen määrä kasvaa. (Isotalo 2004, Jääskeläinen & Sundqvist 2007, 102–103)

Havupuissa parenkyymisolujen uuteaineet koostuvat pääosin rasvoista. Näiden rasvojen komponentteina ovat erityisesti linoli- öljy- ja linoleenihapot. Kotimaisissa männyissä ja kuusissa löytyy myös vapaita alkoholeja. Tällaiset vapaat alkoholit havupuissa eivät ole kemiallisesti sitoutuneet rasvoihin ja vahoihin. (Jääskeläinen & Sundqvist 2007, 103)

### **3.2.4 Fenoliset yhdisteet**

Erilaisia fenolisia eli aromaattisia yhdisteitä sijaitsee puun uuteaineissa suuria määriä. Näiden pääryhmiä ovat lignaanit, kondensoituneet tanniinit, hydrolysoituvat tanniinit, stilbeenit ja flavonoidit. Fenolisissa yhdisteissä on yksi tai useampi bentseenirengas ja ovat siksi usein kromoforisia eli värillisiä yhdisteitä. Fenoliset yhdisteet suojaavat puuta mikrobiologisilta hyökkäyksiltä. Ne sijaitsevat pääosin sydänpuussa ja kuoressa. (Sjöström 1989, 97; Jääskeläinen & Sundqvist 2007, 104–105)

Lignaanit sijaitsevat erityisesti oksa- ja sydänpuussa. Ne rakentuvat kahdesta fenyylipropaaniyksiköstä. Stilbeenit 1,2-difenyyliteenin johdannaisia. Stilbeenit sijaitsevat mäntyjen sydänpuussa. Stilbeenit vaikuttavat puun väriin ja puun tummumiseen. Hydrolysoituvat tanniinit ovat parkkihapon ja monosakkaridien estereitä, jotka hydrolysoituvat helposti. Nämä ovat harvinaisia puussa. Flavonoidit ovat rakenteeltaan trisyklisiä ja niidenjohdannaisia ovat kondensoituneet tanniinit ja ne muodostuvat (3-8) flavonoidi- yksiköstä. (Jääskeläinen & Sundqvist 2007, 104–105)

### 3.3 Uuteaineet paperinvalmistusprosessissa

Paperinvalmistuksessa prosessivedet voivat sisältää erilasia määriä lipofiilisiä ja jonkun verran hydrofiilia uuteaineita. Nämä ovat juuri hartsit- ja rasvahappoja, lignaania, stero-leita, steryyliestereitä ja triglyseriileitä. Molempia uuteaineryhmiä on osoitettu muodostuvan mekaanisen massan valmistuksessa. Näillä ryhmillä on melko vakaa kemiallinen rakenne, joten ne voivat helposti selviytyä läpi koko paperinvalmistusprosessin läpi. On ilmeistä, että suurin osa uuteaineista esiintyy kolloidisessa muodossa, joten ne voidaan analysoida kaasukromatografian avulla. Useimmat uuteaineet ovat silti tahmaisia, mikä tekee niiden poistamisesta hankalaa. (Alen 2007, 209; Stenius 2000, 100–101)

### 3.4 Vaikutukset paperin ominaisuuksiin

Puun hartsit vaikuttavat paperin ominaisuuksiin monin eri tavoin. Ne voivat aiheuttaa näkyviä haittoja, muodostavat ongelmia pinnan ominaisuuksiin, vaikuttavat paperin väriin ja kirkkauteen sekä aiheuttavat hajuhaittoja. (Ek, Gellerstedt & Henriksson 2009, 167)

Tällaisia näkyviä haittoja ovat esimerkiksi paperissa näkyvät pisteet ja/tai reiät. Pihkasaostumat voivat aiheuttaa myös näkyviä raitoja. Reiät muodostuvat kun hartsit on tukkeutunut huovalle tai viiralle, mikä haittaa vedenpoistoa radalta. Pinnan ominaisuuksiin pihka vaikuttaa, koska selluloosan pintaenergia on suurempi kuin lipofiilisten uuteaineiden. Tämä aiheuttaa uudelleenjaon kuitujen ja uuteaineiden välillä siten, että uuteaineet kattavat kuitujen paikat paperin pinnalla. Vaikutukset ovat huomattavissa jo muutamana tunnin kuluttua tuotannon jälkeen. (Ek, Gellerstedt & Henriksson 2009, 167–170)

Yleisesti uuteaineet ovat värittömiä, mutta poikkeuksia löytyy. Näiden poikkeusten takia uuteaineet vaikuttavat myös paperin väriin ja kirkkauteen. Paperin ikääntyessä paperi voi kärsiä kirkkauden vähentymisestä ja värin muutoksista. Paperin muuttuu, koska paperin valon absorptio on kasvanut uuteaineiden vaikutuksesta. Uuteaineet ja niiden hajoamistuotteet vaikuttavat myös paperin hajuun. Hajuhaitat ovat ongelmallisia monissa eri paperilajeissa. Tällaisia hajuhaittoja aiheuttavat yhdisteitä ovat hiilivedyt, alkoholit, aldehydit, esterit ja terpenit. (Ek, Gellerstedt & Henriksson 2009, 167–170)

## 4 SAOSTUMAT

### 4.1 Saostumien synty

Ylikyllästynyt liuos syntyy, kun liuoksessa olevien aineiden liukoisuustulo on ylittynyt pH:n ja lämpötilan muutoksen takia. Ylikyllästynyt vesiliuos ei välttämättä saostu heti vaan pysyy saostumatta jonkin aikaa ja saostuu vasta, kun riittävät ärsykkeet laukaisevat sen. Esimerkiksi turbulenssi tai kiteen muodostuminen voivat olla tällaisia laukaisevia ärsykejä. Suolakiteet ovat lämpöherkkiä joten ne muodostuvat usein lämmönvaihtimiin. (Knowpap 15.0 2013)

Tyypillisimpiä saostumiin vaikuttavia tekijöitä (Knowpap 15.0 2013; Back & Allen 2000, 309):

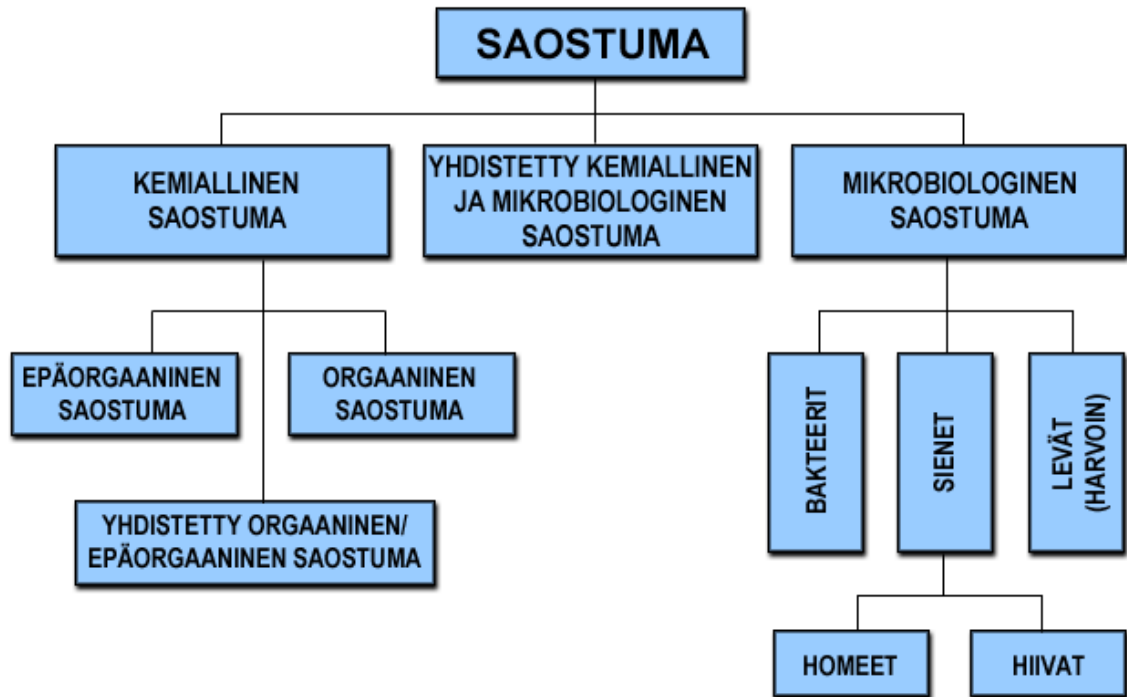
- pH:n ja lämpötilan muutokset
- paineen muutokset
- turbulenssi
- kahden virran kohtaaminen
- suuri virtausnopeus

Kolloidiset ainekset saostuvat, kun paperikoneen turbulenssi kasvaa. Myös erilaiset pinta-aktiiviset aineet muuttavat pintakemiaa. Suolapitoisuuden kasvaminen tai pinta-aktiivisten aineiden läsnäolo aiheuttavat pintakemian muutoksen. Kahden vesivirran kohtaaminen voi aiheuttaa myös saostumia, sillä ainesosien törmäminen saattaa aiheuttaa saostuman. (Knowpap 15.0 2013)



## 4.2 Saostumatyytit

Saostumatyytit ovat jaettu kemialliseen saostumaan, mikrobiologiseen saostumaan tai niiden yhdistelmiin. Kemiallisiin saostumiin sisältyvät epäorgaaniset ja orgaaniset saostumat. Mikrobiologisiin saostumiin ovat jaoteltu erilaiset sienet, bakteerit, levät, homeet sekä hiivat.



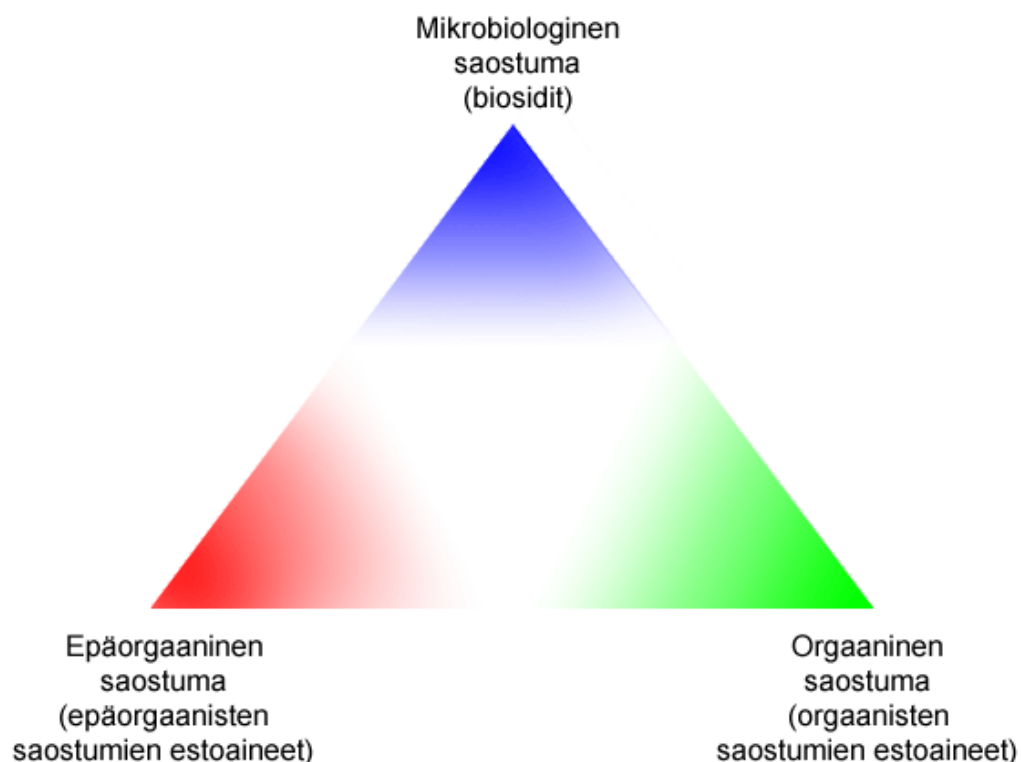
KUVA 5. Saostumatyytit (Knowpap 15.0 2013)

Yleisimpiä saostumatyyppiä paperitehtaiden kiertoovesissä ovat orgaaniset saostumat. Nämä saostumat ovat peräisin raaka-aineista sekä lisäaineista. Puusta peräisin olevat hartsit lukeutuvat orgaanisiin saostumiin. Liimat, tärkkelykset, vaahdonestoaineet, vahat tai lateksit lukeutuvat myös näihin saostumatyyppeihin. Epäorgaanisia yhdisteitä esiintyy yleisesti jäähdytysvesijärjestelmissä. Usein tällaiset saostumat johtuvat epäorgaanisista suolakiteistä, jotka ovat kiinnittyneet järjestelmän pintoihin. (Knowpap 15.0 2013)

Mikrobiologinen saostuma syntyy yleisesti kuolleisiin virtauskohtiin ja karkeille pinnoille. Prosessin korkea lämpötila ja ravinteellinen kiertovesi ovat mikrobiologisen saostuman perustana. Kemialliset saostumat karkeuttavat pintoja, joka myös helpottaa mikrobiologisen saostuman syntyä. (Knowpap 15.0 2013, Back & Allen 2000, 308–312)

### 4.3 Saostumien ehkäisy

Saostumia voidaan ehkäistä monin erilaisin keinoin. Säännöllisesti suunnitelluilla pesuilla ja sisäisillä puhdistusmenetelmillä voidaan ehkäistä saostumien syntyä. Kiteiden kasvupinnan häiritseminen polyakrylaateilla tai likaantumisenestoaineilla ehkäisee myös saostumien syntyä. Pintojen käsittely kemikaaleilla aiheuttaa pinnoille likaa ja saostumaa hylkivän ominaisuuden. Kiinnityskemikaalien käyttö on hyvin yleistä milloin häiritsevät materiaalit kiinnitetään kuituun ja poistetaan sitä kautta prosessista. Alla olevan diagrammin (KUVA 6.) avulla voidaan seurata ja säännöstellä saostumien muutosta ja sitä kautta optimoida kemikaalien annosteluja ja yhteiskäyttöä (Knowpap 15.0 2013)



KUVA 6. Saostumien muutoksia kuvaava diagrammi (Knowpap 15.0 2013)

## 5 SAOSTUMIEN HALLINTA

Suljetun vesisysteemin avaaminen ei ole paperitehtailla mahdollista. Häiriöainesten eliminointiin on silti monta muuta mahdollisuutta, kuin vesisysteemin avaaminen. Häiriöaineksia voidaan rajoittaa prosessista estämällä niiden pääsyä sinne tai poistamalla ne hallitusti. Tällaisia menetelmiä ovat esimerkiksi adsorbointi, dispergointi ja kationiset kiinnitysaineet eli fiksatiivit. (Knowpap 15.0 2013, Täyteainepitoisuuden ja retentioainesysteemin optimointi)

### 5.1 Adsorbointi

Adsorboinnissa tarkoituksena on peittää häiriöainepartikkelit jollakin mineraalipigmentillä. Tässä yleisemmin käytetty pigmentti on talkki tai bentoniitti. Pihkatalkki kiinnittää häiriöaineen pintaan, mikä vähentää häiriöpartikkelin tahmaavuutta. Talkkia annosteltaessa on tärkeää, että häiriöainepartikkelit peittyvät kokonaan. Bentoniitin teho taasen perustuu sen ominaispinta-alaan ja bentoniitti adsorboi hyvin hydrofobisia aineita. Adsorboinnin tavoitteena on, että häiriöainepartikkelit retentoituvat kuitujen pintaan ja poistuvat sitä kautta prosessista. (Täyteainepitoisuuden ja retentioainesysteemin optimointi)

### 5.2 Dispergointi

Dispergointi perustuu siihen, että häiriöainepartikkelien pintaan dispergoidaan anionista, kationista tai nonionista dispergointiainetta. Dispergointi anionisilla aineilla kasvattaa partikkelien anionisuutta, mikä kasvattaa häiriöainepartikkelien elektrostaattista repulsiota. Tämä parantaa häiriöainepartikkelien stabiilisuutta. Anionisten dispergointiainneiden käytöllä on silti haittansa sillä kasvava anionisuus mahdollistaa häiriöainepartikkelien kiertämisen vesijärjestelmissä pitkään, mikä voi lopulta lisätä aineen rikastumista kiertovesissä. Anioniset partikkelit voivat laskea myös kationisten retentioaineden tehoa. Yleisesti dispergointiaineet tarvitsevat kaksitoimisen systeemin, missä häiriöaineksen kiinnittämiseen kuituun käytetään jotakin toista kemikaalia. (Knowpap 15.0 2013, Täyteainepitoisuuden ja retentioainesysteemin optimointi)

Nonionisilla aineilla dispergointi koostuu hydrofiilisestä ja hydrofobisesta ainesosasta. Tässä perustana toimivat aineen pinta-aktiiviset ominaisuudet. Lateksit ja pihkapartikkelit, jotka ovat hydrofobisia, kiinnitetään dispergointiaineen hydrofobiseen osaan ja partikkelin hydrofiilinen osa kääntyy partikkelista vesifaasiin päin. Tämä synnyttää hydrofiilisen osan ympärille suojaavan vesikerroksen, joka estää partikkelien agglomeroitumisen. (Täyteainepitoisuuden ja retentioainesysteemin optimointi)

### **5.3 Kationiset kiinnitysaineet eli fiksatiivit**

Pihkapartikkelien sitomiseen kuituun voidaan käyttää myös kationisia kiinnityskemikaaleja eli fiksatiiveja. Näissä käytetään yleensä voimakkaasti kationisia lyhytketjuisia kemikaaleja. Kationisuutensa ansiosta kemikaalit laskevat anionisten häiriöpartikkelien pintavarausta, mikä edesauttaa niiden kiinnittymistä kuituun. Fiksatiivien käyttö määräytyy aineiden kemian, varaustiheyden, molekyyliarakenteen ja ketjunpituuden perusteella. Liian pitkä ketjunpituus voi aiheuttaa häiriöaineflokkeja, mikä näkyy paperissa tummina pilkkuina. (Knowpap 15.0 2013; Täyteainepitoisuuden ja retentioainesysteemin optimointi)

Fiksatiivien toiminnan kannalta on tärkeää kiinnityskemikaalien vuorovaikutus kuitujen kanssa. Jos fiksatiivi sattuu kiinnittymään voimakkaammin häiriöainepartikkeleihin, kun kuituihin se saattaa johtaa häiriöaineagglomeraattien muodostumisen, mitkä eivät poistu prosessista kuitujen mukana. Tämän takia on toivottavaa, että kolloidit kiinnittyisivät yksitellen tai pieninä agglomeraatteina kuituihin. Suurilla agglomeraateilla ja kuitujen välisillä sidoksilla on huono vastavoima suurille leikkausvoimille. Tästä johtuen häiriöaineagglomeraatit voivat irrota kuidusta ja jatkaa matkaansa systeemissä ja agglomeroivat helposti lisää yksittäisiä kolloideja. (Knowpap 15.0 2013; Täyteainepitoisuuden ja retentioainesysteemin optimointi)

## 6 KOKEELLINEN OSA

### 6.1 Mitatut kemialliset suureet

BCTMP massan uuteainepitoisuuksien hallintaan vaikuttaa prosessiolosuhteiden jatkuvat muutokset. Osaprosesseja on suuri lukumäärä ja korkeiden tuotantonopeuksien seurantaan tarvitaan erilaisia mittauksia. Tässä työssä olennaisina mittauksina toimivat sameus, varaustila, Kemira Flyto™ ja uuteaineanalyysi. (Täyteainepitoisuuden ja retentioainesysteemin optimointi)

#### 6.1.1 Sameus

Sameuden määrä korreloituu pihkamäärien kanssa, minkä takia sameuden määrästä voidaan hyvin päätellä kiinnityskemikaalien tehoa. Sameus tarkoittaa käytännön kielellä massan ”likaisuutta”. Sameuden korkea arvo näkyy mittaustuloksissa läpinäkymättömyytenä, joka johtuu kolloidisten aineiden lukumäärästä. Silloin, kun sameus on alhainen, niin kolloidinen aines on joko kiinnittynyt kuituihin tai agglomeroitunut keskenään. Tällöin suodatetun massan suodos on kirkkaampi. (Täyteainepitoisuuden ja retentioainesysteemin optimointi)

#### 6.1.2 Varaustila

Ominaisvedenkulutuksen vähennettyä varaustilan merkitys on kasvanut paperiprosessissa. Samalla varaustilan hallinta on myös vaikeutunut prosessiolosuhteiden sulkeutumisen seurauksena. Tällöin anioniset komponentit ovat rikastuneet ja anionisuuden kasvu on lisännyt partikkelien välillä tapahtuvaa repulsiivoimaa. BCTMP massan varaustila kuvaa kaikkien massasulpussa olevien partikkelien pintavarauksen summaa. Tämä ei kerro, mikä komponentti aiheuttaa varauksen, mutta anionisuuden laskuun käytettävien kiinnityskemikaalien valintaa ja tarvetta voidaan arvioida varaustilan avulla. Varaustila määrittäminen suoritetaan titrauksella, jossa käytetään vastakkaisesti varautunutta polyelektrolyyttiliuosta. Yksiköksi muodostuu  $\mu\text{ekv/l}$ . (Täyteainepitoisuuden ja retentioainesysteemin optimointi)

### 6.1.3 Kemira Flyto™

Kemiran flytoanalyysi perustuu virtaussytometriaan, laajalti käytettyyn mittaustekniikkaan, joka mahdollistaa partikkelien analysoinnin suodoksista nopeasti. Tämä analyysi sisältää partikkelien tunnistamisen, luokituksen ja kokomäärityksen. Partikkelien koosta Kemiran flytoanalyysi kertoo myös keskimääräisen partikkelikoon ja kokojakautuksen. (Kemira Stream, sisäinen intranetsivusto)

Kemira Flyto™ mittausta käytetään tunnistukseen, mitataksaan ja laskeakseen kaikki suodoksessa olevat partikkelit. Näihin partikkeleihin lukeutuvat: hydrofobiset agglomeraatit ja hydrofobiset kolloidit. Kemira Flyto™ -mittausta voidaan käyttää prosessin mittauksiin, kiinnityssovellusten seurantaan ja laboratoriossa testattavien fiksatiivien, retentioiden ja tahmojen testaukseen. (Kemira Stream, sisäinen intranetsivusto)

### 6.1.4 Uuteaineanalyysi

Uuteaineanalyysin tarkoituksena on selvittää, mitä erilaisia uuteaineita suodokset sisältävät. Suodoksia lähetettiin uuteaineanalyysiin mittauspisteistä, missä ei ollut vielä lisättyä kemikaalia sekä pisteistä missä oli jo kemikaalia lisätty. Tämä uuteaineanalyysi erittelee suodoksessa olevat uuteaineyhdisteet ja kertoo niiden lukumäärän.

## 6.2 Käytetyt kemikaalit

Testattavana mukana olleita kemikaaleja oli yhteensä kahdeksan kappaletta ja joidenkin kemikaalien vaikutusta tutkittiin, kun kemikaaleja yhdisteltiin. Laboratoriotestikertoja oli kolme kappaletta. Mukana olleita kemikaaleja olivat:

**Fennofix 50 & 40**, joita käytetään kiinnityskemikaaleina paperikoneen massa- ja kiertovesisysteemeissä. Näitä kemikaaleja käytetään myös häiriöaineiden poistoon ja esiflokkausaineena Kemiran Fennopol- tuoteryhmän kanssa. (Kemira Stream, sisäinen intranetsivusto)

**Fennofloc A 100**, mitä käytetään saostuskemikaalina juomaveden valmistuksessa, metsäteollisuuden raakavesien käsittelyssä, lietteen kunnostuksessa, paperin massaliimauksessa ja jäteveden puhdistuksessa. (Kemira Stream, sisäinen intranetsivusto)

**Fennosil E-128**, joka on nestemäinen retentiopolymeeri, mitä käytetään retention ja vedenpoiston parantamiseen paperi- ja kartonkikoneilla. Fennosil E-128:a voidaan käyttää myös vesisovellutuksissa, kuten etuselkeytyksessä, lietteen kuivatuksessa, DAF:ssa, Kroftalla tai vastaavissa prosesseissa. (Kemira Stream, sisäinen intranetsivusto)

**Fennopol K 7426P & K 7626P**, jotka ovat polyakryyliamidipohjaisia polyelektrolyyttejä, joita käytetään paperinvalmistuksessa parantamaan kuidun ja tuhkan retentiota. Näitä kemikaaleja käytetään yhdessä muiden lisäaineiden kanssa, kuten saostuskemikaalit ja kiinnityskemikaalit. Fennopol K 7626P on kationisempi versio K 7426P:stä. (Kemira Stream, sisäinen intranetsivusto)

**Kemira ALG** eli alumiinisulfaatti, joka on monipuolinen saostuskemikaali paperiteollisuudessa. Kemikaalia käytetään mm. retentioapuna, veden poistossa, paperin vettä hylkivien ominaisuuksien parantamisessa (esim. liimauksessa), häiriöaineiden poistossa ja pH:n säädössä. Yleisimmin sitä käytetään flokkulanttina, koagulanttina tai fiksatiivina paperin eri valmistusvaiheissa. (Kemira Stream, sisäinen intranetsivusto)

**Fennopol K 3400P**, joka on K 7426P ja K 7626P:n tapaan polyakryyliamidipohjainen polyelektrolyytti. Kemikaalia käytetään paperinvalmistuksessa parantamaan kuidun ja tuhkan retentiota. Fennopol K 3400P on lyhytketjuisempi, kuin K 7426P & K 7626P. (Kemira Stream, sisäinen intranetsivusto)

## 7 LABORATORIOTUTKIMUS 1

Tutkimus 1:n fiksatiivitestit tehtiin Tehtaalta A ja Tehtaalta B otetuista tehtailla valmiiksi pulpperoiduista BCTMP massoista. Paperikone A:lle ja paperikone B:lle tehtiin samat mittaukset. Mittauksen kohteena olivat kappaleessa 6 mainittujen sameuden, varaustilan ja Kemira Flyto™:n lisäksi massojen karakterisointi.

TAULUKKO 2. Massojen karakterisointi

Suure	BCTMP Paperikone A	BCTMP paperikone B
pH	6.1	8.6
Sameus, NTU	74	103.5
Johtokyky, $\mu\text{S}/\text{cm}$	1,839 mS	0,818 mS
varaustila, $\mu\text{ekv}/\text{l}$	-683.96	-653.9
Zeta potentiaali, mV	-22.8	-24.0
KAP, g/l	42.32	37.9

Karakterisoinnilla saadaan hyvä yleisvaikutelma kahden eri paperikoneen massojen eroista, sekä millaiset ovat tutkittavien tehtaiden prosessiolosuhteet. Eroja on lähtötilanteessa jonkin verran, kuten pH:ssa, sameustasossa sekä massojen johtokyvyssä. Erinäisesti massojen karakterisointi osoitti, että massat ovat varaustilaltaan molemmilla tehtailla erittäin anioniset.

TAULUKKO 3. Testatut kemikaalit

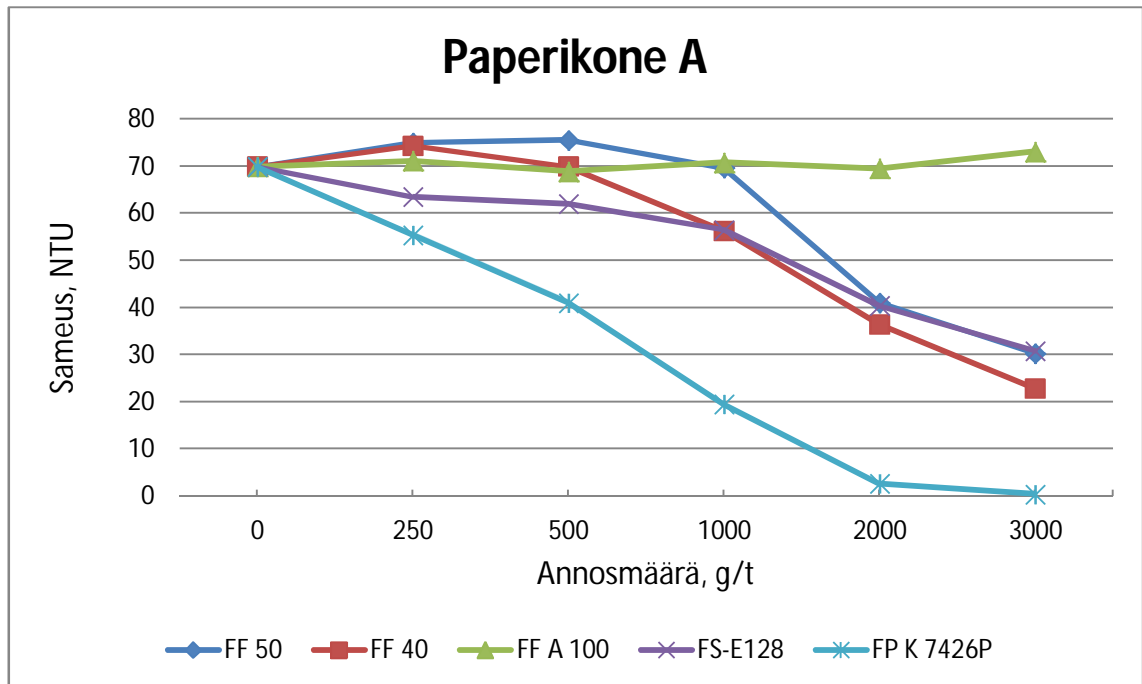
<b>Fennofix 50</b> 100, 250, 500, 1000, 2000, 3000g/t
<b>Fennofix 40</b> 250, 500, 1000, 2000, 3000g/t
<b>Fennofloc A100</b> 250, 500, 1000, 2000, 3000g/t
<b>Fennosil E-128</b> 250, 500, 1000, 2000, 3000g/t
<b>Fennopol K7426P</b> 250, 500, 1000, 2000, 3000g/t



## 7.1 Paperikone A, tutkimus 1

Ensimmäisen tutkimuskerran (1) koepisteitä ja annostelumääriä haettiin kohdilleen, josta seurasi koepisteiden suuri lukumäärä. Fennofix 50 & 40 ja Fennosil E-128 kohdalla yli 2000g/t annosmäärät ovat liian suuria ja alle 500g/t ovat liian pieniä. Fennopol K 7426P:n tapauksessa keskitytään 250-1000g/t annosmääriin. Fennofloc A100:n kohdalla annosmäärät olivat liian pienet, joten siitä ei suurempia johtopäätöksiä pystytty tekemään. Annosmäärät pitäisivät olla Fennofloc A100:lle luokkaa 5000g/t-20000g/t.

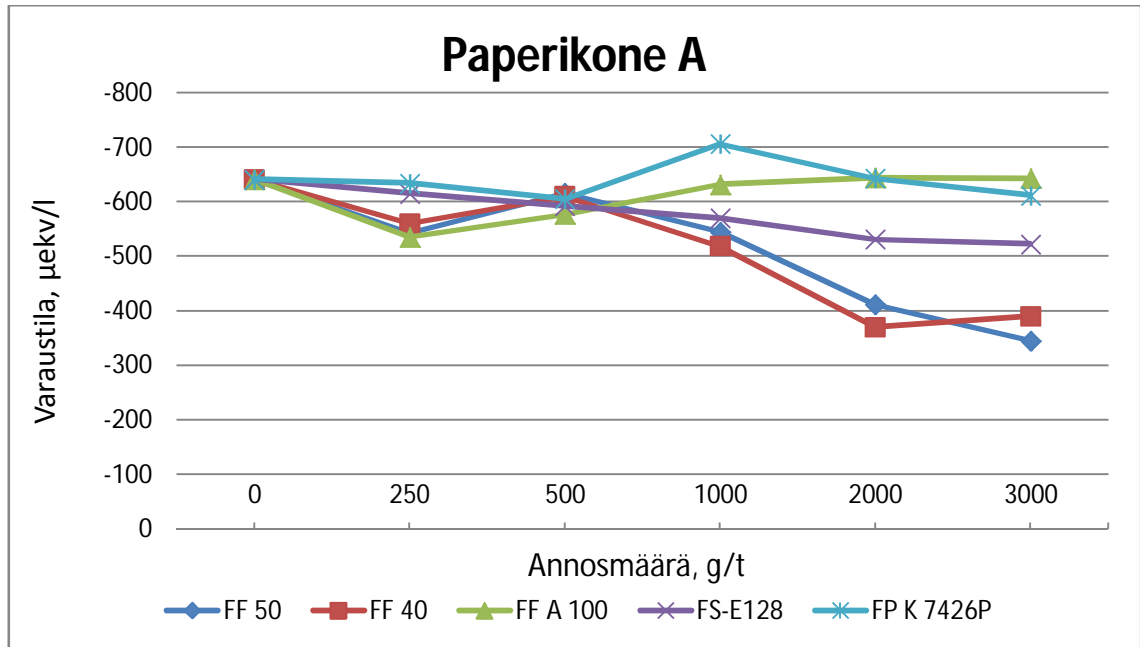
KUVASSA 7. on kuvattuna kemikaalien annostelumäärät ja niiden vaikutukset suodoksen sameuteen. 0-koe ilmaisee kohdan, jossa kemikaaleja ei vielä lisätty. 0-koe toimii vertauspisteinä, johon kemikaalien vaikutuksia verrataan.



KUVA 7. Paperikone A sameus.

Suurimman laskun sameudessa (KUVA 7.) saavutti Fennopol K 7426P. 1000g/t annosmäärä saavutti 72 % laskun sameuteen. Fennofix 50, 40 ja Fennosil E-128 saavuttivat myös hyvän laskun sameuteen 2000g/t annosmäärissä. Fennofix 40 aiheutti annosmäärällä 2000g/t 48 % laskun sameuteen, Fennosil E-128 lasi sameutta 42 % annosmäärällä 2000g/t ja Fennofix 50 lasi myös sameutta annosmäärällä 2000g/t 41 %.

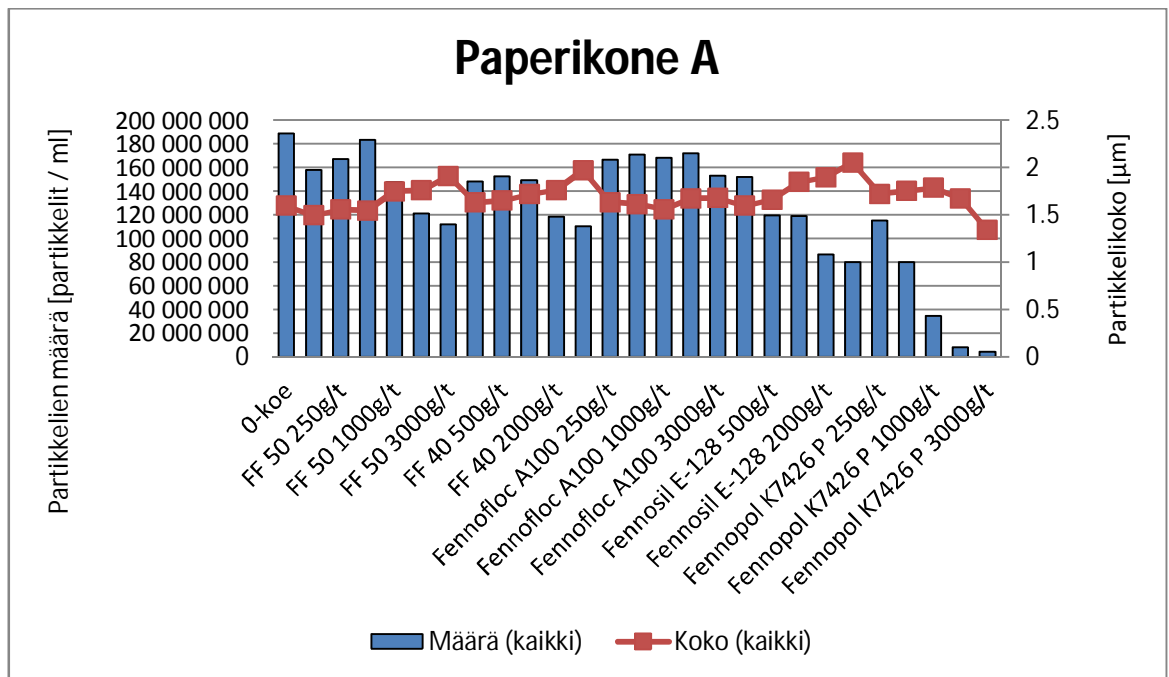
Fennosil E-128 saavutti näistä kolmesta (Fennox 40, 50, Fennosil E-128) suurimman laskun sameuteen pienemmillä annosmäärillä (500g/t, laskua 11 %). Fennox 50 jopa kasvattaa sameutta pienimmillä annosmäärillä (100g/t, 250g/t ja 500g/t). Fennofloc A 100:lla ei ole vaikutusta tai sameus kasvaa kaikilla koepisteillä.



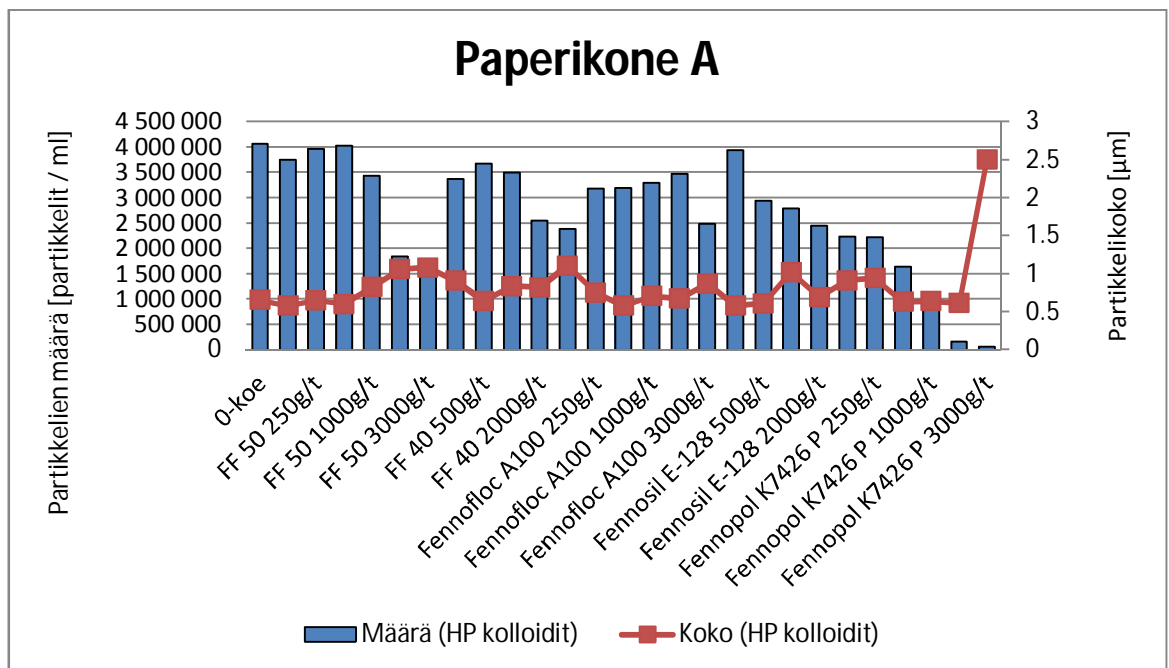
KUVA 8. Paperikone A varaustila.

KUVASSA 8. on kuvattuna, kuinka kemikaalien lisäys vaikuttaa suodosten varaustilaan. Tutkittavissa annosteluväleissä varaustilassa korkeaan anionisuuteen eniten laskua aiheutti Fennox 40 annosmäärällä 2000g/t (42 %).

KUVAT 9-10 osoittavat partikkelikokojen vertailun partikkelimäärään. Hydrofobisten kolloidien (KUVA 10.) koko kasvaa kemikaalilla Fennox 50 aina annosmäärään 2000g/t. Fennox 50 annosmäärällä 2000g/t puolittaa hydrofobisten kolloidien määrän. Lähes samoin käyttäytyy Fennox 40 (KUVA 10.) Fennosil E-128 laskee hydrofobisten kolloidien määrää lähes tasaisesti annosmääriä lisäämällä. Hydrofobisten kolloidien koko pysyy Fennosil E-128:n kohdalla kohtalaisen tasaisena. Fennopol K 7426P käyttäytyy hydrofobisten kolloidien kanssa samoin kuin Fennosil E-128.

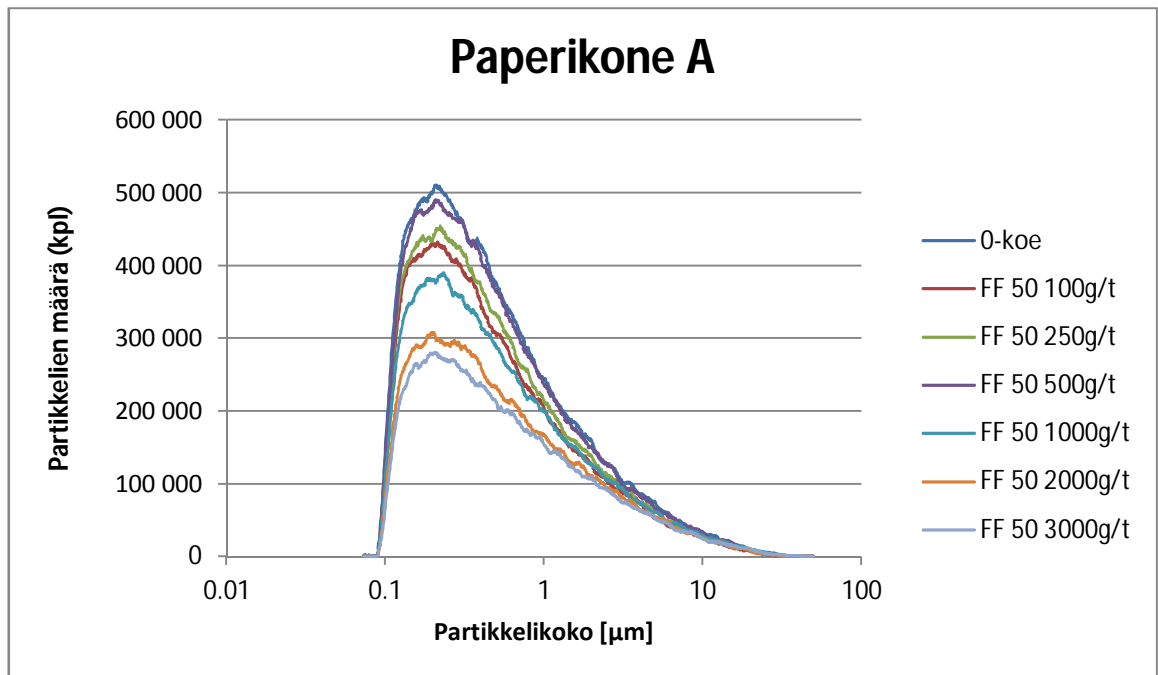


KUVA 9. Partikkelikoot- ja määrät. Kaikki partikkelit.

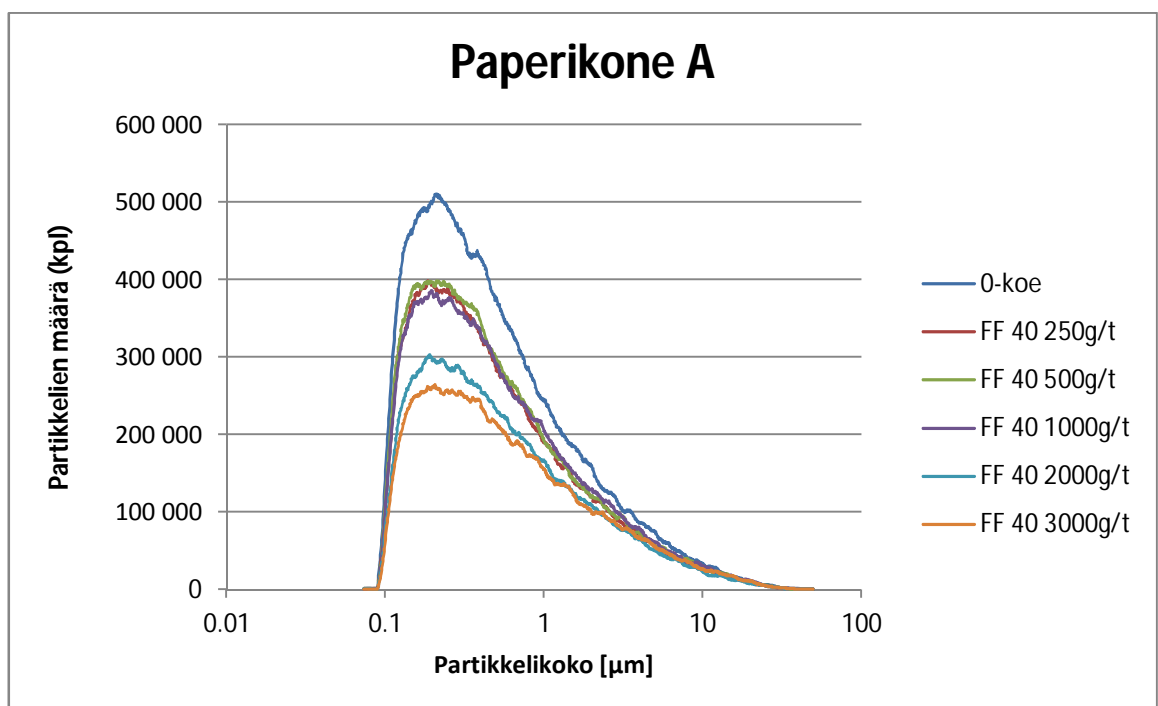


KUVA 10. Partikkelikoot- ja määrät. Hydrofobiset kolloidit

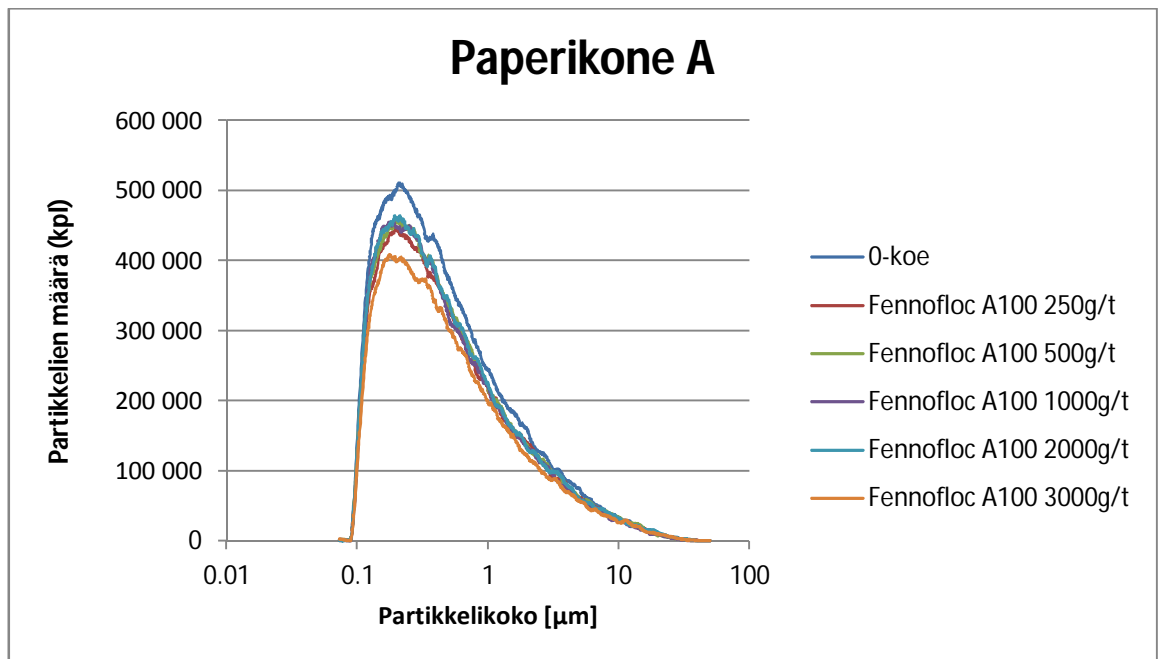
Fennofix 50:n, Fennofix 40:n, Fennosil E-128:n ja Fennopol K 7426P:n vaikutukset nähdään myös partikkelikokojakaumissa kaikille partikkeleille (KUVAT 11–12 ja 14–15). Fennofloc A 100 (KUVA 13.) osoitti vain hieman muutoksia partikkelikokojakaumassa. Fennopol K 7426P:lle annokset olivat liian korkeat yli 1000g/t annosmäärillä, jolloin on nähtävissä, että partikkelimäärät ovat pienentyneet yli 10-kertaisesti.



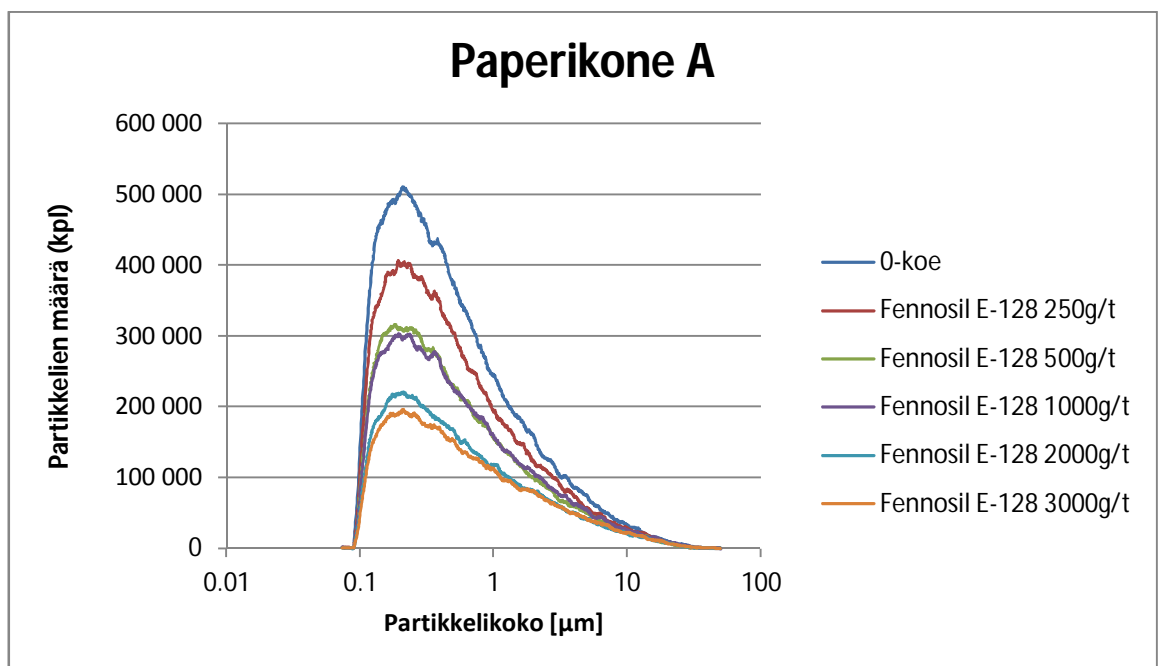
KUVA 11. Partikkelikokojakauma Fennofix 50



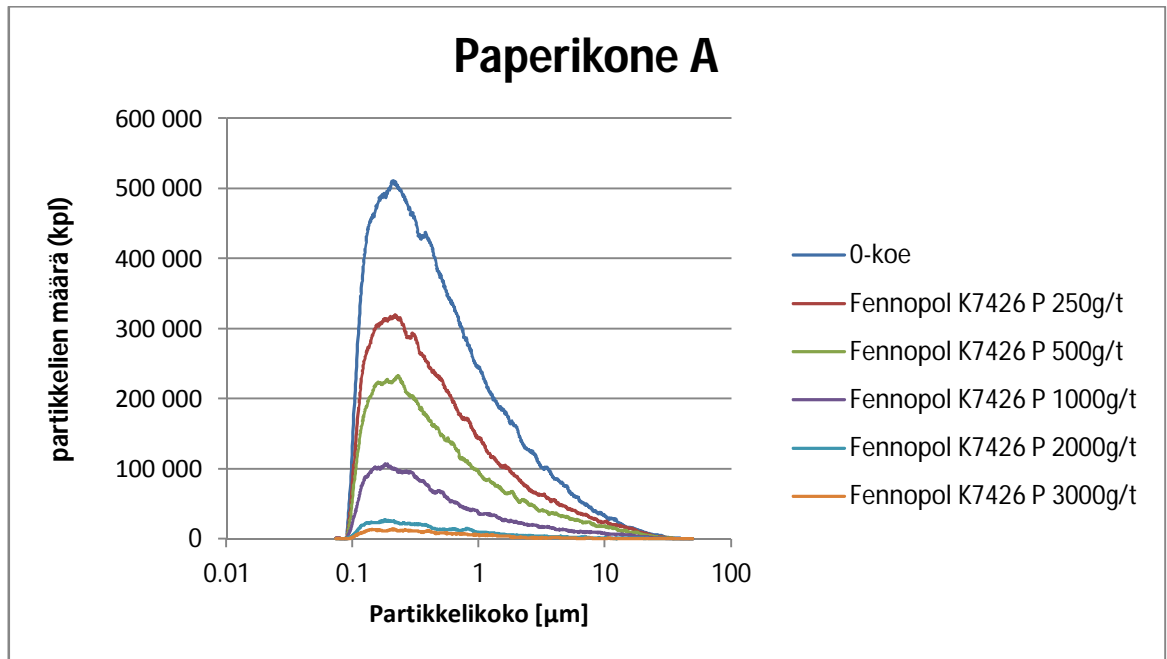
KUVA 12. Partikkelikokojakauma Fennofix 40



KUVA 13. Partikkelikokojakauma Fennofloc A 100



KUVA 14. Partikkelikokojakauma Fennosil E-128

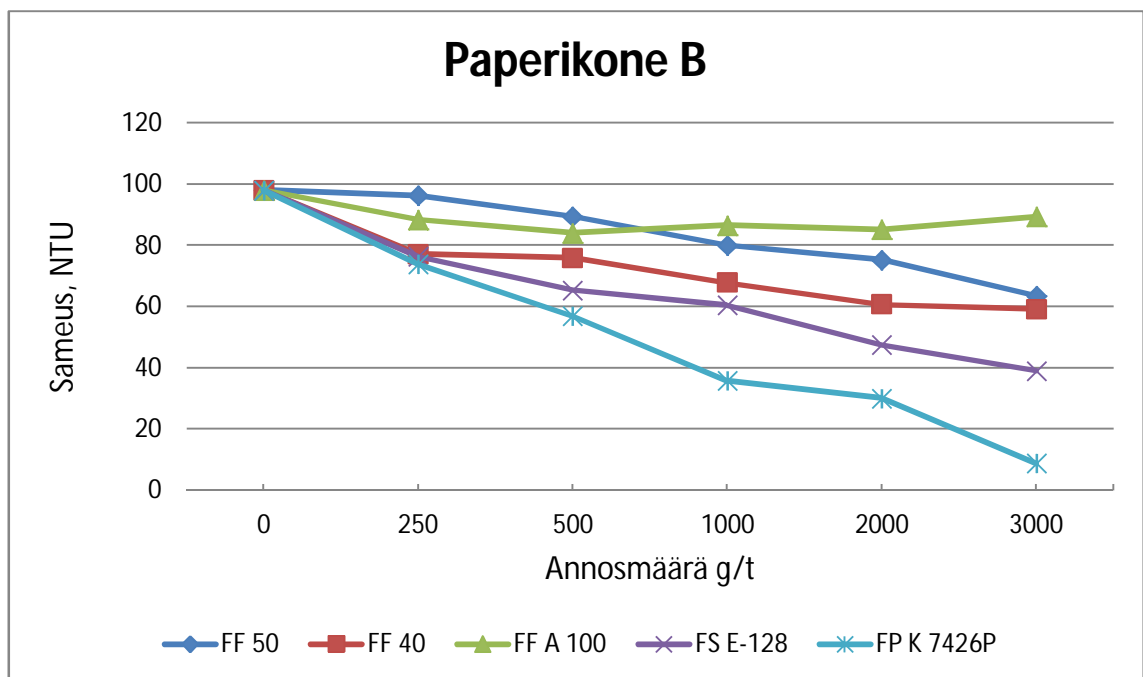


KUVA 15. Partikkelikokojakauma Fennopol K 7426P

## 7.2 Paperikone B, tutkimus 1

KUVASSA 16. on kuvattuna paperikone B:lle mitatut koepisteet ja niiden vaikutukset suodoksen sameuteen ja varustilaan. Myös tässä tapauksessa testipisteitä haettiin vielä, jonka seurauksena annosmäärät ovat nousseet liian suuriksi tai jääneet vajaiksi. 0-koee ilmaisee kohdan, jossa kemikaaleja ei ole vielä lisätty.

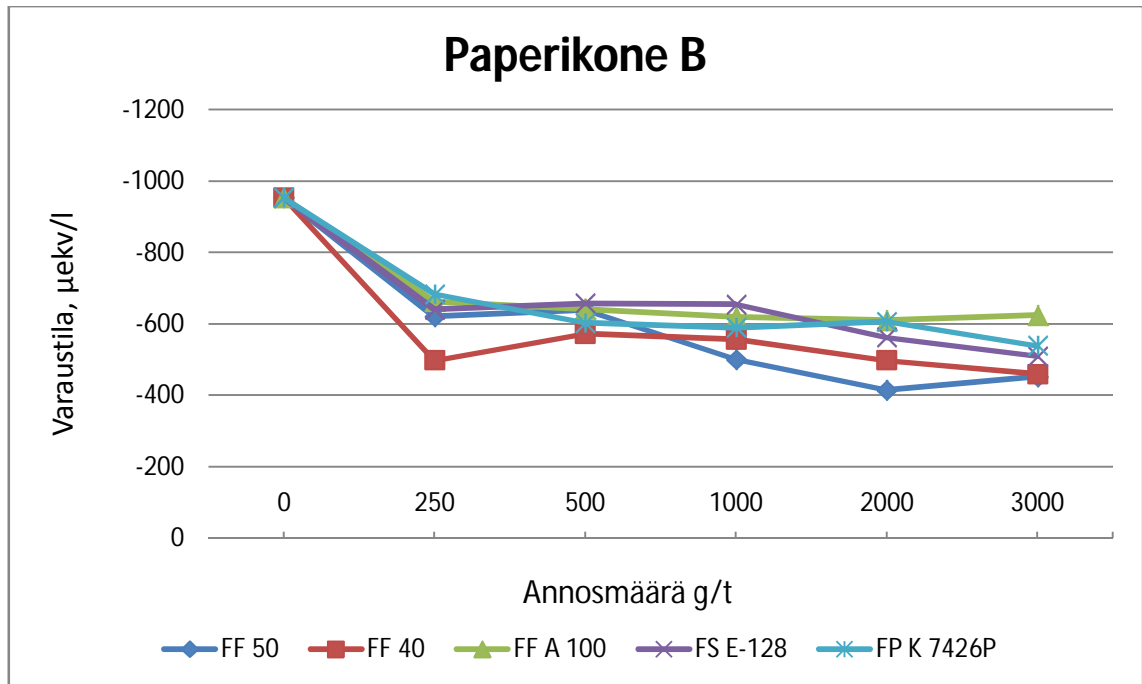
Myös paperikone B:n ensimmäisellä tutkimuskerralla (1) Fennofix 50 & 40 ja Fennosil E-128 kohdalla yli 2000g/t annosmäärät ovat liian suuria ja alle 500g/t ovat liian pieniä. Fennopol K 7426P:n tapauksessa keskitytään 250-1000g/t annosmääriin. Myös paperikone B:n osalla Fennofloc A 100 annokset jäivät liian pieniksi.



KUVA 16. Paperikone B sameudet

Suurimman laskun sameuteen (KUVA 16.) aiheutti Fennopol K 7426P annosmäärällä 1000g/t (63 %). Fennosil E-128 laski sameutta toiseksi parhaiten annosmäärällä 2000g/t (52 %). Eniten laskua pienimmillä annosmäärillä 250g/t sameuteen aiheutti Fennopol K 7426P (25 %). Toiseksi eniten annosmäärällä 250g/t sameutta laski Fennosil E-128 (22 %). Kolmanneksi eniten sameutta laski annosmäärällä 250g/t Fennofix 40 (21 %).

Korkeaan anionisuuteen (-953.4) laskua aiheuttivat kaikki testattavat kemikaalit, joista suurimpana Fennofix 50 annosmäärällä 2000g/t, joka laski anionisuutta 56 %.

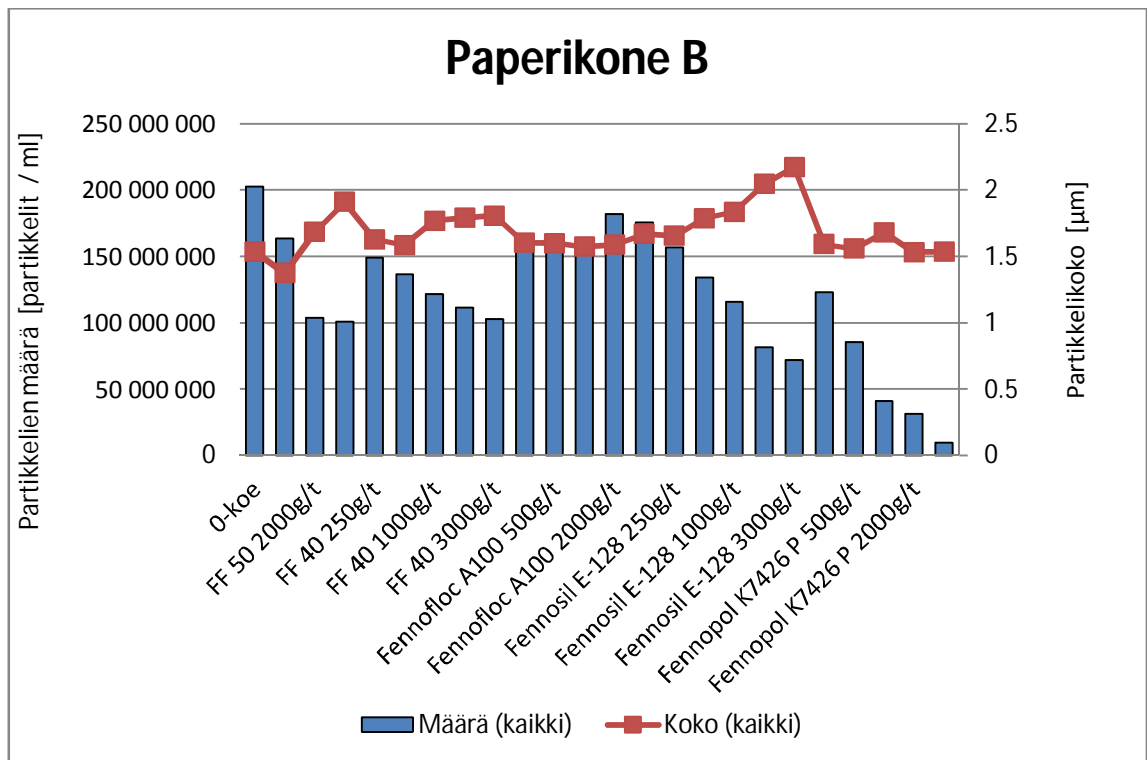


KUVA 17. Paperikone B varaustila

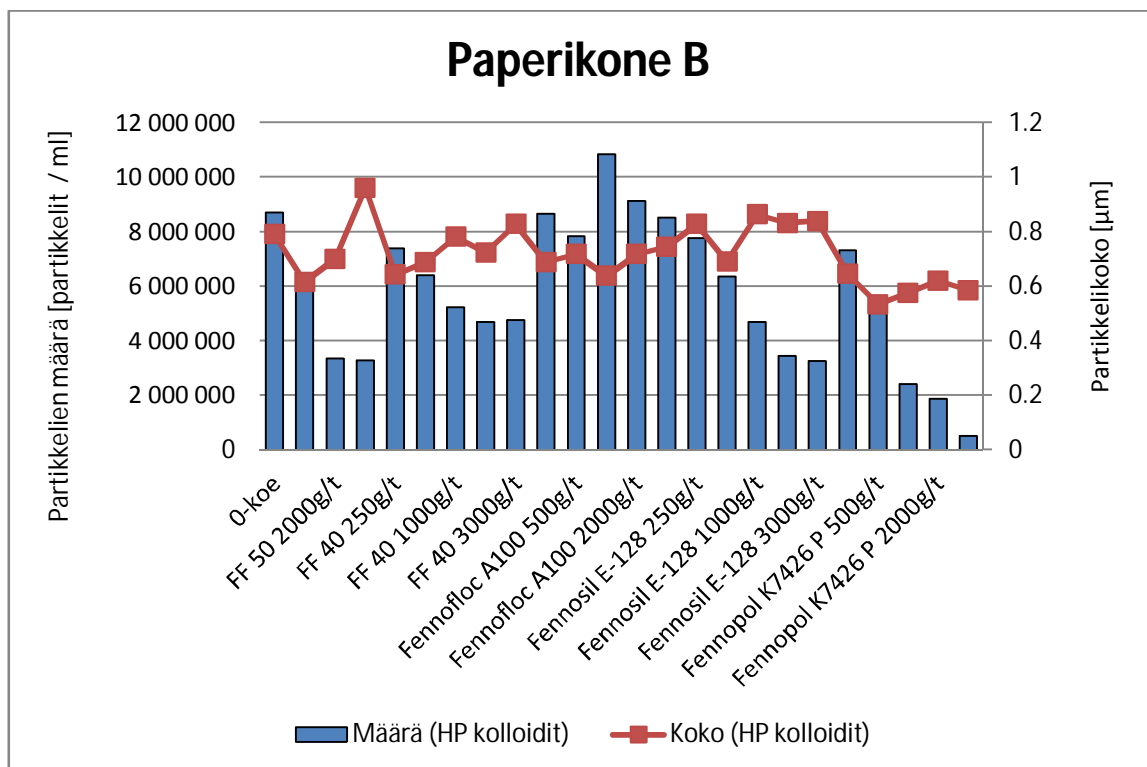
KUVAT 18–19 kuvaavat testattujen kemikaalien vaikutusta partikkelikokoihin ja partikkelimääriin. KUVA 19. kertoo hydrofobisten kolloidien käyttäytymisestä eri kemikaalien välillä ja miten annosmäärien lisäys vaikuttaa hydrofobisiin kolloideihin.

Fennopol K 7426P pienentää eniten hydrofobisten kolloidien määrää pienentäen samalla niiden kokoa. Fennofix 50, Fennofix 40 ja Fennosil E-128 pienentää myös hydrofobisten kolloidien määrää. Näistä kolmesta (Fennofix 50, Fennofix 40 ja Fennosil E-128) Fennofix 40 ja Fennosil E-128 pienentävät merkityksellisesti hydrofobisten kolloidien määrää annosmäärällä 1000g/t. Fennofix pääsee näihin lukuihin annosmäärällä 2000g/t.



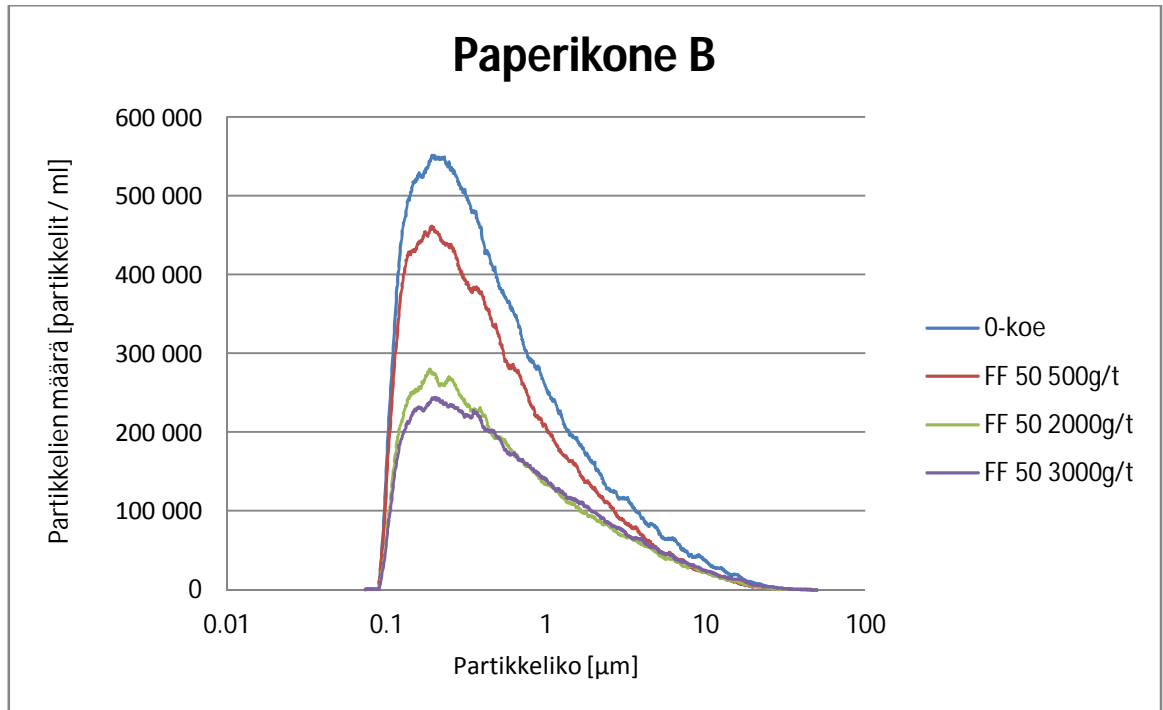


KUVA 18. Partikkelikoot- ja määrät. Kaikki partikkelit.

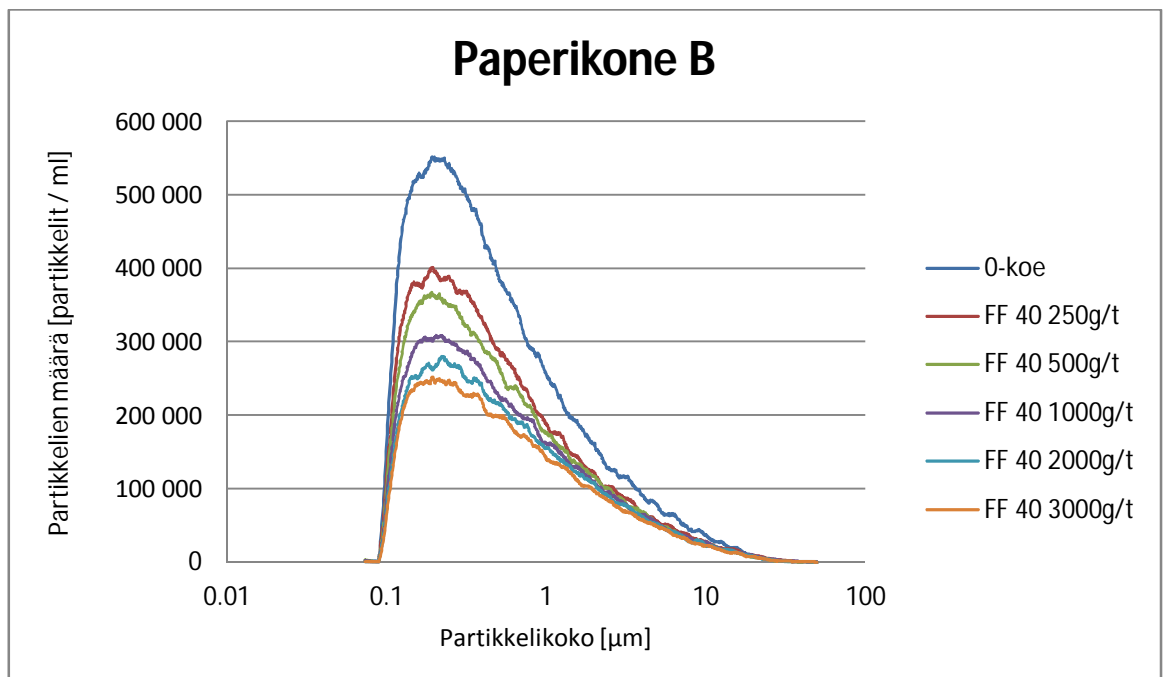


KUVA 19. Partikkelikoot- ja määrät. Hydrofobiset kolloidit.

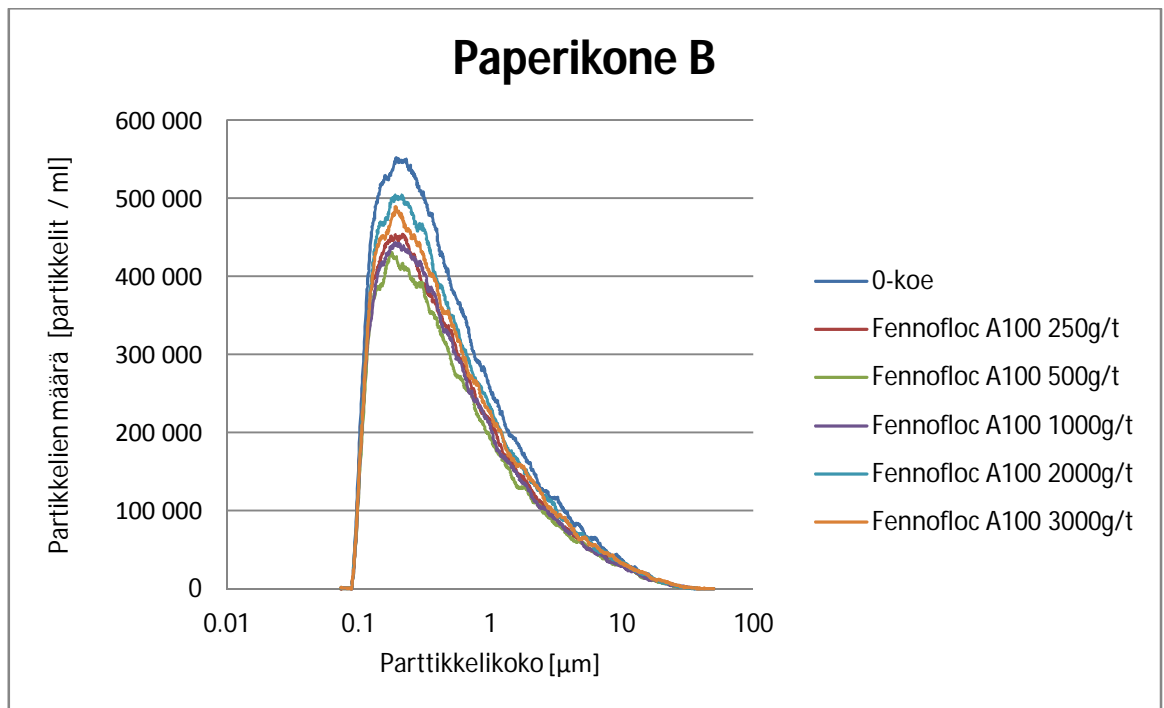
Partikkelikokojakaumista (KUVAT 20–24) nähdään kemikaalien Fennofix 50, Fennofix 40, Fennosil E-128 ja Fennopol K 7426P vaikutukset käyrien käyttäytymiseen. Mikään kemikaali ei kasvattanut partikkelikokoja olennaisesti, jokainen lukuun ottamatta Fennofloc A 100:aa pienensivät partikkelimääriä.



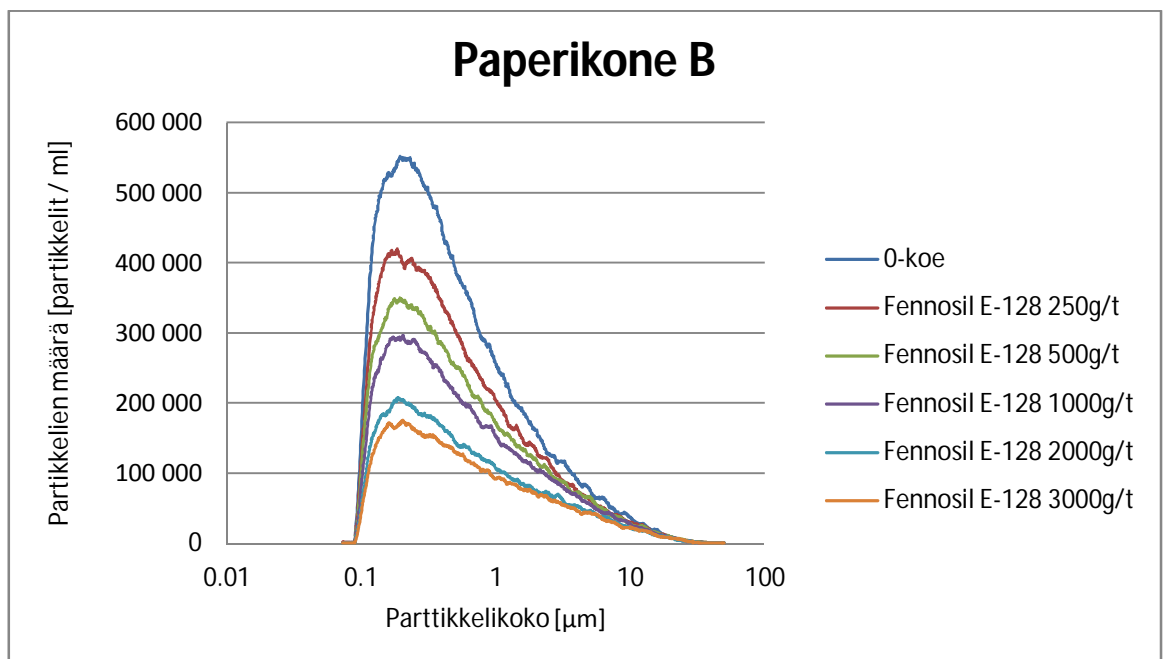
KUVA 20. Partikkelikokojakauma Fennofix 50.



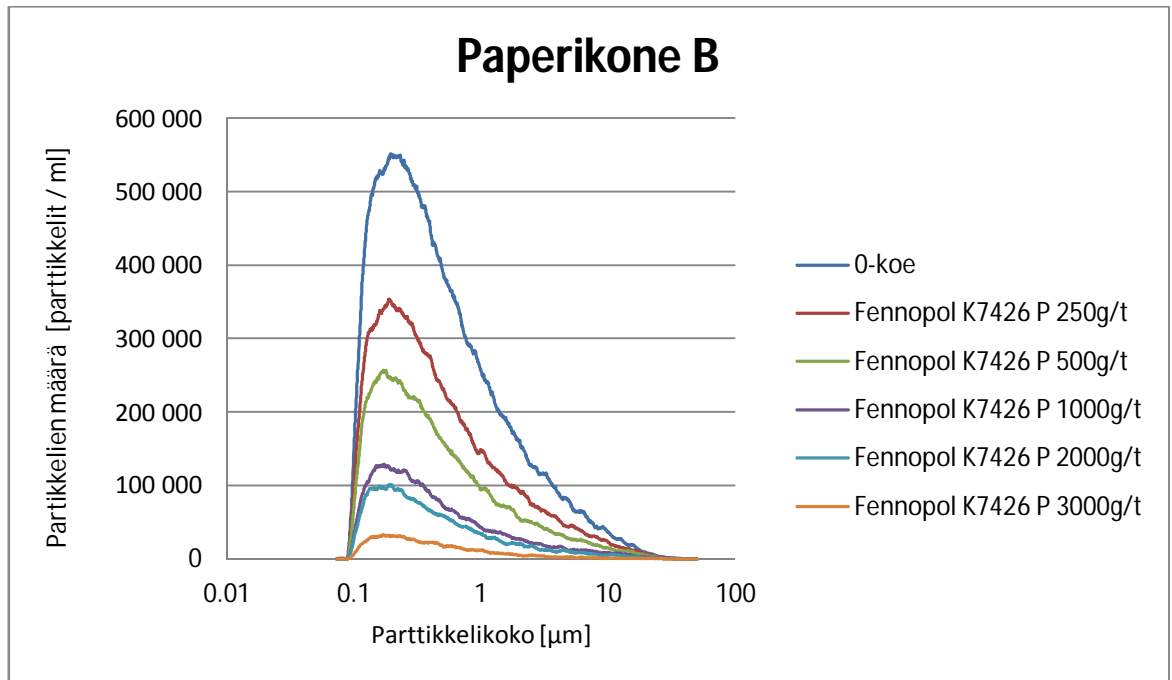
KUVA 21. Partikkelikokojakauma Fennofix 40.



KUVA 22. Partikkelikokojakauma Fennofloc A 100.



KUVA 23. Partikkelikokojakauma Fennosil E-128



KUVA 24. Partikkelikokojakauma Fennopol K 7426P

## 8 LABORATORIOTUTKIMUS 2

Tutkimus 2:ssa tukittavana olivat laboratoriossa pulperoidut BCTMP massat. Massat pulperoitettiin tehtaiden A ja B omiin kiertovesiin. Alla olevassa taulukossa (TAULUKKO 4.) ovat massojen karakterisoinnit.

TAULUKKO 4. Itse pulperoitujen massojen karakterisoinnit.

Suure	BCTMP Paperikone A	BCTMP paperikone B
pH	6.9	8.3
Sameus, NTU	36.14	46.61
Johtokyky, $\mu\text{S}/\text{cm}$	1.710mS	0.990mS
varaustila, $\mu\text{ekV}/\text{l}$	-693.4	-818.5
Zeta potentiaali, mV	-25.4	-23.1
KAP, g/l	61.2	64.1

Pulperoitujen BCTMP massojen karakterisoinnin mukaan suureet ovat lähes samat. Vain massojen sameustaso on alhaisempi, kuin tehtailla valmiiksi pulperoiduilla. Paperikoneiden väliset erot ovat samaa luokkaa, kuin laboratoriotutkimus 1:ssä.

Tutkimuksia päätettiin jatkaa laboratoriossa pulperoiduilla massoilla. Tutkimus 2:n testatut kemikaalit ja annosmäärät ovat lueteltuina alla olevassa taulukossa (TAULUKKO 5.).

TAULUKKO 5. Testatut kemikaalit.

<b>Fennofloc A100</b> 5000, 10 000, 20 000g/t
<b>Fennosil E-128</b> 500, 1000, 2000g/t
<b>Fennopol K7426P</b> 250, 500, 1000g/t
<b>Fennofloc A 100</b> 10 000g/t + <b>Fennosil E-128</b> 1000g/t
<b>Fennosil E-128</b> 1000g/t + <b>Fennofloc A 100</b> 10 000g/t

Annosmäärät olivat nyt sopivat, jonka seurauksena koepisteitä oli vähemmän. Kahden kemikaalin (Fennofloc A 100 ja Fennosil E-128) pisteitä sekoitettiin keskenään ja tutkittiin niiden vaikutusta tuloksiin. Tutkittiin myös onko näiden kahden kemikaalin annostelun järjestyksellä merkitystä.

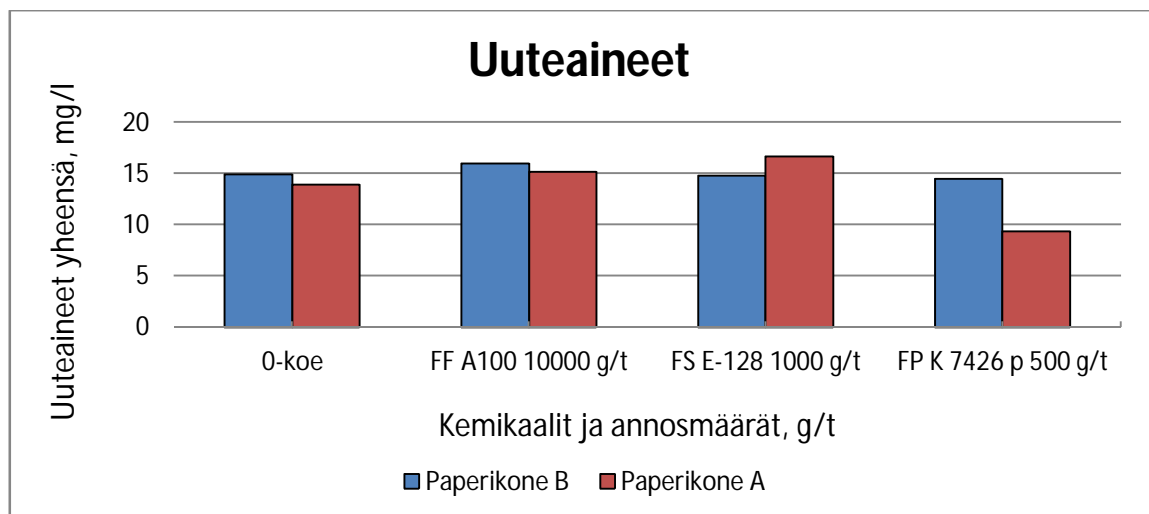
Toisella tutkimuskerralla molempien paperikoneiden A ja B osa testattavien kemikaalien suodoksista lähetettiin uuteaineanalyysiin (KAPPALE 6, 6.1.4 Uuteaineanalyysi).

TAULUKKO 6. Uuteaineanalyysi

Näytepiste		Uuteaineet			
Tehdas	Nimi	rasvahapot	hartsihapot	ox.hartsihapot	sterolit
B	J1 0-koe	6.20	3.72	1.69	0.12
B	J3 Fennofloc A100 10000 g/t	6.46	2.36	1.81	0.21
B	J6 Fennosil E-128 1000 g/t	5.96	3.41	2.47	0.22
B	J9 Fennopol K 7426 p 500 g/t	5.70	3.52	2.65	0.05
A	T1 0-koe	3.27	2.55	2.79	0.06
A	T3 Fennofloc A100 10000 g/t	4.83	2.12	1.30	0.00
A	T6 Fennosil E-128 1000 g/t	4.25	2.63	5.45	0.05
A	T9 Fennopol K 7426 p 500 g/t	2.33	2.17	1.72	0.06

Näytepiste		Uuteaineet			
Tehdas	Nimi	muut	steryyliesterit	triglyserilit	<i>uuteaineet yht.</i>
B	J1 0-koe	0.46	0.9	1.8	<b>14.9</b>
B	J3 Fennofloc A100 10000 g/t	0.45	2.1	2.6	<b>16.0</b>
B	J6 Fennosil E-128 1000 g/t	0.50	0.8	1.5	<b>14.8</b>
B	J9 Fennopol K 7426 p 500 g/t	0.57	0.8	1.2	<b>14.5</b>
A	T1 0-koe	0.69	2.1	2.4	<b>13.9</b>
A	T3 Fennofloc A100 10000 g/t	0.44	3.1	3.4	<b>15.2</b>
A	T6 Fennosil E-128 1000 g/t	1.56	1.1	1.6	<b>16.7</b>
A	T9 Fennopol K 7426 p 500 g/t	0.46	1.2	1.4	<b>9.4</b>

Uuteaineanalyysissä yksikkönä on mg/l ja määrittärajat ovat 0.001-0.003. Näytepisteet, jotka lähetettiin analysoitavaksi, olivat kemikaalien annosmäärien keskivaiheilta. TAULUKOSTA 6. huomataan, että uuteaineiden määrä lähtiessä (0-koe) on kokonaisuudessaan lähes sama Paperikoneiden A ja B välillä.



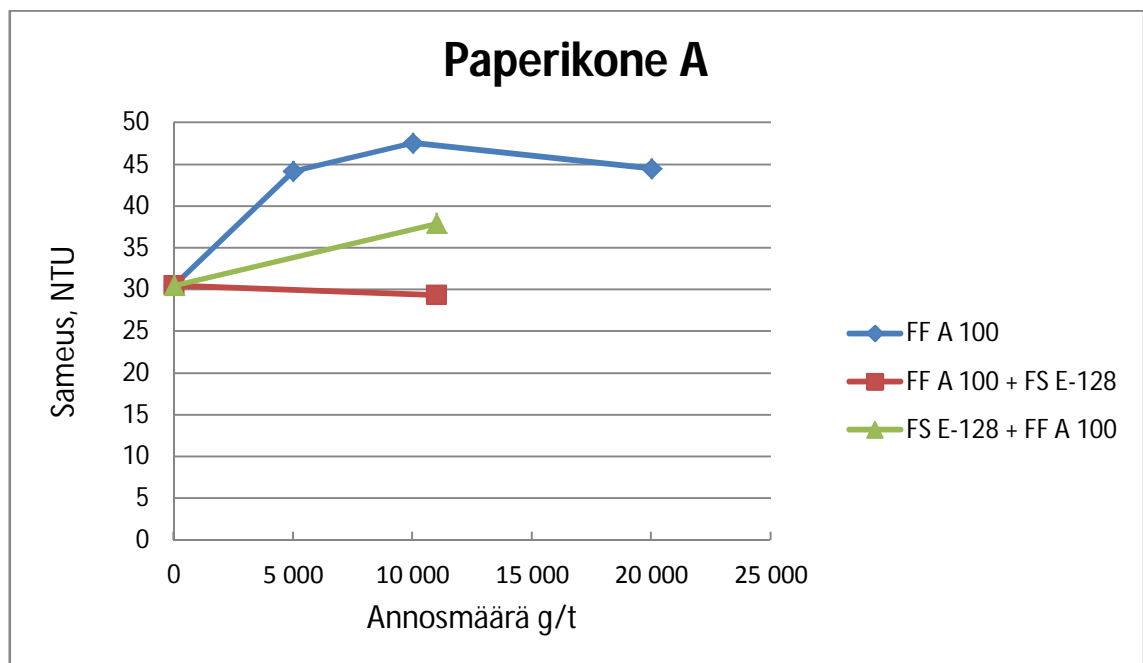
KUVA 25. Kokonaisuuteainepitoisuudet

Eniten uuteaineiden määrää vähentää molempien koneiden kohdalla Fennopol K 7426P. Eniten uuteaineiden määrä on vähentynyt Tehtaan A paperikone A:lla. Kemikaalilla Fennopol K 7426P uuteaineiden yhteismäärä laski 32 %. Paperikone A:n kohdalla Fennopol K 7426P vaikutti jokaisen uuteaineen kohdalla (rasva- ja hartsihapot, steryyliesterit ja triglyserilit).

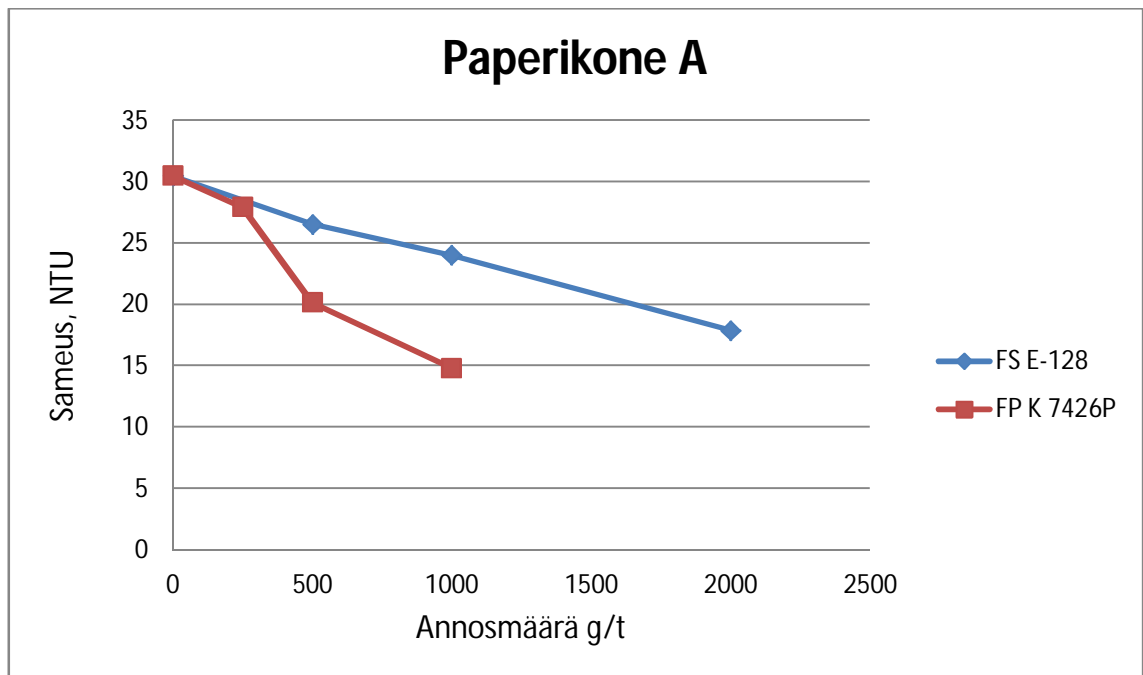
Paperikone B:n kohdalla Fennopol K 7426P vaikutus oli vähäisempi. Muut testattavat kemikaalit tehtaiden A ja B välillä vähensivät hieman tai kasvattivat uuteaineiden määrää.

### 8.1 Paperikone A, tutkimus 2

KUVISSA 26–29 on kuvattuna toisen tutkimuskerran tulokset ja koepisteiden vaikutuksen suodosten sameuteen ja varaustilaan. Ensimmäisen tutkimuskerran jälkeen koepisteitä on vähemmän, koska kemikaalien annosmäärät ovat sopivat, joten liian vähäiset tai liian korkeat annosmäärät ovat poistettu. Myös kemikaaleja on sekoitettu keskenään ja sekoitusten vaikutusta on tutkittu.

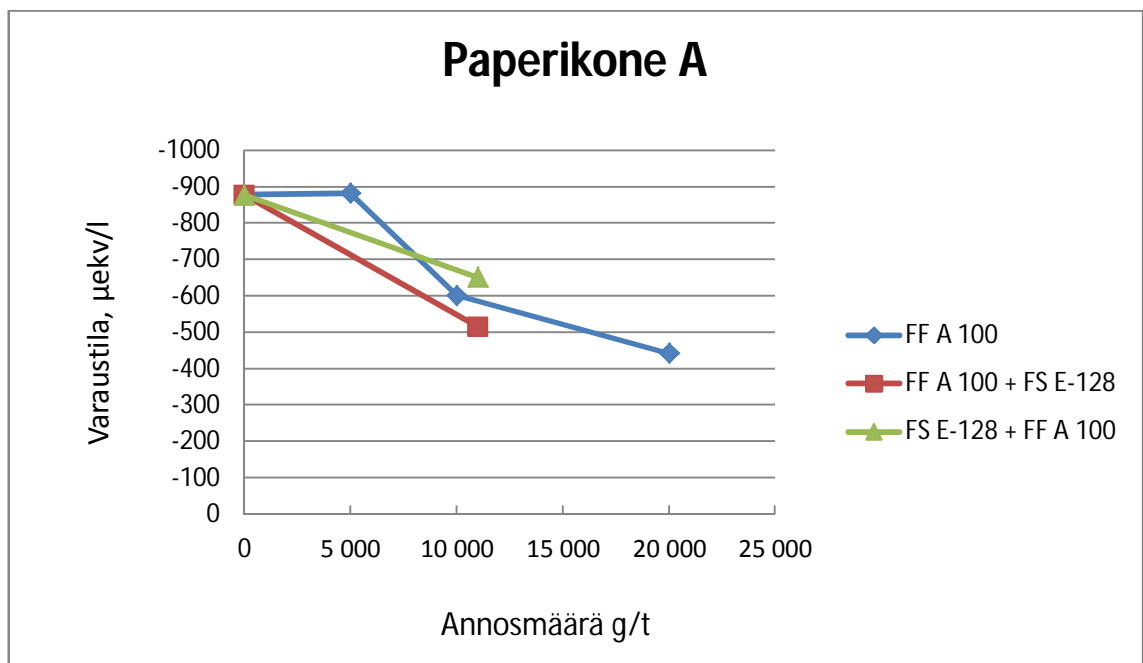


KUVA 26. Paperikone A sameus, FF A 100, FF A 100 + FS E-128 & FS E-128 + FF A 100



KUVA 27. Paperikone A sameus, FS E-128 & FP K 7426P

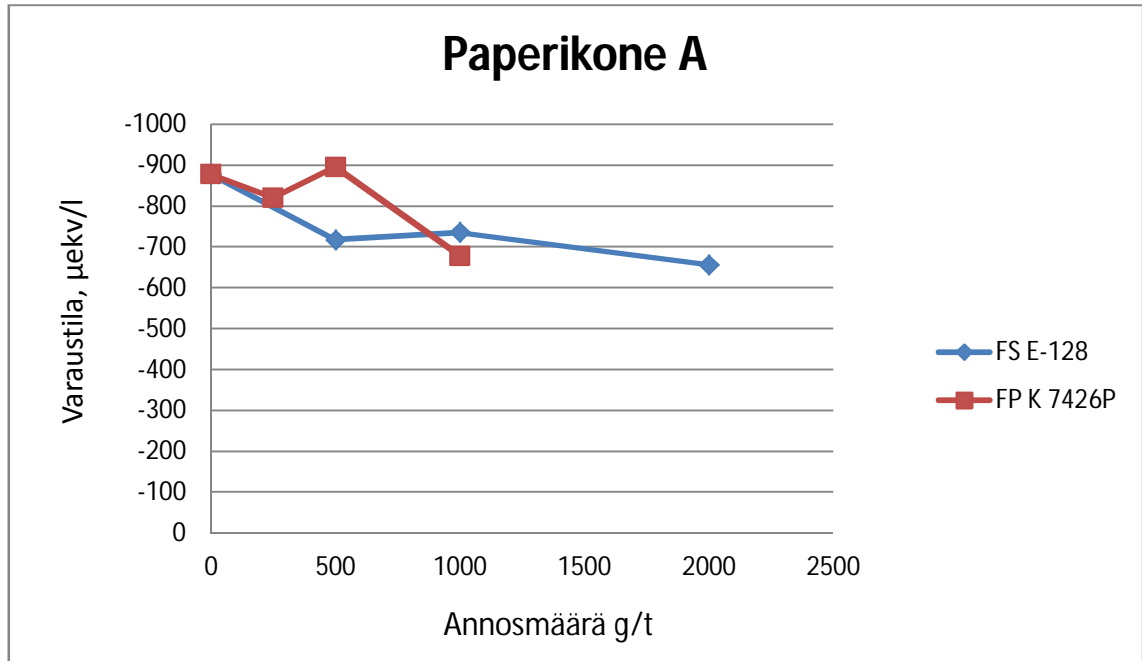
KUVAT 26–27. osoittavat, että suurimman laskun sameudessa antoi Fennopol K 7426P annosmäärällä 1000g/t (51 %). Toiseksi suurimman laskun sameudessa antoi Fennosil E-128 annosmäärällä 1000g/t, joka laski suodoksen sameutta 42 %.



KUVA 28. Paperikone A varaustila, FF A 100, FF A 100 + FS E-128 & FS E-128 + FF A 100

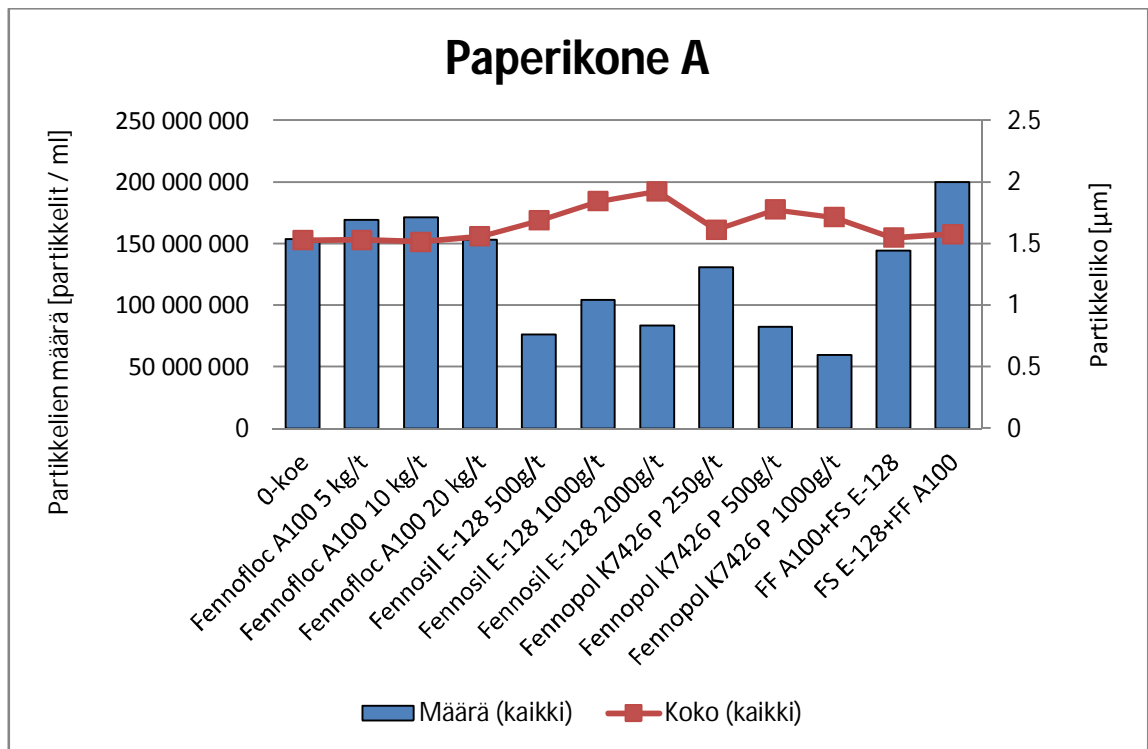


Varaustilassa eniten laskua aiheutti Fennofloc A 100 annosmäärällä 20 000g/t, joka las-  
ki korkeaa anionisuutta 50 %. Fennofloc A 100 kuitenkin lisäsi suodosten sameutta jo-  
kaisella kolmella koepisteellä. Fennosil E-128:n ja Fennofloc A 100:n sekoitus laskee  
anionisuutta verrattaessa Fennosil E-128:n tuloksiin, mutta sameudessa näiden kahden  
kemikaalin sekoitus jää samalle tasolle tai jopa kasvattaa sitä.

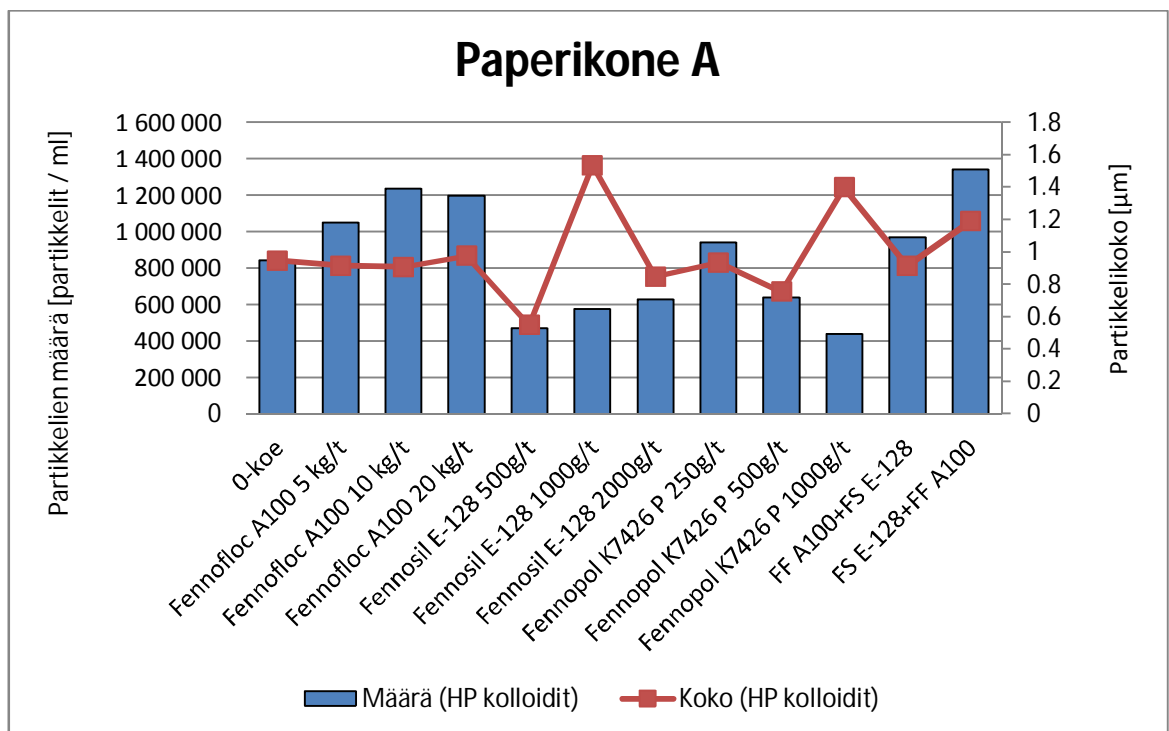


KUVA 29. Paperikone A varaustila, FS E-128 & FP K 7426P

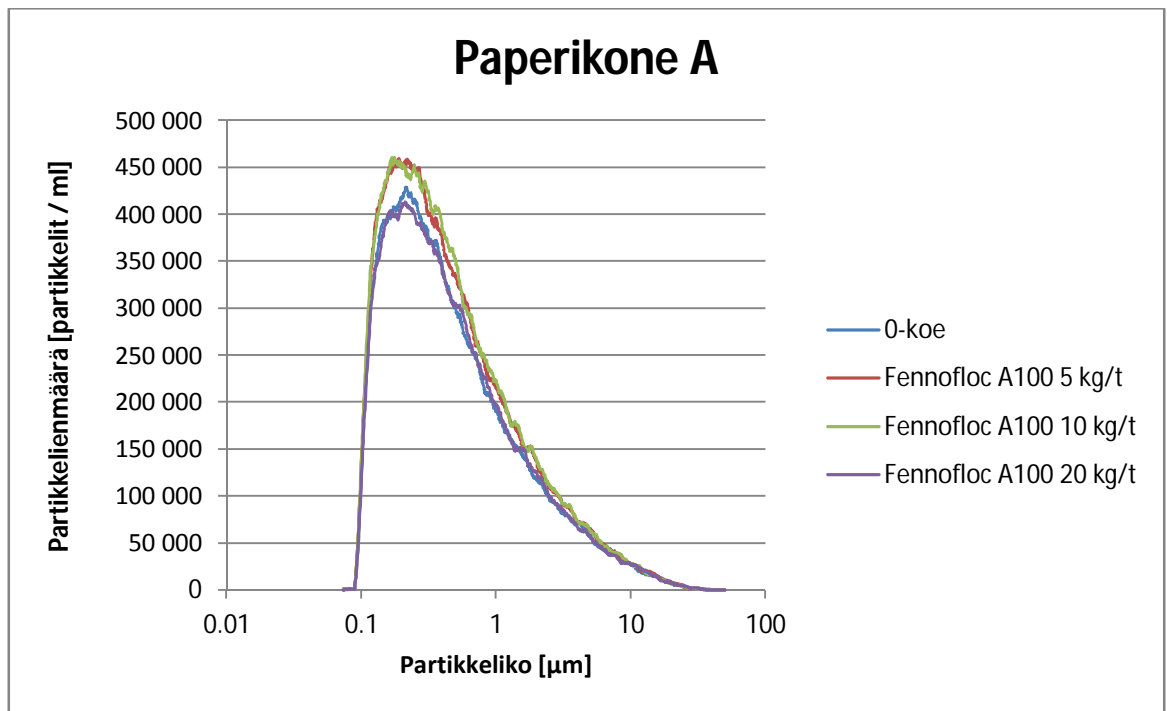
Partikkelimäärät ovat pienimmillään Fennosil E-128:n ja Fennopol K 7426P:n kohdalla (KUVA 30.) Fennosil E-128 pienentää myös partikkelimääriä annosmäärällä 500g/t (KUVAT 30–31.), mutta alkaa kasvattaa hieman partikkelimäärää suuremmilla annosmäärillä (KUVAT 30–31.) Partikkelikoot kasvavat kaikilla kemikaaleilla hieman alkupisteestä paitsi hydrofobisten kolloidien kohdalla, milloin partikkelikoot vaihtelevat (KUVAT 30–31.)



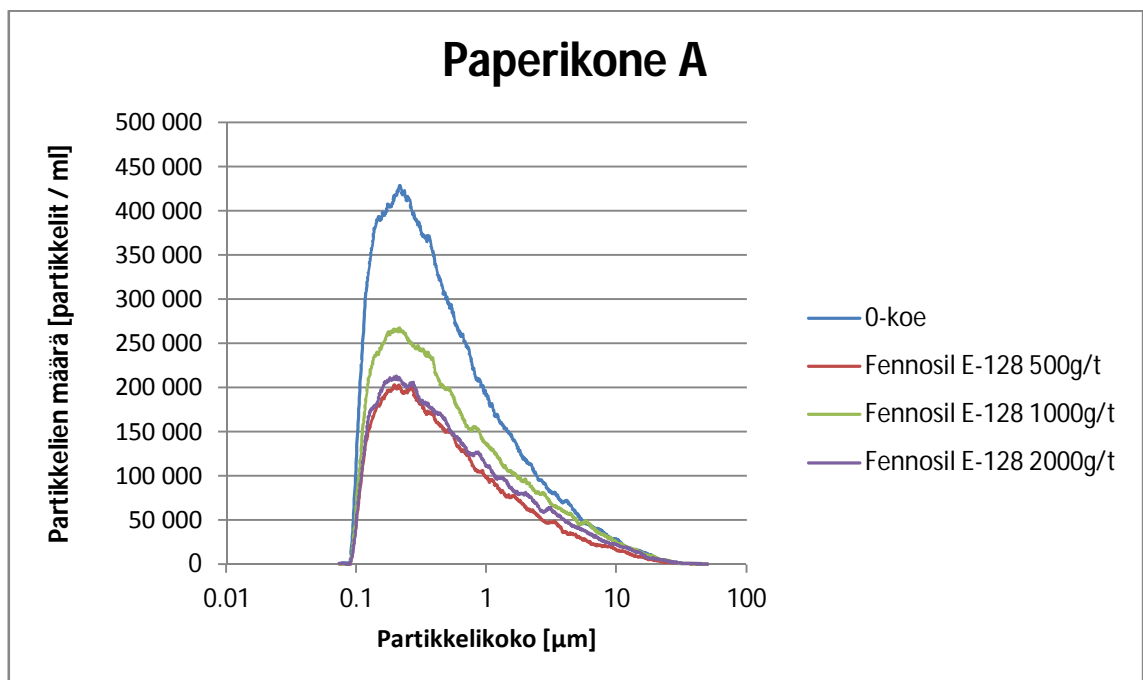
KUVA 30. Partikkelikoot ja määrät. Kaikki partikkelit.



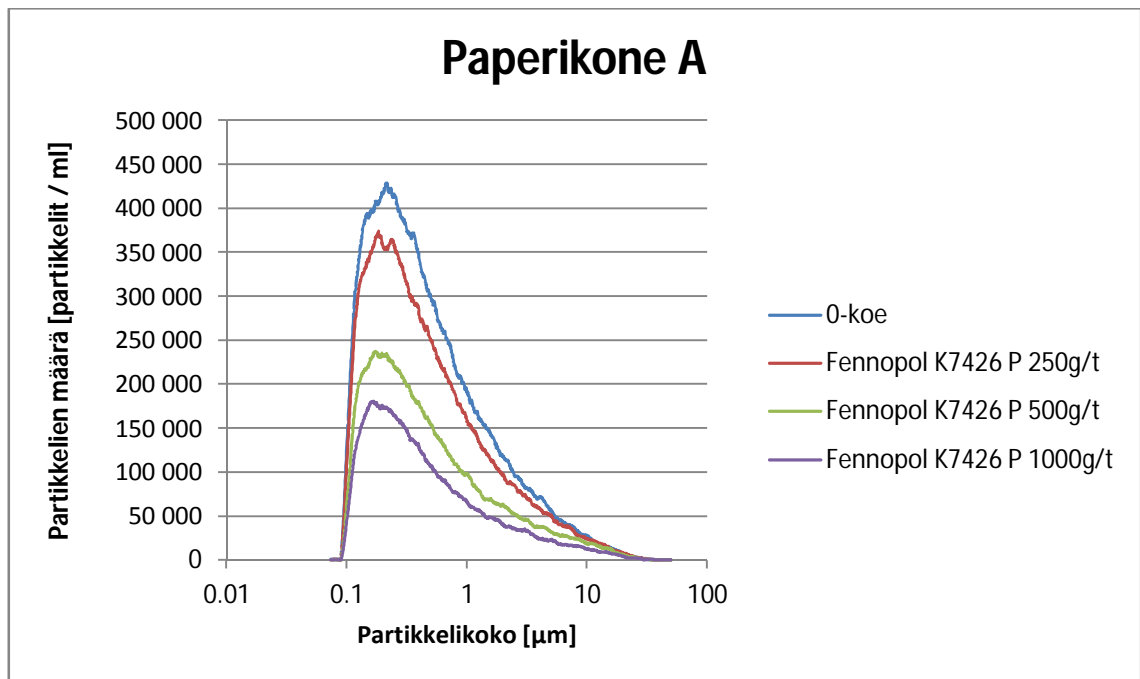
KUVA 31. Partikkelikoot ja määrät. Hydrofobiset kolloidit.



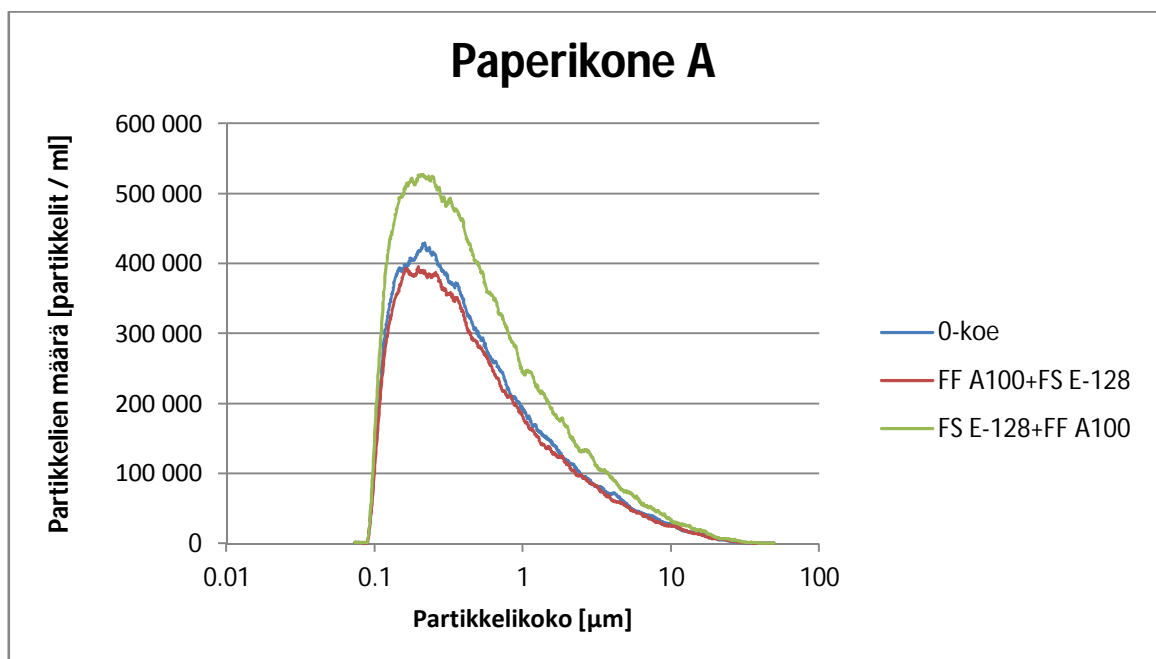
KUVA 32. Partikkelikokojakauma Fennofloc A 100.



KUVA 31. Partikkelikokojakauma Fennosil E-128.



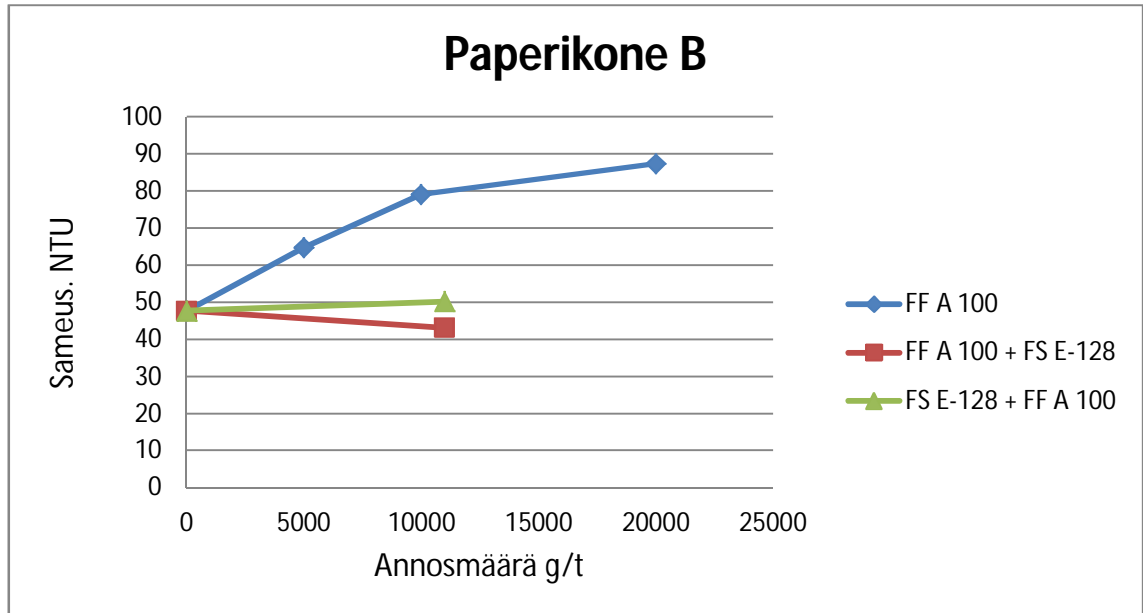
KUVA 32. Partikkelikokojakauma Fennopol K 7426P.



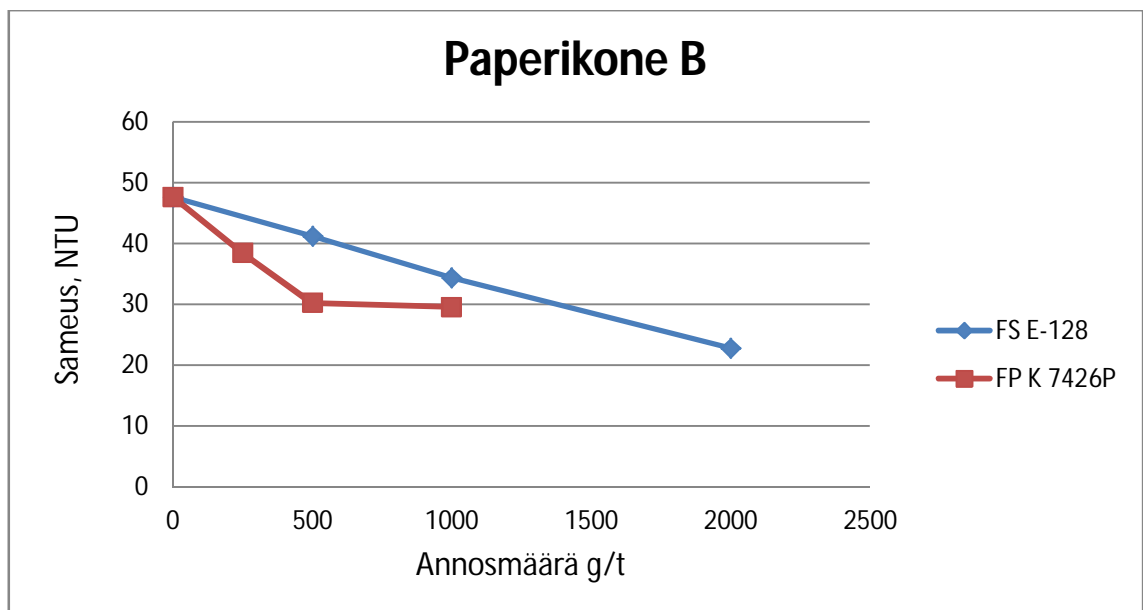
KUVA 33. Partikkelikokojakauma Fennofloc A 100 + Fennosil E-128.

## 8.2 Paperikone B, tutkimus 2

KUVISSA 34–35. on kuvattuna Paperikone B:lle tehtyjen tutkimusten vaikutuksia suodosten sameuteen ja varaustilaan. Kemikaalit ja annosmäärät ovat samat kuin Paperikone A:lle.

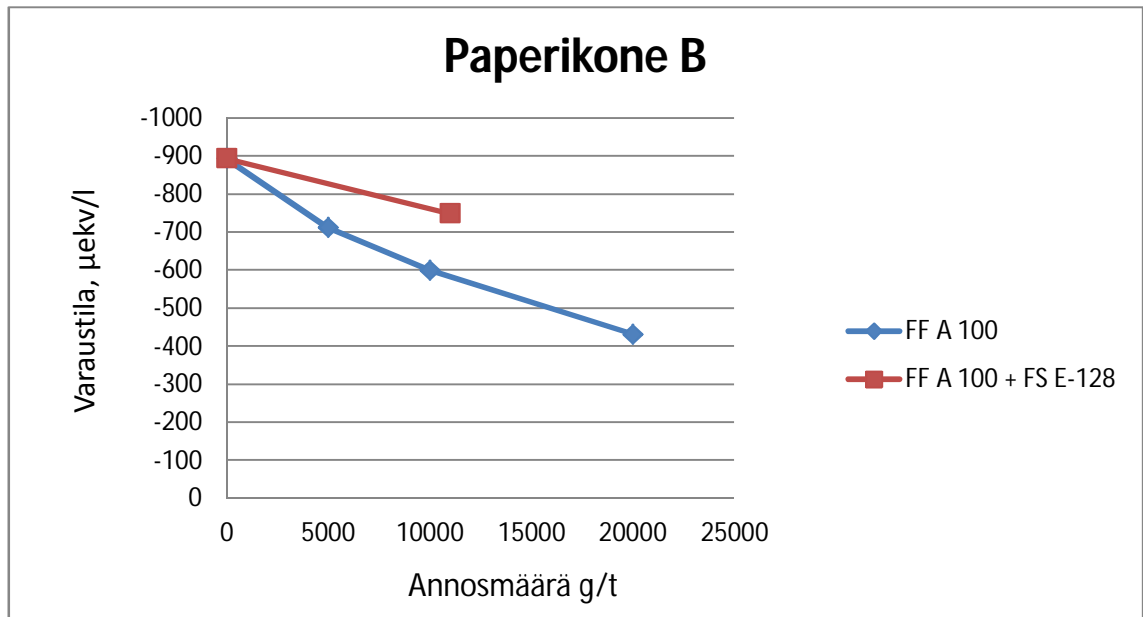


KUVA 34. Paperikone B sameus, FF A 100, FF A 100 + FS E-128 & FS E-128 + FF A 100

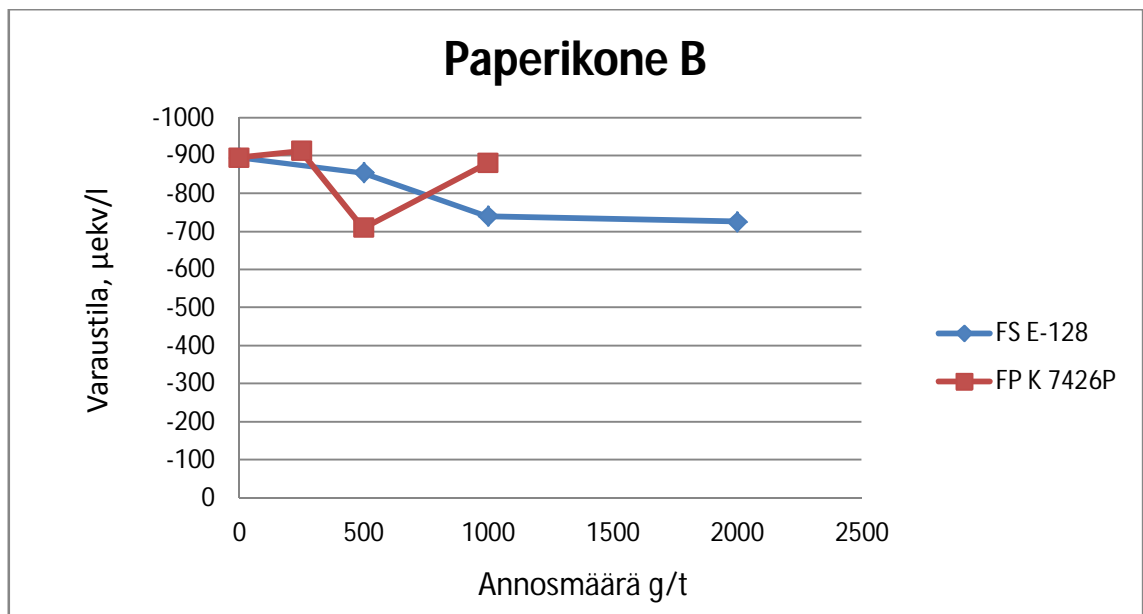


KUVA 35. Paperikone B sameus, FS E-128 & FP K 7426P

Eniten sameutta laski (KUVAT 34-35.) Fennosil E-128 annosmäärällä 2000g/t (52 %) ja toiseksi eniten Fennopol K 7426P annosmäärällä 1000g/t, joka laski suodosten sameutta 38 %. Fennofloc A 100 lisäsi suodosten sameutta jokaisella kolmella koepisteellä annosmäärän lisääntyessä. Fennosil E-128:n ja Fennofloc A 100:n sekoitus ei tuottanut erityistä tulosta myöskään paperikone B:n tapauksessa. Eniten varaustilan anionisuutta laski Fennofloc A 100 annosmäärällä 20 000g/t (52 %).

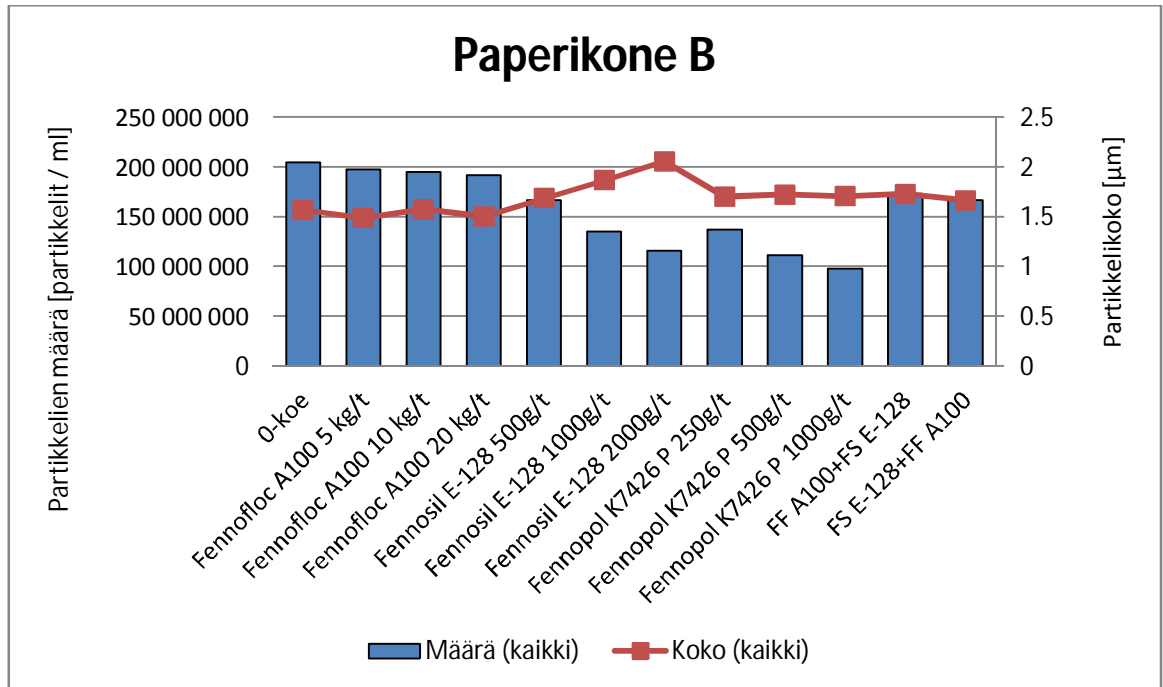


KUVA 36. Paperikone B varaustila, FF A 100, FF A 100 + FS E-128 & FS E-128 + FF A 100



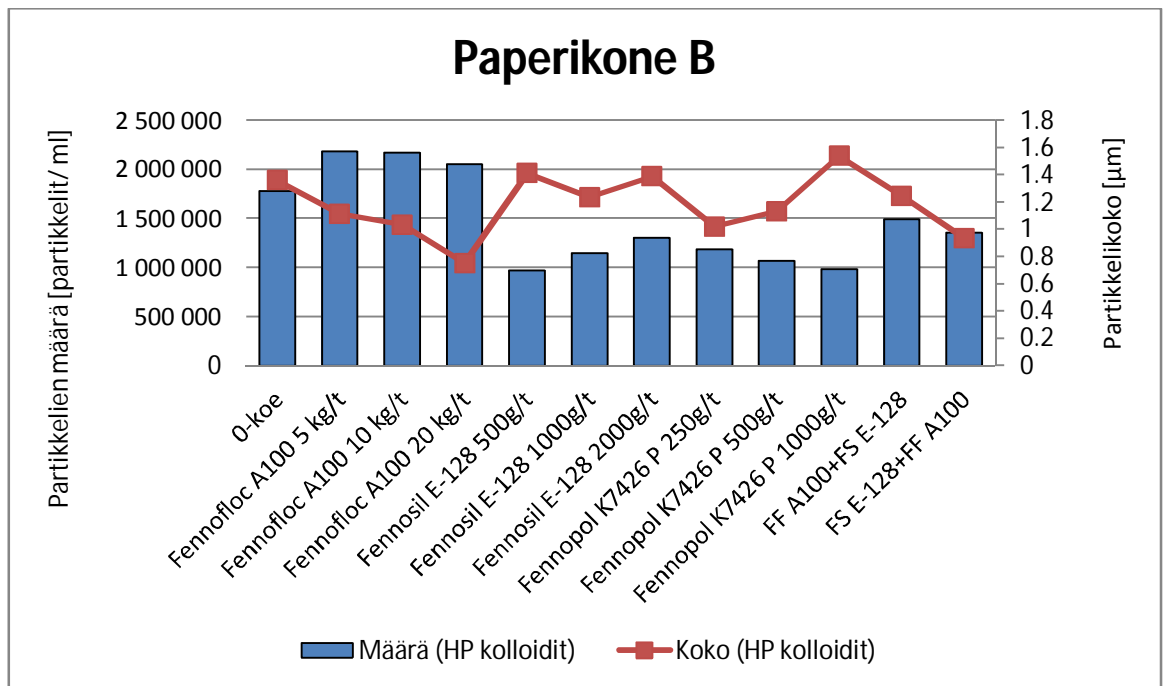
KUVA 37. Paperikone B varaustila, FS E-128 & FP K 7426P

Katsottaessa kaikkia partikkeleita, partikkelimäärät laskevat tasaisesti kemikaaleilla Fennosil E-128 ja Fennopol K 7426P (KUVA 38.). Fennofloc A 100:n kohdalla partikkelimäärät pysyvät lähes samana. Partikkelikoot kasvavat hieman kemikaalilla Fennosil E-128 annosmäärällä 2000g/t.



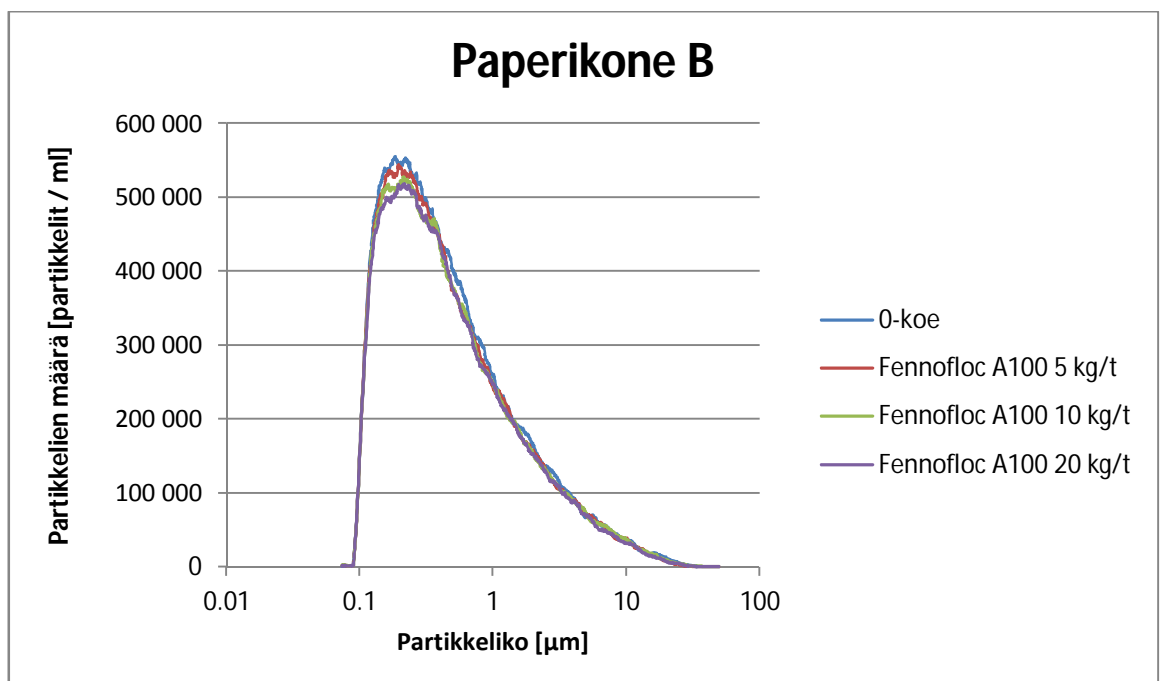
KUVA 38. Partikkelikoot ja määrät. Kaikki partikkelit.

KUVA 38. osoittaa, että Fennopol K 7426P pienentää kaikkien partikkelien määrää tasaisesti annosmääriä lisäämällä. Samoin käyttäytyy myös Fennosil E-128. Myös hydrofobisten kolloidien kohdalla Fennopol K 7426P käyttäytyy samalla tavalla. Fennosil E-128 kasvattaa hieman hydrofobisten kolloidien määrää, kun annosmääriä lisätään (KUVA 39.).



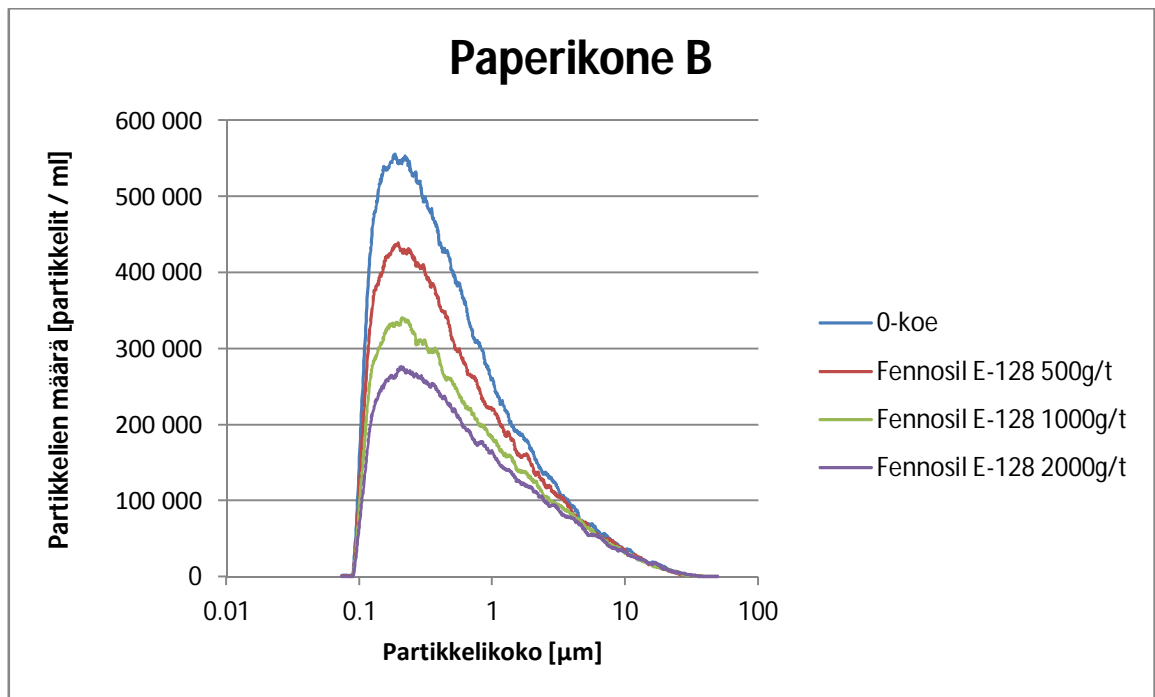
KUVA 39. Partikkelikoot ja määrät. Hydrofobiset kolloidit.

KUVAT 40–43. kuvaavat partikkelikokojakaumia kaikille partikkeleille. Myös paperikone B:n kohdalla Fennosil E-128 ja Fennopol K 7426P osoittavat laskua partikkelikokojakaumissa. Vain Fennofloc A 100 on jakaumissa lähellä 0-koetta.

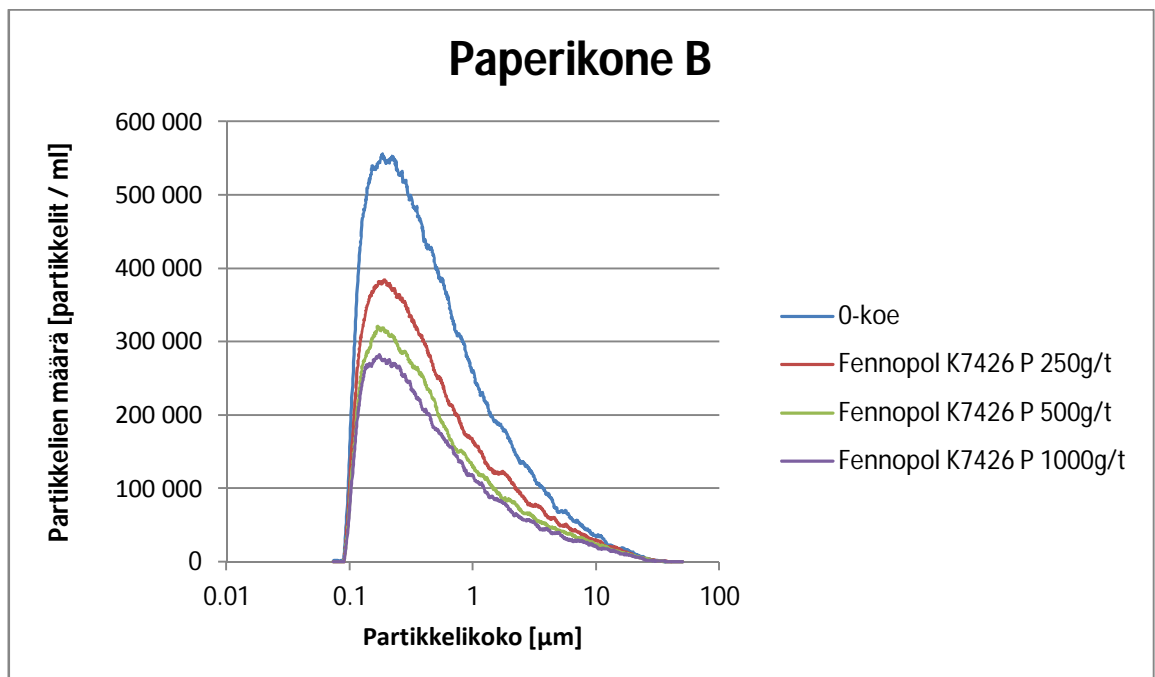


KUVA 40. Partikkelikokojakauma Fennofloc A100.

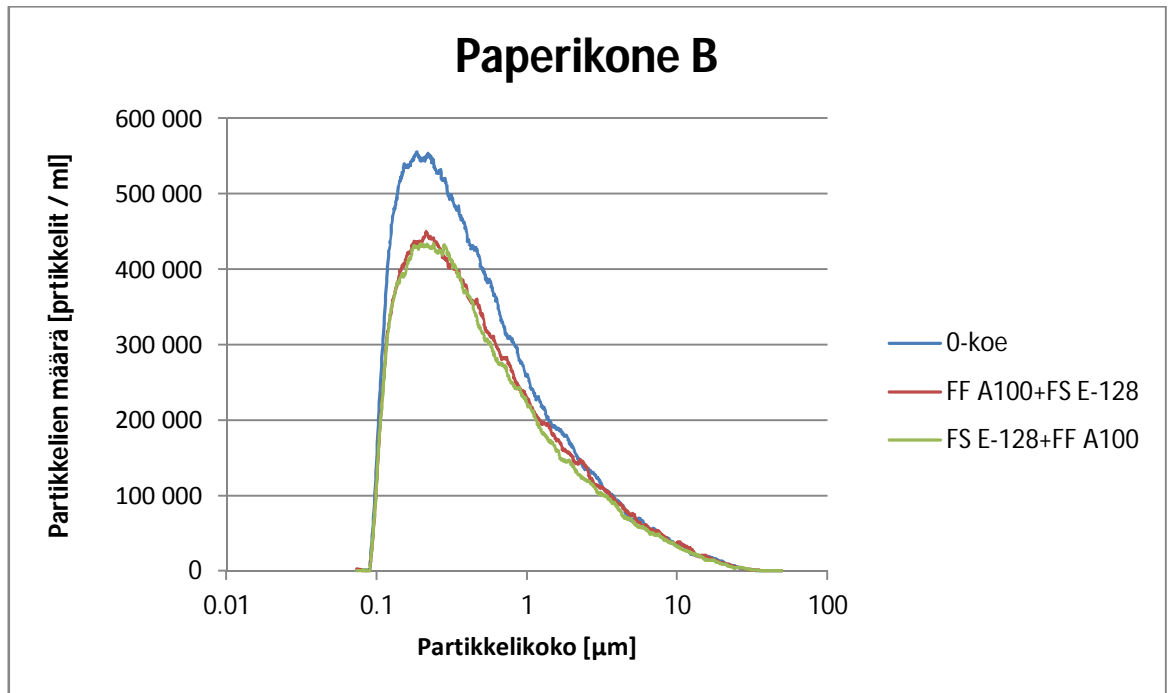




KUVA 41. Partikkelikokojakauma Fennosil E-128



KUVA 42. Partikkelikokojakauma Fennopol K 7426P



KUVA 43. Partikkelikokojakauma Fennofloc A 100 + Fennosil E-128

## 9 LABORATORIOTUTKIMUS 3

Tutkimus 3:ssa tutkittavana oli vain paperikone A. Tutkimuksessa käytettiin laboratoriossa pulpperoitua BCTMP massaa. Massa pulpperoitiin tehtaan A kiertoveteen ja massalle tehtiin karakterisointi (TAULUKKO 7.).

TAULUKKO 7. Massan karakterisointi

Suure	BCTMP Paperikone A
pH	7.8
Sameus, NTU	46.17
Johtokyky, $\mu\text{S}/\text{cm}$	2,120
varaustila, $\mu\text{ekv}/\text{l}$	-883.1
Zeta potentiaali, mV	-35.6
KAP, g/l	60.0

Kemikaaleja on nyt hieman lisätty ja vaihdeltu verrattuna tutkimus 2:een. Mukana on nyt kolme eri polymeeria, Kemiran alumiinisulfaatti ja jo edellisissä kokeissa mukana olleet Fennofloc A 100 ja Fennofix 50.

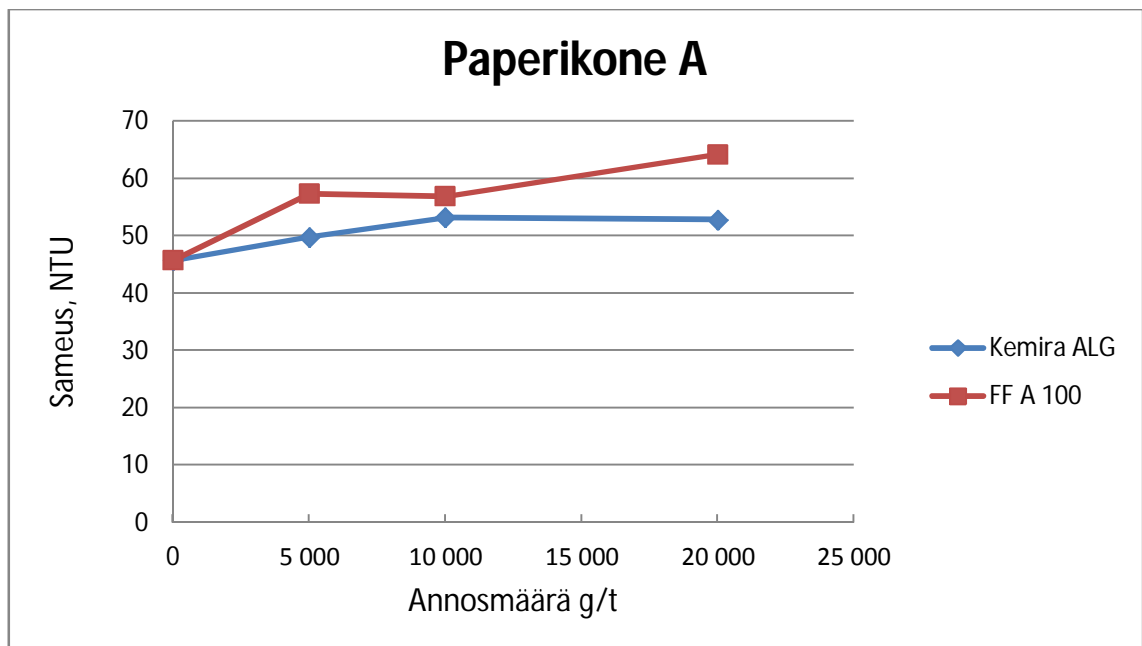
TAULUKKO 8. Testatut kemikaalit

<b>Fennofix 50</b> 500, 1000, 2000g/t
<b>Kemira ALG</b> 5000, 10 000, 20 000g/t
<b>Fennofloc A 100</b> 5000, 10 000, 20 000g/t
<b>Fennopol K 3400P</b> 250, 500, 1000g/t
<b>Fennopol K 7426P</b> 250, 500, 1000g/t
<b>Fennopol K 7626P</b> 250, 500, 1000g/t

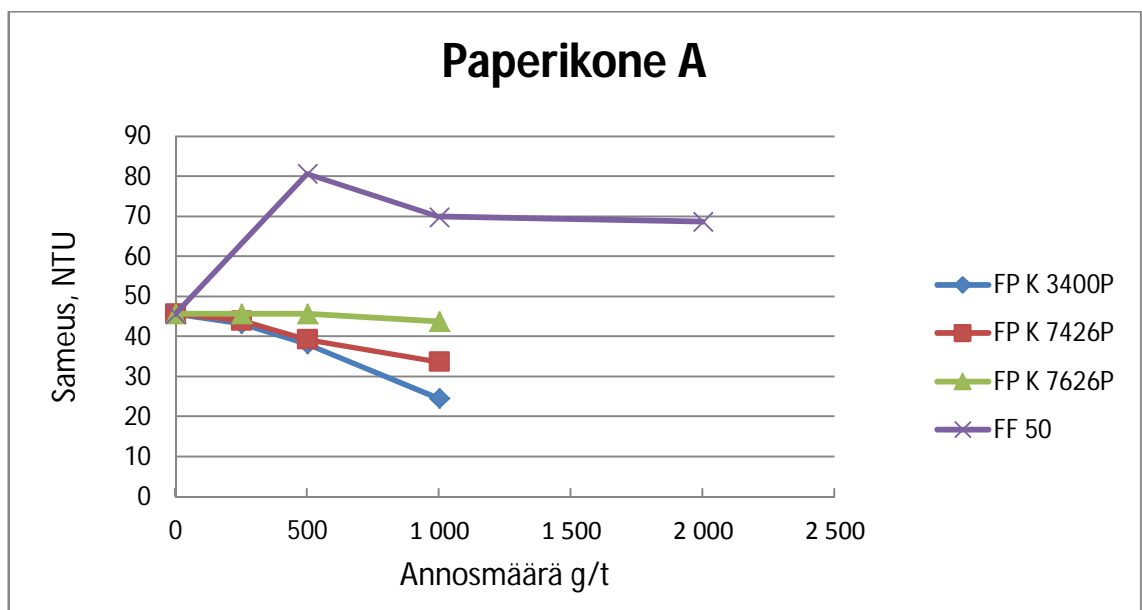
Jokaisella kemikaalilla mitattiin kolme eri mittauspistettä. Kolme mittauspistettä ja pis-  
teiden annosmäärät ovat lueteltuina yllä olevassa taulukossa (TAULUKKO 8.)

### 9.1 Paperikone A, tutkimus 3

KUVISSA 44–45. on kuvattuna kemikaalien koepisteiden luku- ja annosmäärät ja niiden vaikutukset suodosten sameuteen ja varaustilaan. Eniten sameutta laski Fennopol K 3400P annosmäärällä 1000g/t, joka laski sameuta 46 % (KUVA 45.) Toiseksi eniten sameutta laski Fennopol K 7426P (26 %) annosmäärällä 1000g/t ja kolmanneksi eniten Fennopol K 7626P (23 %) annosmäärällä 1000g/t. Fennofix 50, Kemira ALG ja Fennofloc A 100 lisäsivät sameutta jokaisella annospisteellä.

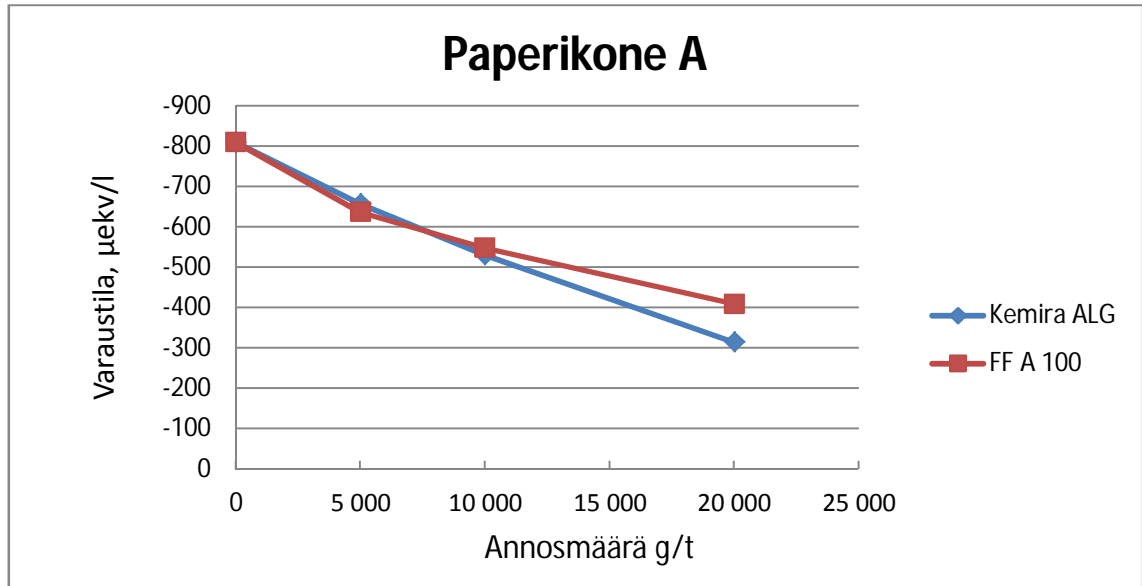


KUVA 44. Paperikone A sameus, Kemira ALG & FF A 100.

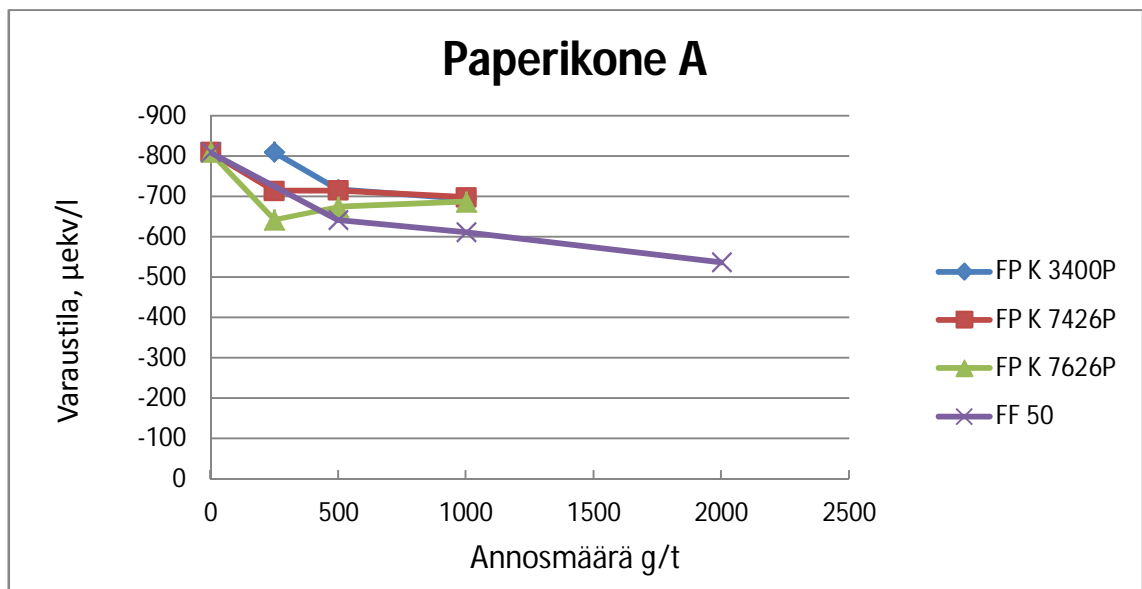


KUVA 45. Paperikone A sameus, FP K 3400P, K 7426P, 7626P & FF 50

KUVISTA 46–47. ilmenevät kemikaalien vaikutukset suodosten varaustilaan. Eniten korkeaan anionisuuteen laskevasti vaikutti Kemira ALG, joka laski anionisuutta 61 % annosmäärällä 1000g/t. Toiseksi eniten anionisuutta laski Fennofloc A 100 annosmäärällä 1000g/t (50 %). Kolmanneksi eniten anionisuutta laski Fennofix 50 annosmäärällä 2000g/t (34 %).

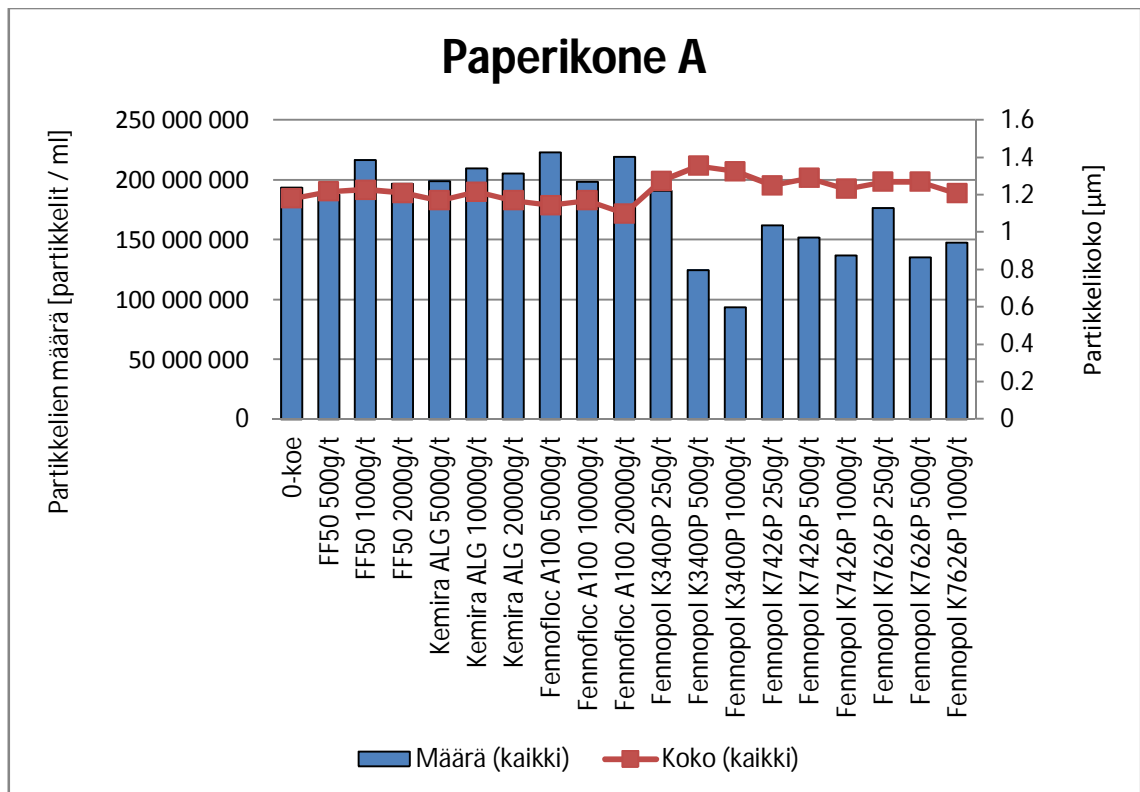


KUVA 46. Paperikone A varaustila, Kemira ALG & FF A 100.



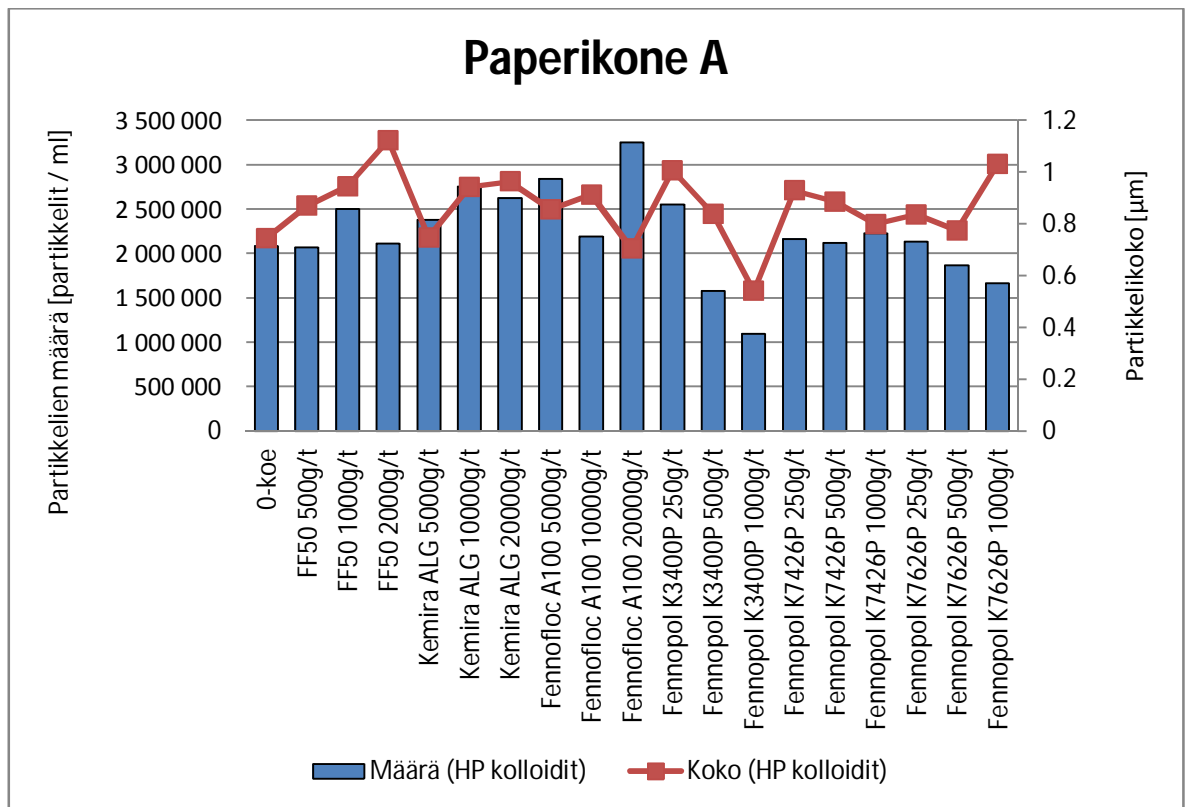
KUVA 47. Paperikone A varaustila, FP K 3400P, K 7426P, 7626P & FF 50

Partikkelikoot ja määrät ovat kuvattuna (KUVAT 48–49.) samaan kuvaajaan, mistä huomataan, että kaikkien partikkelien määrät pienenevät eniten (KUVA 47.) kemikaalilla Fennopol K 3400P ja annosmäärällä 1000g/t. Partikkelien koot pysyvät Fennopol K 3400P:llä samalla tasolla tai kasvavat hieman. Myös Fennopol K 7426P ja Fennopol 7626P pienentävät partikkelimäärää kaikkia partikkeleja katsottaessa (KUVA 48.). Muiden kemikaalien (Fennofix 50, Fennofloc A 100 ja Kemira ALG) partikkelimäärät pysyvät samalla tasolla tai jopa hieman kasvavat.



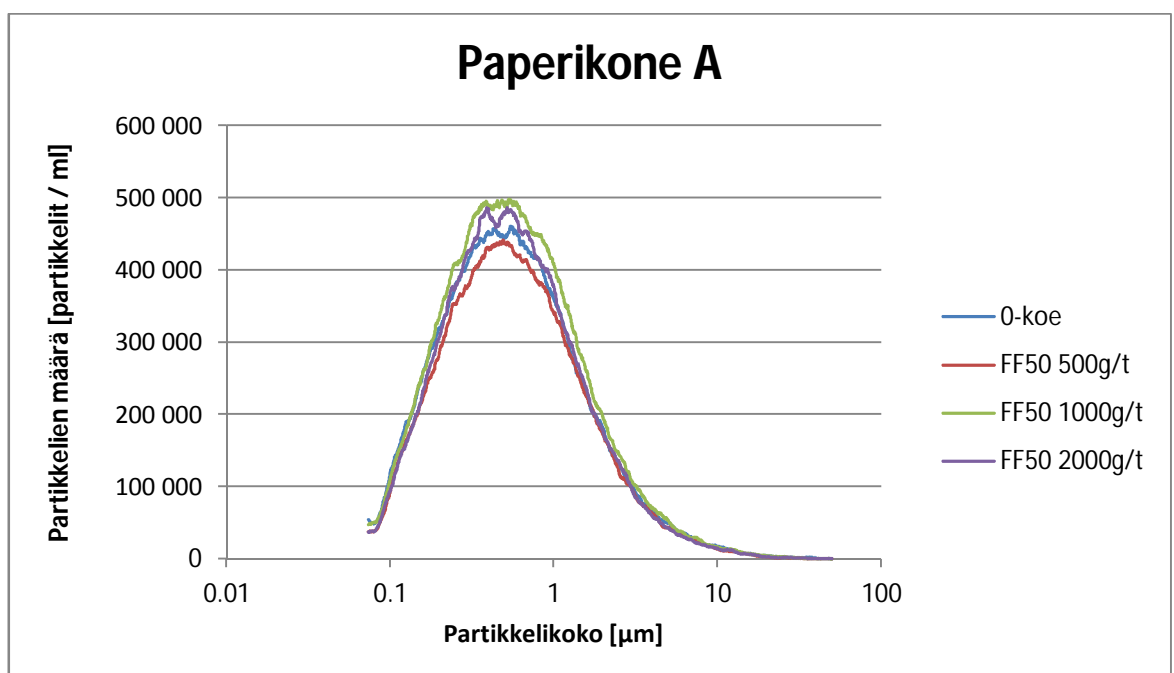
KUVA 48. Partikkelikoot ja määrät. Kaikki partikkelit

Myös hydrofobisten kolloidien kohdalla (KUVA 49.) Fennopol K 3400P vähentää partikkelimääriä eniten annosmäärällä 1000g/t. Annosmäärällä 1000g/t Fennopol K 3400P laskee eniten myös hydrofobisten kolloidien partikkelikokoa.

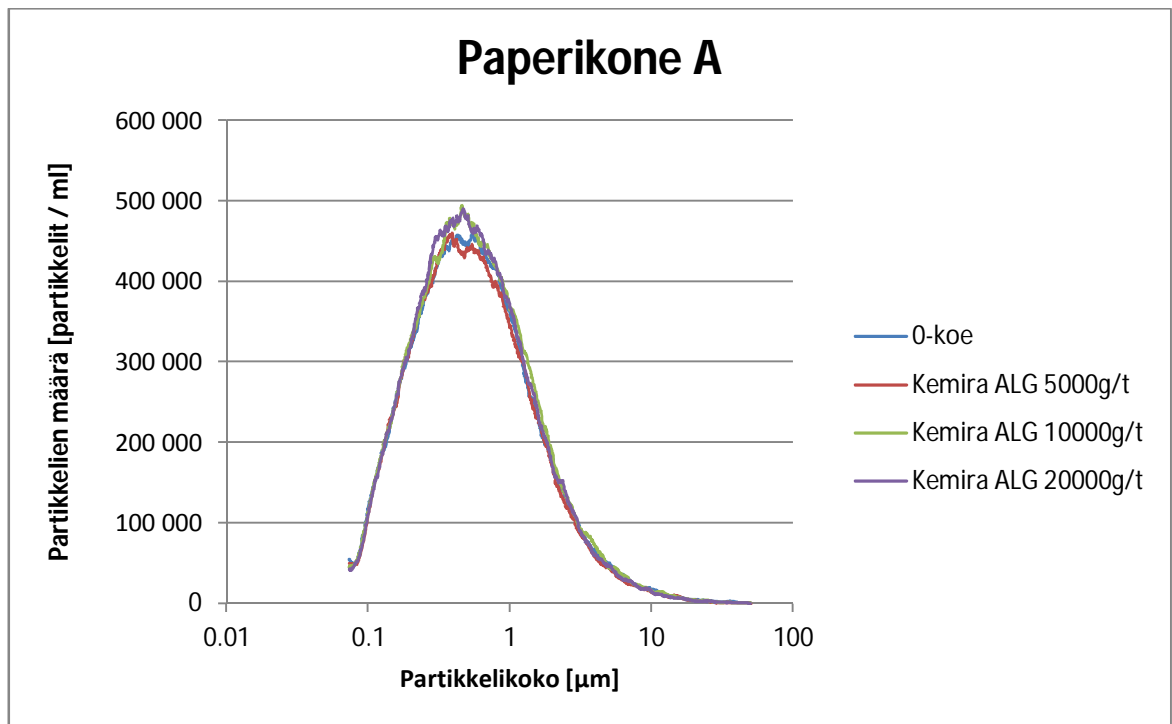


KUVA 49. Partikkelikoot ja määrät. Hydrofobiset kolloidit.

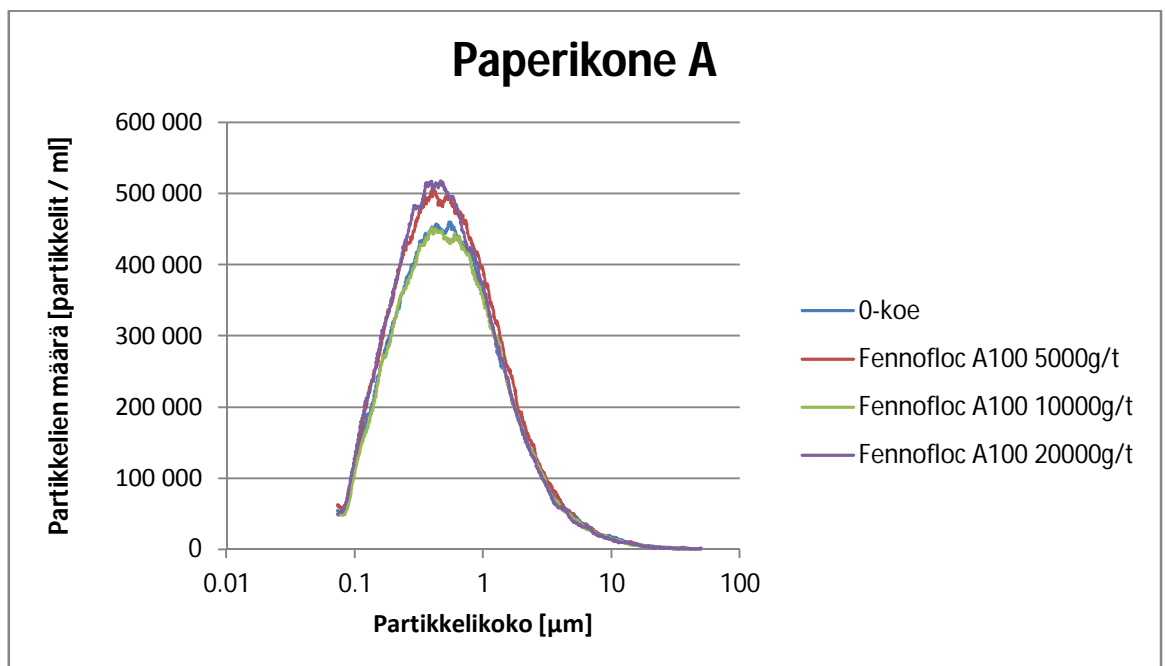
Partikkelikokojakaumat ovat kuvattuna (KUVAT 45–50.) erikseen jokaiselle kemikaalille. Partikkelien määrä laskee tasaisesti annosmääriä lisättäessä polymereilla Fennopol K 3400P, Fennopol K 7426P ja Fennopol 7626P. Muut testattavat kemikaalit eivät osoita jakaumissa merkittäviä muutoksia.



KUVA 50. Partikkelikokojakauma Fennofix 50.

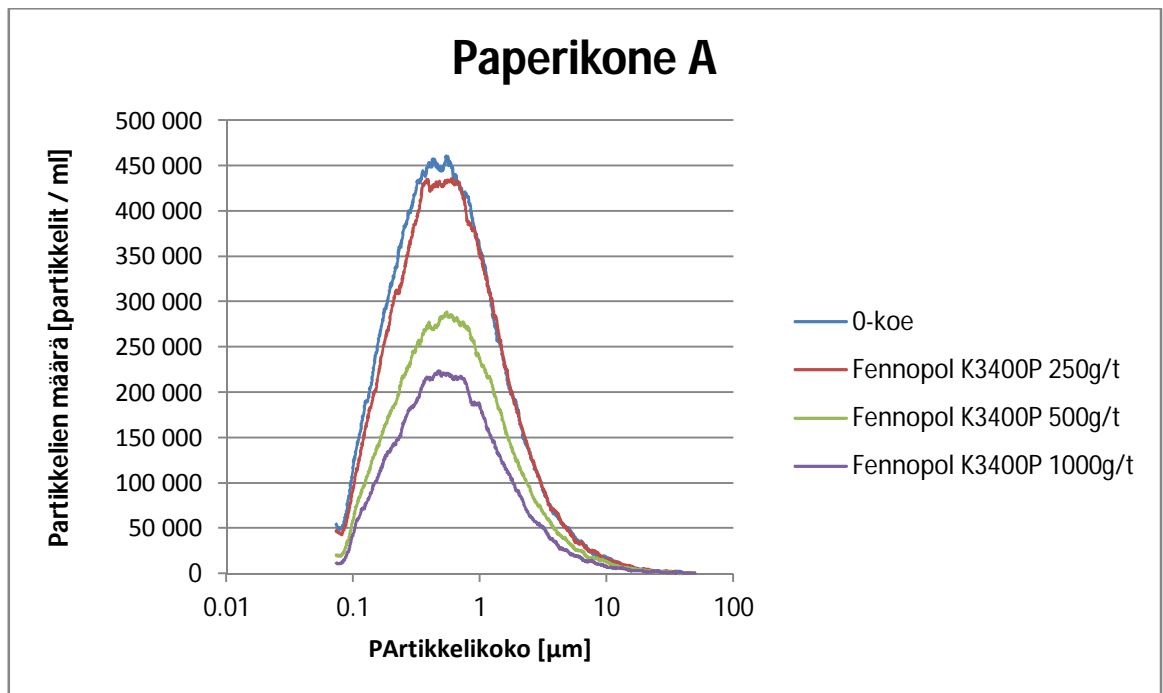


KUVA 51. Partikkelikokojakauma Kemira ALG.

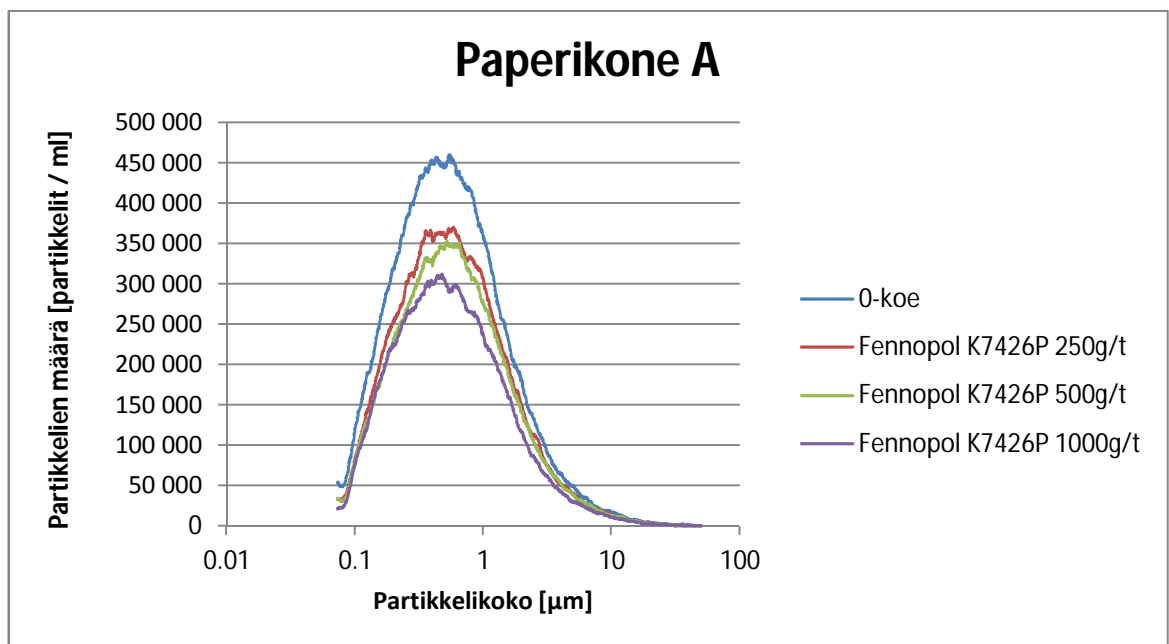


KUVA 52. Partikkelikokojakauma Fennofloc A 100.

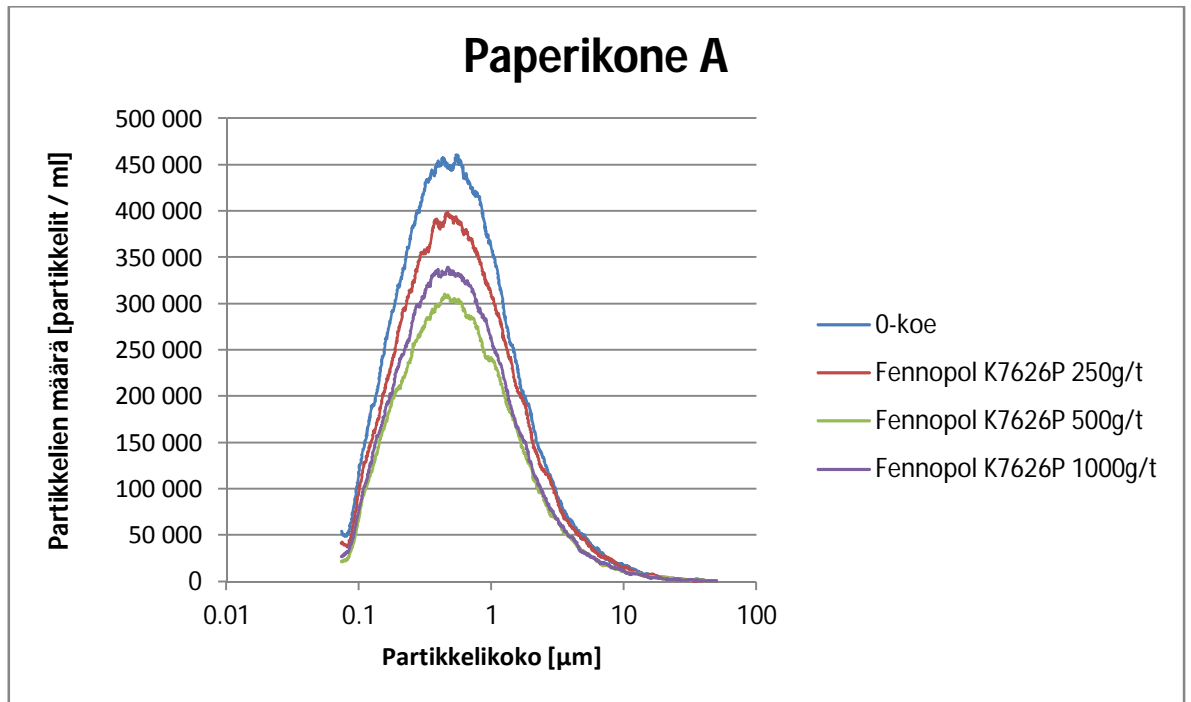




KUVA 53. Partikkelikokojakauma Fennopol K 3400P.



KUVA 54. Partikkelikokojakauma Fennopol K 7426P.



KUVA 50. Partikkelikokojakauma Fennopol K 7626P.

## 10 YHTEENVETO

Työn tavoitteena oli tehdä soveltavaa tutkimusta Kemiran kemikaalien toiminnasta BCTMP massan uuteaineiden hallinnassa. Fiksatiivikokeissa testattiin Kemiran kemikaaleja erilaisilla annosmäärillä, kahden toisistaan erilaisen paperikoneiden kiertovesiin hajotetuilla BCTMP massoilla. Työn tavoite saavutettiin ja tuloksia saatiin kerättyä, joita Kemira voi hyödyntää mahdollisissa jatkotoimenpiteissä.

Eri kemikaalien toiminnasta BCTMP massan uuteaineiden hallinnassa saatiin muodostettua selvä kuva. Tutkimuksien tulokset seurasivat hyvin samanlaista kaavaa, minkä seurauksena testattavia kemikaaleja pystyttiin lisäämään ja poistamaan tarvittaessa.

Kemikaalien annosmääriä muuttamalla ja kemikaaleja sekoittamalla pyrittiin löytämään mahdollisimman paljon tutkimustuloksia. Tämän seurauksena saatiin parhaiten sopiva kemikaali optimaalisella annosmäärällä. Kemikaalien toimivuutta pystytään tutkimusten mukaan vertailemaan keskenään, sekä kemikaalien välillä, että tutkimuksissa mukana olleiden kahden paperikoneiden välillä.

Paperikone A:n tapauksessa testattavia kemikaaleja oli yhteensä 8 kappaletta joista kahdessa koepisteessä sekoitettiin kaksi kemikaalia keskenään (Fennofloc A 100 ja Fennosil E-128). Suodosten sameudesta voidaan päätellä hyvin kiinnityskemikaalien tehoa. Paperikone A:n kohdalla suodosten sameudessa eniten laskua aiheutti poikkeuksetta kationinen retentiopolymeeri Fennopol K 7426P, sekä nestemäinen retentiopolymeeri Fennosil E-128. Eniten sameuteen laskua aiheutti Fennopol K 7426P, joka laski suodoksen sameutta parhaimmillaan 72 % annosmäärällä 1000g/t (tutkimus 1). Myös kolmannella tutkimuskerralla mukana olleet Fennopol K 7626P ja Fennopol K 3400P lasivat suodosten sameutta tehokkaasti. Fennopol K 3400P laski kemikaaleista eniten kolmannella tutkimuskerralla suodoksen sameutta annosmäärällä 1000g/t (46 %). Varaustilassa eniten laskua korkeaan anionisuuteen sai Fennofloc A 100 ja Kemira ALG, mutta samalla kemikaalit sameuttivat suodoksia entisestään. Retentiopolymeerit lasivat korkeaa anionisuutta parhaimmillaan 25 % (Fennosil E-128, 2000g/t; tutkimus 2).

Kemira Flyto™ mittausta käytettiin tunnistamaan, mittaamaan ja laskemaan kaikki suodoksessa olevat partikkelit. Mukana olivat kaikkien partikkelien lisäksi eriteltyinä hydrofobiset kolloidit. Näistä partikkeleista tutkittiin myös partikkelikoko ja kokojakaumat. Tämän avulla partikkelit saatiin analysoitua suodosnäytteestä. Retentiopolymeerit aiheuttivat eniten näkyviä tuloksia partikkelien määrissä ja kokojakaumissa. Osaltaan retentiopolymeerien sameuksien alhaisimmat arvot selittävät, että kolloidinen aines ollaan saatu kiinnitettyä kuituun, mikä näkyy flytoanalyysin kuvissa partikkelimäärien pienemisenä.

Uuteaineanalyysin avulla tutkittiin minkälaisia erilaisia uuteaineita suodokset sisältävät. Tämän avulla saatiin tutkittua mitkä kemikaalit toimivat parhaiten ja mihin uuteaineisiin ne vaikuttivat eniten. Suodokset sisälsivät hartsihappoja, rasvahappoja, steroleita, steryliestereitä ja triglyserilejä. Uuteaineanalyysissä paperikone A:n kohdalla kationinen retentiopolymeeri Fennopol K 7426P annosmäärällä 500g/t lasi uuteaineiden lukumäärää eniten (32 %).

Paperikone A:n kohdalla parhaiten toimivat Kemiran kemikaalit Fennosil E-128 ja Fennopol K 7426P. Myös kolmannessa tutkimuksessa mukana olleet Fennopol K 3400P ja Fennopol K 7626P toimivat hyvin.

Paperikone B oli tutkimuksissa mukana ensimmäiset kaksi tutkimusta ja tutkittavia kemikaaleja oli yhteensä viisi kappaletta, joista myös kahta kemikaalia sekoitettiin keskenään (Fennofloc A 100 ja Fennosil E-128). Suodosten sameuteen eniten laskua aiheuttivat myös paperikone B:n kohdalla kationinen retentiopolymeeri Fennopol K 7426P ja nestemäinen retentiopolymeeri Fennosil E-128. Eniten näistä laskua aiheutti Fennopol K 7426P, joka lasi parhaimmillaan suodoksen sameutta 63 % annosmäärällä 1000g/t (tutkimus 1). Varaustilassa retentiopolymeerit laskivat korkeaa anionisuutta parhaimmillaan 41 % (tutkimus 1). Fennofloc A100, Fennofix 50 ja Fennofix 40 laskivat eniten suodosten varaustilaa, mutta sameutta ne laskivat retentiopolymeereihin verrattuna vähemmän.

Kemira Flyto™ analyysissä Fennopol K 7426P pienensi partikkelimääriä tasaisesti annosmääriä lisättäessä. Myös tässä kohtaa sameuden alhaiset arvot osoittavat, että Fennopol K 7426P on saanut kolloidisen aineksen kiinnittymään kuituun.

Uuteaineanalyysissä paperikone B:n kohdalla uuteaineisiin parhaiten vaikutti kationinen retentiopolymeeri Fennopol K 7426P, joskin hyvin vähän. Muiden kemikaalien kohdalla uuteaineiden lukumäärä jopa kasvoi.

Paperikone B:n kohdalla parhaiten toimivat Kemiran kemikaalit Fennopol K 7426P ja Fennosil E-128. Annosmääriä lisättäessä retentiopolymeerit lisäsivät tehokkuuttaan.

Jatkoehdotuksena tutkimuksia olisi mahdollista jatkaa molemmille paperikoneille esimerkiksi sekoittamalla retentiopolymeerejä Fennopol K 7426P, Fennopol K 7626P, Fennopol K 3400P sekä Fennosil E-128 muiden kiinnityskemikaalien kanssa. Koeajoja tehtaille A ja B voisi järjestää jo olemassa olevien tutkimustulosten perusteella.

## LÄHTEET

AEL / Proledge Oy 2013. KnowPap versio 15.0. Luettu 07.03.2014.

[http://www.knowpap.com.elib.tamk.fi/extranet/suomi/knowpap\\_system/user\\_interfaces/knowpap.htm](http://www.knowpap.com.elib.tamk.fi/extranet/suomi/knowpap_system/user_interfaces/knowpap.htm)

Jääskeläinen, A-S. & Sundqvist, H. 2007. Puun rakenne ja Kemia. Hakapaino Oy, Helsinki.

Sjöstrom, E. 1989. Puukemia. Kyriiri Oy, Helsinki

Seppälä, M (toim.), Klemetti, U., Kortelainen, V-A., Lyytikäinen, J., Siitonen, H. & Sironen, R. 2001. Kemiallinen Metsäteollisuus. 1: Paperimassan valmistus. Gummerus Kirjapaino Oy, Jyväskylä.

Örså, F. & Holmblom, B. 1994. J. Pulp. Pap. Science. Teoksessa Alen, R. Papermaking Science and Technology Book 4: Papermaking Chemistry 2007. Gummerus Oy, Jyväskylä.

Voss, R. & Rapsomatiotis, A. 1985. J. Chromatogr. Teoksessa Alen, R. Papermaking Chemistry 2007. Gummerus Oy, Jyväskylä.

Back, E. & Allen, L. 2000. Pitch Control, Wood Resin and Deresination. Tappi Press, Atlanta.

Sjöström, E. 1993. Wood Chemistry. Teoksessa Stenius, P. Papermaking Science and Technology Book 3: Forest Products Chemistry 2000, Gummerus Printing, Jyväskylä.

Åkerlund, G. & Jackson, M. 1984. Manufacture and end-use application of CTMP and CMP from softwoods and hardwoods. Teoksessa Lönnberg, B. Papermaking Science and Technology Book 5: Mechanical Pulping 2009. Gummerus Oy, Jyväskylä.

Webb, M. 1985. CTMP market pulp characteristics and applications. Teoksessa Lönnberg, B. Papermaking Science and Technology Book 5: Mechanical Pulping 2009. Gummerus Oy, Jyväskylä.

Ek, M., Gellerstedt, G. & Henriksson, G. 2009. Pulp and Paper Chemistry and Technology volume 1: Wood Chemistry and Wood Biotechnology. Hubert & Co. GmbH & Co. KG, Göttingen.

Isotalo, K. 2004. Puu- ja sellukemia. Edita Prima Oy, Kemi.

Lindroos, J. 2012. Täyteainepitoisuuden ja retentioainesysteemin optimointi. Lappeenrannan Teknillinen Yliopisto. DI-työ.

Kemira Stream, sisäinen intranetsivusto. Tuote-esittely. Luettu 22.05.2014. <https://eu-access.kemira.com/Pages/.DanaInfo=stream.global.kemira.com+default.aspx>