

Saimaan ammattikorkeakoulu  
Tekniikka, Imatra  
Paperitekniikan koulutusohjelma

Tuomas Jukkala

# **FILTTERIKOON JA CMC:N VAIKUTUS PÄÄLLYSTYSPASTAN VESIRETENTIOON**

Opinnäytetyö 2010

## TIIVISTELMÄ

Tuomas Jukkala

Filtterikoon ja CMC:n vaikutus päällystyspastaan vesiretentioon 24 sivua, 6 liitettä

Saimaan ammattikorkeakoulu, Imatra

Tekniikka, Paperitekniikan koulutusohjelma

Opinnäytetyö, 2010

Ohjaaja: yliopettaja, TKT Pasi Rajala, Saimaan ammattikorkeakoulu

Työn teoriaosassa on selvitetty päällystysten periaatteita sekä päällystyspastaan ominaisuuksia ja koostumusta. Kokeellisen osan tarkoituksena oli tutkia kolmen eri filtterikoon ja CMC:n vaikutusta päällystyspastaan vesiretentioon ACA:n dynaamisen vesiretentiomittarin avulla.

Päällystyspastoina käytettiin Amazon-kaoliinista valmistettuja lietteitä. Pohjapaperina oli UPM-Kymmenen kopiopaperi.

Mittaukset suoritettiin Saimaan ammattikorkeakoulun laboratoriossa. Päällystyspastaista mitattiin vesiretentio, kuiva-ainepitoisuus, Brookfield 100-viskositeetti, pH, lämpötila ja johtokyky.

Työssä tehdyistä mittauksista nähdään, että CMC:n lisääminen pastaan kasvattaa vesiretentiota. Lisäksi CMC nostaa huomattavan paljon pastan viskositeettia, mikä asettaa rajoituksia CMC:n käytölle. Mittauksista nähdään myös, että vesiretentiossa on selkeitä eroja eri filtterikokojen välillä.

Avainsanat: Vesiretentio, Filtterikoko, CMC, Päällystyspasta

## ABSTRACT

Tuomas Jukkala

The Influence of Filter size and CMC to the Water Retention of Coating Colour

24 pages, 6 appendices

Saimaa University of Applied Sciences, Imatra

Paper Technology

Final Year Project 2010

Tutor: Dr Pasi Rajala, Principal Lecturer, Saimaa University of Applied Sciences

The theoretical section in this final year project concentrates into introducing the principles of coating as well as the properties and composition of the coating colour. The aim at the experimental part is to study the influence of different filter sizes and CMC on dynamic water retention. The measurements are made using ACA's Portable Dynamic Water Retention Unit.

The coating colours were made of Amazon-kaoline and the base paper was normal copying-paper produced by UPM-Kymmene.

The measurements were made in laboratory of Saimaa University of Applied Sciences. Water retention, dry solids content, Brookfield100 viscosity, pH, temperature and conductivity of the kaolin slurries were measured.

Adding CMC increases the water retention value and the viscosity of the coating colour. Increasing of viscosity imposes restrictions for using of CMC. The results of water retention measurements also show that there are clear differences between different sizes of filters.

Keywords: Water Retention, Filter Size, CMC, Coating Colour

# SISÄLTÖ

1 JOHDANTO .....	5
2 PÄÄLLYSTYS .....	6
3 PÄÄLLYSTYSPASTAN KOOSTUMUS .....	8
3.1 Päällystyspigmentit .....	8
3.1.1 Kaoliini .....	9
3.1.2 Kalsiumkarbonaatti .....	10
3.2 Sideaineet ja paksuntajat .....	10
3.2.1 CMC .....	12
3.2.2 CMC:n vaikutus vesiretentioon .....	12
3.3 Lisäaineet .....	13
4 PÄÄLLYSTYSPASTAN OMINAISUUDET .....	13
4.1 Kuiva-ainepitoisuus .....	13
4.2 pH .....	14
4.3 Viskositeetti .....	14
4.4 Vesiretentio .....	14
5 ACA:n PDWR-LAITE .....	15
5.1 PDWR-laitteen toiminta.....	15
5.2 Mittaaminen PDWR-laitteella.....	16
6 TYÖN SUORITUS .....	17
7 TULOKSET .....	19
7.1 Filtterikoon vaikutus vesiretentioon .....	19
7.2 CMC:n vaikutus vesiretentioon .....	21
8 JOHTOPÄÄTÖKSET .....	23
KUVAT .....	24
KUVIOT .....	24
TAULUKOT .....	24

## LIITTEET

Liite 1 Kap:n 69,7 (0 osaa CMC) pastan mittauspöytäkirja

Liite 2 Kap:n 64,9 (0 osaa CMC) pastan mittauspöytäkirja

Liite 3 Kap:n 60,1 (0 osaa CMC) pastan mittauspöytäkirja

Liite 4 Kap:n 64,9 (1 osa CMC) & Kap:n 59,9 (1 osa CMC) pastojen mittauspöytäkirjat

Liite 5 Kap:n 55,4 (1 osa CMC) & Kap:n 64,7 (0,5 osaa CMC) pastojen mittauspöytäkirjat

Liite 6 Kap:n 59,8 (0,5 osaa CMC) & Kap:n 54,7 (0,5 osaa CMC) pastojen mittauspöytäkirjat

# 1 JOHDANTO

Lopputyön teoriaosassa selvitetään päällystyksen pääperiaatteet ja vaikutus lopputuotteeseen. Lisäksi kerrotaan päällystyspastan ominaisuuksista ja koostumuksesta. Kokeellinen osa koostuu kahdesta eri osasta. Ensimmäisessä osuudessa keskitytään selvittämään eri filterikokojen vaikutusta päällystyspastan vesirentioon. Toisessa osuudessa selvitetään, kuinka karboksimeetyli-seluloosa (CMC) vaikuttaa vesirentioon. Työn valvojana toimii Pasi Rajala Saimaan ammattikorkeakoulusta.

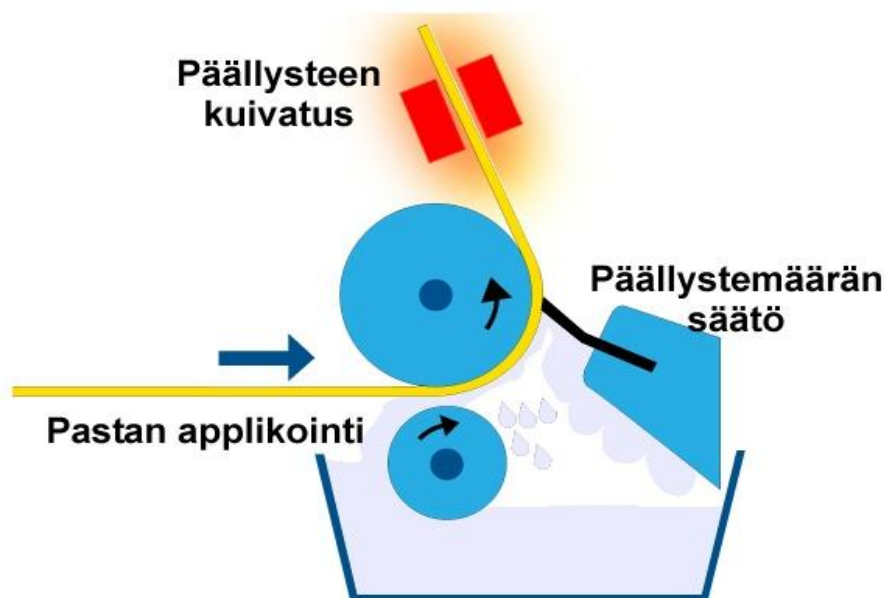
Mittaukset suoritetaan Saimaan ammattikorkeakoulun paperilaboratoriossa ACA:n dynaamisen vesirention mittaamista varten kehittämällä PDWR-laitteella.

ACA:n PDWR-laite on käytännöllinen dynaamisen vesirention mittaamiseen, koska se on nopea ja helppokäyttöinen. Sillä pystytään luotettavasti mittaamaan dynaamista vesirentiota erilaisilla muuttujilla. Kun tiedetään vesirention olevan yksi tärkeimmistä valmiin tuotteen lopputulokseen vaikuttavista päällystyspastan ominaisuuksista, niin vesirention tutkiminen on senkin takia hyvin tärkeää.

Tässä työssä mittaukset suoritetaan eri kuiva-ainepitoisuuden omaaville Amazon-kaoliinista valmistetuille pastoille yhden barin vakiopaineessa UPM-Kymmenen kopiopaperin toimiessa pohjapaperina. Paperin ja pastan kolme erilaista kontaktiaikaa toimivat mittauspisteinä.

## 2 PÄÄLLYSTYS

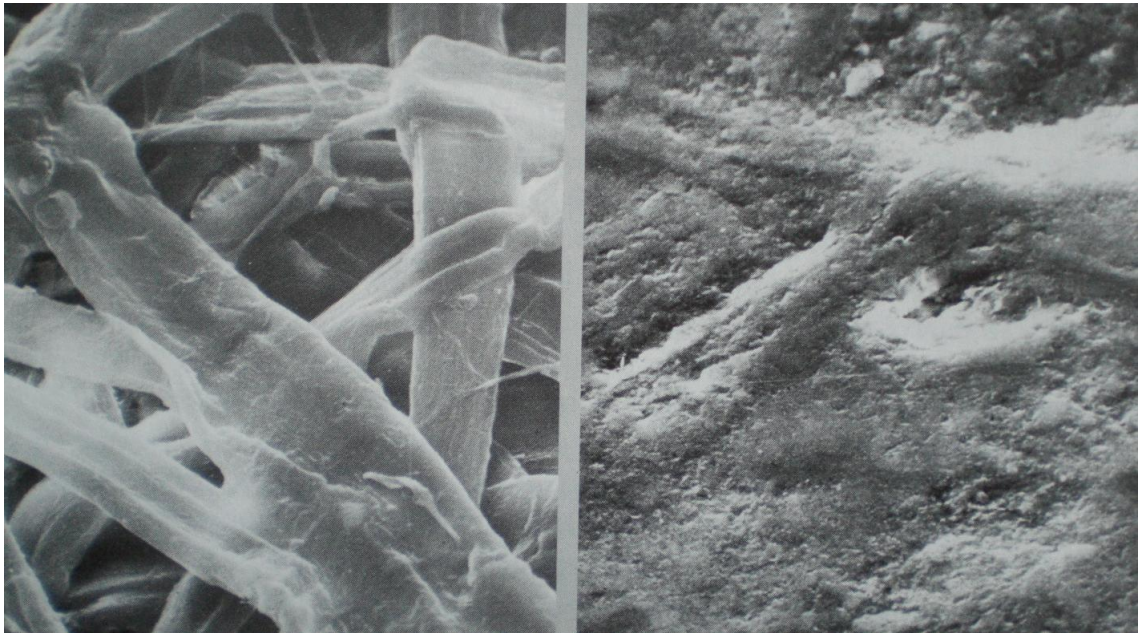
Puhuttaessa paperin ja kartongin päällystämistä, tarkoitetaan niiden pinnoittamista erilaisilla aineilla. Näitä päällystämiseen käytettäviä aineita ovat pigmentit, sideaineet, vahat, lakat, muovit ja foliot sekä niiden yhdistelmät. Päällystyksessä paperin tai kartongin pintaan levitetään päällystypasta, joka sisältää edellämainittuja aineita. Pastaa levitetään paperin tai kartongin pinnalle, jonka jälkeen päällystemäärä säädetään sopivaksi poistamalla ylimääräinen pasta. Päällysteen levittämisen jälkeen sen sisältämää ylimääräistä vettä poistetaan erillisillä päällysteen kuivatukseen tarkoitetuilla laitteilla. Kuvassa 1 nähdään sivelyteläpäällystyksen vaiheet pastan levityksestä päällysteen kuivatukseen.



Kuva 1 Päällystyksen vaiheet sivelyteläpäällystyksessä (KnowPap)

Päällystyksen tarkoituksena on täyttää paperin tai kartongin pinnan epätasaisuudet yhdellä tai useammalla päällystekerroksella. Korkealuokkaiset painopaperit voidaan päällystää jopa kolmeen kertaan. Päällystys voidaan suorittaa pa-

perin tai kartongin pintaan, joko toiselle tai molemmille puolille. Kuvassa 2 näkyy vierekkäin mikroskooppikuvat päällystämättömästä ja päällystetystä paperista. Kuvasta näkyy hyvin, kuinka päällystys peittää pinnan epätasaisuuksia.



Kuva 2 Mikroskooppikuva päällystämättömästä ja päällystetystä paperista (Lehtinen 2000)

Käyttötarkoituksen perusteella päällysteet voidaan jakaa seuraaviin ryhmiin:

1. Painettavuutta ja ulkonäköä parantavat päällysteet
2. Suojausominaisuuksia parantavat päällysteet
3. Erikoispäällysteet (esim. kopiopaperit, valoherkät kalvot)

(Hägglom-Ahnger & Komulainen 2001, 184; Arjas 1983, 323.)

Painettavuuteen vaikuttavia tekijöitä ovat sileys, pintalujuus ja painovärin imeytymisominaisuudet, kun taas ulkonäköä kuvaavia suureita ovat vaaleus, kiilto ja opasiteetti. Myös paperin ja kartongin jäykkyyteen, sekä veden, rasvan tai liuottimien kestoon voidaan vaikuttaa päällystyksellä. Päällystettyjä paperilajeja käytetään lähinnä painettavissa tuotteissa, kuten aikakauslehdet, kirjat, esitteet, luettelot, etiketit, pakkaukset ja julisteet. (Hägglom-Ahnger & Komulainen 2001, 184.)

### 3 PÄÄLLYSTYSPASTAN KOOSTUMUS

Päällystyspasta koostuu useista eri komponenteista. Näitä komponentteja ovat pigmentti, sideaineet, lisäaineet ja vesi. Pigmentin osuus koko päällystyspastan kuiva-ainepitoisuudesta on 75–95 %, joten tästä johtuen pigmentin merkitys päällysteen laadun sekä ominaisuuksien kannalta on merkittävä. (Hägglom-Ahnger & Komulainen 2001, 186; Arjas 1983, 325.)

Paperin tai kartongin käyttökohde asettaa selvät vaatimukset päällystyspastan koostumukselle. Näitä koostumuksen valintaan vaikuttavia tekijöitä ovat

- lopputuotteen käyttötarkoitus ja laatuvaatimukset
- päällystysmenetelmä
- pohjapaperin laatu
- seoksen komponenttien keskinäinen sopivuus
- seoksen stabiiliusvaatimus
- seoksen hinta (Arjas 1983, 325.)

#### 3.1 Päällystyspigmentit

Käytetyimmät pigmentit ovat kaoliini ja kalsiumkarbonaatti. Muita käytössä olevia pigmenttejä ovat talkki, titaanioksidi ja erilaiset muovipigmentit. Pigmenteistä kaoliini ja talkki ovat hiukkasmuodoltaan levymäisiä.

Pigmentin hiukkaskoko, hiukkaskoon jakauma ja hiukkasmuoto vaikuttavat seuraaviin päällysteen ominaisuuksiin:

- valonsirontakerroin
- huokoisuus ja pintalujuus
- pinnan sileys ja kiilto
- päällystekerroksen viskositeetti
- sideainetarve ja painoväriabsorptio.



Pigmentin hiukkaskoon pienentäminen parantaa seuraavia päällysteen ominaisuuksia:

- opasiteetti
- kiilto
- bulkki
- painoväriabsorptio
- sideainetarve
- pastan viskositeetti (Hägglom-Ahnger & Komulainen 2001, 186.)

Yleensä päällystyksessä käytetään usean eri pigmentin yhdistelmää monipuolimpien ominaisuuksien aikaansaamiseksi. Päällystyspigmenteiltä vaadittavia ominaisuuksia ovat

- sopiva hiukkaskokojakauma ja hiukkasmuoto
- ei sisällä epäpuhtauksia
- alhainen tiheys
- suuri vaaleus ja taitekerroin
- hankaamattomuus
- kemiallisesti stabiili ja matala vesiliukoisuus
- sekoittuu helposti veteen
- sekoitettavuus muiden pigmenttien ja sideaineiden kanssa
- vähäinen sideaineen tarve
- huokea hinta ja riittävä saatavuus (Arjas 1983, 327-328; Lehtinen 2000, 61-62.)

### **3.1.1 Kaoliini**

Kaoliinisavea pidetään eräänlaisena standardipigmenttinä, jonka ominaisuuksiin muita päällystyspigmenttejä verrataan. Kaoliiniesiintymiä on ympäri maailmaa, mutta suurin osa päällysteisiin käytetyistä kaoliineista tulee Cornwallista Englannista, Georgiasta Yhdysvalloista tai Amazon-joen alueelta Brasiliasta. Amazon kaoliinin ongelmana aikaisemmin ollut keltaisuus on mennyttä, ja nykyään Amazon kaoliini on huomattavasti vaaleampaa ja kirkkaampaa. (Hägglom-Ahnger & Komulainen 2001, 186-187; Ferguson 2003.)

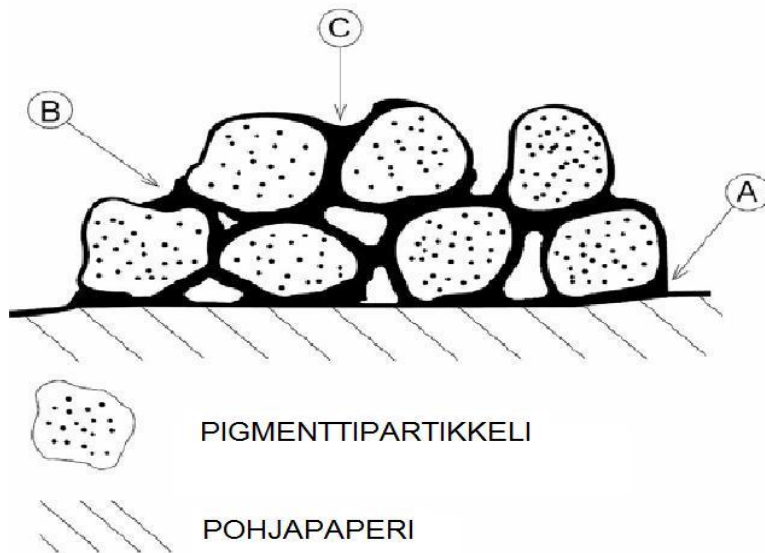
Kaoliini eli savi on vanhin ja edelleen keskeinen osa useissa päällystyspastoissa. Kaoliini koostuu kuusikulmaisista levymäisistä partikkeleista. Päällysteessä nämä partikkelit asettuvat paperin pinnan suuntaisesti heijastaen hyvin valoa sekä antaen pinnalle myös hyvän kiillon kalanteroitaessa. (Hägglom-Ahnger & Komulainen 2001, 187; Arjas 1983, 331.)

### **3.1.2 Kalsiumkarbonaatti**

Kalsiumkarbonaattia käytetään päällystyspastoissa joko jauhattuna tai saostettuna. Jauhattu kalsiumkarbonaatti GCC (Ground Calcium Carbonate) valmistetaan jauhamalla kalkkikivestä tai marmorista. Saostettu kalsiumkarbonaatti PCC (Precipitated Calcium Carbonate) valmistetaan kemiallisesti. PCC:n hiukkasten kokoon ja muotoon voidaan vaikuttaa valmistuksen yhteydessä. PCC on puhtaampaa, hienojakoisempaa ja lisäksi hinnaltaan kalliimpaa jauhattuun kalsiumkarbonaattiin verrattuna. PCC voi lisätä pastan viskositeettia, kun taas GCC vastaavasti voi laskea sitä. Pigmentin muodosta johtuen jauhetun karbonaatin sideaineen tarve on huomattavasti pienempi kuin kaoliinilla. (Hägglom-Ahnger & Komulainen 2001, 187.)

### **3.2 Sideaineet ja paksuntajat**

Sideaine on pigmentin jälkeen päällystypastan tärkein osa. Sideainetta on päällystypastassa 5–25 %. Sen tehtävänä on sitoa pigmentit toisiinsa (B) ja pohjapaperiin (A) sekä täyttää pigmenttipartikkelien väliin jäävät pienet huokokset (C). Kuvassa 3 on havainnollistettu kolmea edellä mainittua sideaineen tehtävää.



Kuva 3 Sideaineen tehtävät päällystyksessä (Lehtinen 2000)

Paksuntajien tärkeimpänä tehtävänä on nostaa pastan viskositeetti halutulle tasolle. Paksuntajia ja sideaineita on hyvin vaikea lokeroida, koska osa sideaineista toimii paksuntajien tavoin. Yleinen paksuntaja on karboksimeetyliselloosa (CMC), joka toimii myös sideaineena. Muita paksuntajia ovat esimerkiksi synteettiset paksuntajat. (Hägglom-Ahnger & Komulainen 2001, 188-189; Lehtinen 2000, 189.)

Hyvältä sideaineelta vaaditaan seuraavia ominaisuuksia:

- hyvä sitomis- ja vedenpidätyskyky
- voidaan helposti sekoittaa veteen ja muihin pigmentteihin
- helppo käsiteltävyys
- mekaaninen ja kemiallinen kestävyys
- hyvät optiset ominaisuudet
- alhainen hinta ja hyvä saatavuus.

Ei ole olemassa yhtä sideainetta, joka täyttäisi kaikki vaatimukset. Lateksit täyttävät monet vaatimuksista, mutta nekin tarvitsevat paksuntajan avukseen säätämään vesiretentiota. Sideaineet voidaan jaotella kahteen ryhmään:

1. Liukenemattomat sideaineet eli lateksit
2. Liukoisest sideaineet eli luonnon polymeerien johdannaiset

Liukenemattomiin sideaineisiin kuuluu SB-lateksi, akrylaattilateksi ja polyvinyyliaasetatilateksi (PVAc). Liukoisiin sideaineisiin kuuluu tärkkelys, soijaproteiini, selluloosajohdannaiset, CMC, kaseiini ja polyvinyylialkoholi. (Lehtinen 2000, 189-190.)

### **3.2.1 CMC**

Karboksimetyyliselluloosa eli CMC on synteettinen selluloosasta ja monokloorietikkahaposta valmistettu vesiliukoinen sideaine. CMC toimii päällystyspastosissa stabilointiaineena, dispergointiaineena, viskositeetin nostajana ja vesirention parantajana. CMC parantaa myös pastan mekaanista ja kemiallista kestävyttä sekä päällysteen pintalujuutta. CMC:n vahva hydrofiilinen ominaisuus tekee siitä tehokkaan vesirentiokemikaalin. Lisäksi se toimii optisen kirkasteen kantajana, voiteluaineena annosteluterällä, sekä takaa hyvän ajettavuuden päällystysyksiköllä. (Hägglom-Ahnger & Komulainen 2000, 188; Lehtinen 2000, 265-266.)

### **3.2.2 CMC:n vaikutus vesirentioon**

Hyvä vesirentio on tärkeää päällystyspastan ajettavuuden kannalta, lisäksi se stabiloi koko päällystysprosessia saaden aikaan korkealaatuisen lopputuloksen. Vesirentiolla tarkoitetaan päällystyspastan kykyä säilyttää oma vesifaasinsa, kun pasta tulee kosketukseen pohjapaperin kanssa. Koska paperi on huokoista ja imukykyistä materiaalia, niin vettä ja sen mukana myös liunneita sideaineita siirtyy aina päällystyspastasta paperiin. Mitä parempi vesirentio saavutetaan, niin sitä vähemmän vettä ja liunneita sideaineita päällystyspasta menettää. Tämä saa aikaan päällystysprosessin, jonka lopputuloksena on hyvät sidos- ja optiset ominaisuudet. (Lehtinen 2000, 268.)

Valitsemalla oikea CMC-laatu voidaan vesirentiota parantaa huomattavasti. Vesirentiota voidaan säätää haluttuihin tarpeisiin sopiviksi, jotka riippuvat

päällystysolosuhteista sekä päällystyspastan formulaatiosta. Käytettäessä kaoliinipohjaisia pastoja erot vesiretentiassa CMC-laatuojen välillä ovat paljon pienempiä, kuin jos käytössä olisi kalsiumkarbonaattipohjainen pasta. Yhtenä syyinä tähän on CMC:n kyky muodostaa verkkomainen rakenne kaoliinipartikkelien kanssa, mikä parantaa vesiretentiota. Kalsiumkarbonaattipigmenttien kanssa vesiretentio on enemmän riippuvainen vesifaasin viskositeetista. (Lehtinen 2000, 268.)

### **3.3 Lisäaineet**

Lisäaineisiin kuuluu suuri joukko aineita, joilla on tietty erityinen tehtävä pastan ominaisuuksien säädössä. Tällaisia aineita ovat esimerkiksi optinen kirkaste, vaahdonestoaineet, säilöntäaineet, voiteluaineet, pH:n säätöaineet, viskositeetin säätämiseen käytetyt aineet ja dispergointiaineet. (Hägglom-Ahnger & Komulainen 2001, 189-190.)

## **4 PÄÄLLYSTYSPASTAN OMINAISUUDET**

Reologialla tarkoitetaan oppia materiaalin muodonmuutoksesta ja virtauskäyttäytymisestä mekaanisen rasituksen alaisena. Tärkeimmät ominaisuudet päällystyspastoissa ovat viskositeetti ja vesiretentio. Viskositeetti pysyy harvoin pastoissa vakiona. Reologia ja vesiretentio yhdessä vaikuttavat pastan käyttäytymiseen päällystysprosessissa ja näin ollen myös päällysteen lopulliseen rakenteeseen sekä laatuun. (Hägglom-Ahnger & Komulainen 2001, 184-185.)

### **4.1 Kuiva-ainepitoisuus**

Pigmentin oikea kuiva-ainepitoisuus on erityisen tärkeää, koska pigmentit muodostavat suurimman osan koko päällystyspastasta. Jos pastan kuiva-ainepitoisuus on liian korkea tai matala, se vaikuttaa heti pastan kulutukseen ja päällystysyksikön ajettavuuteen. Kuiva-ainepitoisuus määritetään kuivaamalla näytettä ensin uunissa ja sen jälkeen lasketaan jäljelle jääneen kuiva-aineen prosent-

tiosuus. Mittauksen nopeuttamiseksi perinteisen uunikuivatuksen avuksi on otettu käyttöön nopeampia infrapunaan ja mikroaaltoihin perustuvia kuivatusmenetelmiä. (Lehtinen 2000, 752-753.)

## **4.2 pH**

Käytännössä pH:n määrittäminen nesteistä ja kemikaaleista tapahtuu helposti ja nopeasti asiaan kuuluvilla mittareilla. Mittaukset on tärkeää suorittaa vakiooidussa olosuhteissa, koska pH on herkkä lämpötilan vaihteluille. Normaali päällystypastan pH on 8-8,5. (Lehtinen 2000, 753.)

## **4.3 Viskositeetti**

Kemikaalien ja päällystypastan viskositeetti ennakoii pastan käyttäytymistä päällystysyksiköllä. On tärkeää suorittaa viskositeetin määrittäminen vakio-olosuhteissa. Jos viskositeetti on liian matala tai korkea, se vaikuttaa pastan kulutukseen ja ajettavuuteen päällystysyksiköllä. Viskositeetin mittaukseen käytetään yleensä Brookfield-viskometrejä. Mittaus perustuu siihen voimaan, jota tarvitaan pyörittämään karaa lietteessä. (Lehtinen 2000, 753.)

## **4.4 Vesiretentio**

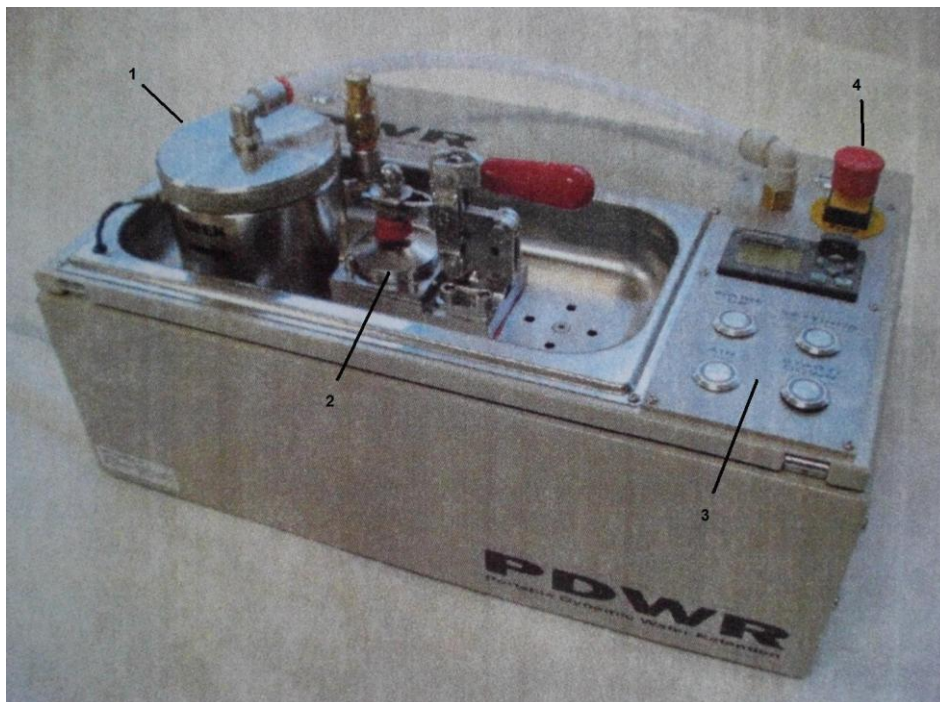
Vesiretentiolla tarkoitetaan päällystypastan ominaisuutta luovuttaa vettä, kun pasta on kosketuksissa pohjapaperin kanssa. Vesiretention ollessa hyvä, pysyy päällystypastan kuiva-ainepitoisuus vakiona. Jos kuiva-ainepitoisuus kasvaa päällystyksessä, niin päällystypastan vesi tunkeutuu pohjapaperiin ja tästä voi aiheutua epätasaista sideainejakaumaa päällystetyssä paperissa. (Lehtinen 2000, 753.)

## 5 ACA:n PDWR-LAITE

PDWR-laite on ACA Systems Oy:n kehittämä laite dynaamisen vesiretention mittaamiseen. Laitteen helppo siirrettävyys ja koko tekevät siitä optimaalisen laitteen laboratorioihin. Laitteen paino on 10 kg ja mitat ovat 430 x 230 x 280 mm. Laite tarvitsee toimiakseen ilma- ja vesiliitännät, virtalähteen sekä tyhjenysletkun.

### 5.1 PDWR-laitteen toiminta

PDWR-laite simuloi todellisessa päällystysprosessissa esiintyviä paineita sekä kontaktiaikoja. Paine voidaan valita välille 0,5–2,0 bar. Myös laitteen mittausaika voidaan säätää. Laitteella on mahdollista tutkia päällystypastan ja pohjapaperin ominaisuuksien vaikutusta vesiretention. Laitteen tärkeimmät osat ovat näytesylinteri, mittapää, näppäimet ja hätäkytkin. Osat on merkitty numeroihin kuvaan 4.



Kuva 4 PDWR:n tärkeimmät osat (ACA PDWR Quick Start Guide)

1. Näytesylinteriin kaadetaan vesiretentiomittauksessa käytettävä pasta.
2. Mittapään ja sen kannen väliin laitetaan filtti sekä pohjapaperi.
3. Näppäimistöä löytyy neljä painiketta. Wash/Up, Settings, Air ja Start/Down.
  - Wash/Up-näppäintä painamalla käynnistyy laitteen automaattinen pesu, jonka aikana laitteeseen virtaa vettä ja laite puhdistuu. Pitämällä Settings-näppäintä pohjassa ja samanaikaisesti painamalla Wash/Up-näppäintä, säädetään mittausaikaa ylöspäin.
  - Start/Down-näppäintä painamalla käynnistetään mittausprosessi. Pitämällä Settings-näppäintä pohjassa ja samanaikaisesti painamalla Start/Down-näppäintä, säädetään mittausaikaa alaspäin.
  - Air-näppäintä pitämällä pohjassa laitteeseen virtaa paineilmaa ja laite tyhjenee pesuvedestä.
4. Hätäkytkintä painamalla laitteen kaikki toiminnot keskeytyvät.

## **5.2 Mittaaminen PDWR-laitteella**

Dynaamisen vesiretention mittaaminen PDWR-laitteella on helppoa ja nopeaa. Mittaaminen tapahtuu seuraavissa vaiheissa:

1. Liitetään vesi- ja ilmaliittimet laitteeseen. Avataan kyseiset hanat seinästä. Kytetään virta laitteeseen.
2. Kalibroidaan paine ja asetetaan mittausaika laitteeseen.
3. Poistetaan vesi laitteesta pitämällä AIR-näppäintä pohjassa, lopuksi näytesylinteri ja mittapää sekä mittapään kansi kuivataan kankaalla.
4. Kaadetaan näytesylinteriin analysoitavaa pastaa merkkiin asti (n. 350 ml).



5. Suljetaan näytesylinterin ja mittapään kannet. Tehdään mittaus ilman filteriä ja pohjapaperia, jotta saadaan kanavat täytettyä ja poistettua mahdollinen vesi. Mittaus käynnistyy painamalla Start/Down-näppäintä.
6. Lisätään pastaa merkkiin asti, kuivataan mittapää ja sen kansi.
7. Punnitaan pohjapaperi ja kirjataan arvo ylös. Saadaan  $m_1$ -lukema.
8. Asetetaan filteri kiiltävä puoli alaspäin sekä pohjapaperi mittapäähän. Suljetaan mittapään kansi ja suoritetaan varsinainen mittaus. Mittaus käynnistyy painamalla Start/Down-näppäintä.
9. Avataan mittapään kansi ja punnitaan pohjapaperi, sekä kirjataan tulos ylös. Saadaan  $m_2$ -lukema.

Dynaamisen vesiretention arvo, eli DWR-arvo saadaan laskettua punnituista arvoista  $m_1$  ja  $m_2$  seuraavan kaavan (1) avulla:

$$DWR = \frac{m_2 - m_1}{A} \quad (1)$$

missä  $m_1$  on pohjapaperin paino ennen mittausta,  $m_2$  pohjapaperin paino mittauksen jälkeen ja  $A$  on pohjapaperin pinta-ala. DWR:n yksikkö on  $g/m^2$ .

10. Jos halutaan tehdä lisää mittauksia, suoritetaan kohdat 6–9 uudestaan.
11. Lopuksi laite pestään. Pesu tapahtuu automaattisesti ja käynnistyy painamalla Wash/Up-näppäintä. Pesua jatketaan 5–10 minuuttia ja lopetetaan painamalla Wash/Up-näppäintä.
12. Sammutetaan virta laitteesta sekä suljetaan vesi- ja ilmahanat seinästä.

## 6 TYÖN SUORITUS

Vesiretentiomittaukset, pastojen valmistukset sekä analysoinnit suoritettiin Saimaan ammattikorkeakoulun paperilaboratoriossa marraskuun 2009 ja helmikuun 2010 välisenä aikana. Työssä selvitettiin filtterikoon ja CMC:n vaikutusta vesiretentionon. Vesiretentiomittaukset suoritettiin ACA:n dynaamisen vesiretention määrittämistä varten kehittämällä PDWR-laitteella. Mittauksissa käytettiin eri kuiva-ainepitoisuuden omaavia Amazon-kaoliinista valmistettuja pastoja, lisäksi muuttujana käytettiin CMC:n määrää, mikä oli 0 osaa, 0,5 osaa tai 1 osa. Näin analysoitavana oli useita erilaisia pastoja. Taulukosta 1 näkyy kyseiset pastat sekä niille suoritettut määrietykset, joita olivat kuiva-ainepitoisuus, Brookfield100-viskositeetti, lämpötila, pH ja johtokyky.

Taulukko 1 Pastojen ominaisuudet

<b>KAP (%)</b>	<b>CMC (osaa)</b>	<b>Viskositeetti Br100 (cP)</b>	<b>T (°C)</b>	<b>pH</b>	<b>Johtokyky (ms/cm)</b>
69,7	0	202	21	8,04	2,9
64,9	0	129	21,7	8,03	2,9
60,1	0	94	21,6	8,02	2,8
64,9	1	2412	23,1	8,05	4,2
59,9	1	1250	22,4	8,16	3,1
55,4	1	626	21	8,08	2,9
64,7	0,5	1386	22,5	8,05	3
59,8	0,5	491	22	8,04	3
54,7	0,5	278	21,7	8,06	3,1

Pohjapaperina mittauksissa käytettiin UPM-Kymmenen kopiopaperia.

Vesiretentiomittauksissa käytettiin yhden barin vakiopainetta ja kolmea eri mittauspistettä. Nämä mittauspisteet olivat 3, 6 ja 9 sekuntia. Jokaisessa mittauspisteessä suoritettiin kolme rinnakkaismittausta. Pastoille, joissa ei ollut ollenkaan CMC:tä, suoritettiin mittaukset kolmella erikokoisella filterillä. Nämä filterikoot olivat 0,2 µm, 0,4 µm ja 0,6 µm. Pastoille, joissa oli 0,5 osaa tai 1 osa

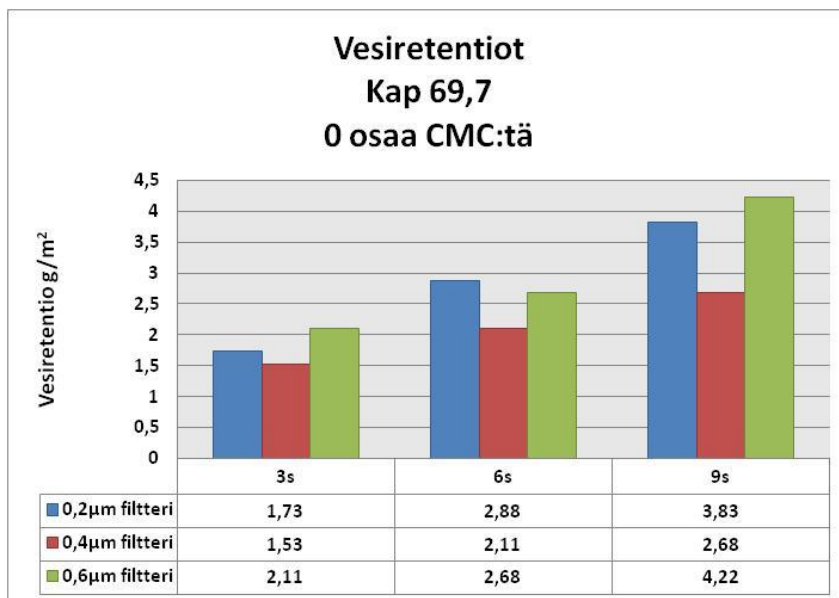
CMC:tä mittaukset suoritettiin 0,4 µm:n filterillä.

## 7 TULOKSET

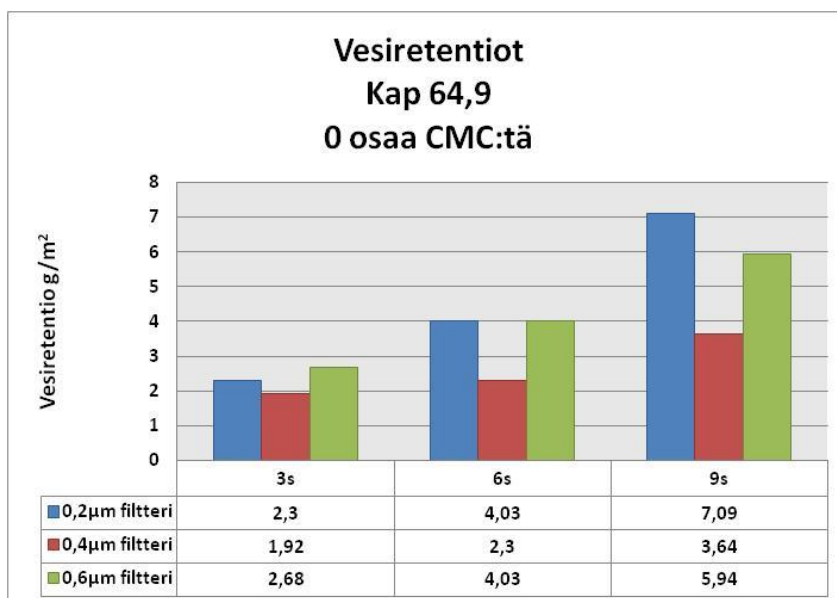
Opinnäytetyön kokeellinen osa koostui kahdesta eri osasta. Ensimmäisessä osassa selvitettiin filterikoon vaikutusta vesiretentioon eri kuiva-ainepitoisuuden pastoilla. Toisessa osassa selvitettiin CMC:n vaikutusta vesiretentioon. Mittauspöytäkirjat edellä mainituista osuuksista löytyvät liitteinä.

### 7.1 Filterikoon vaikutus vesiretentioon

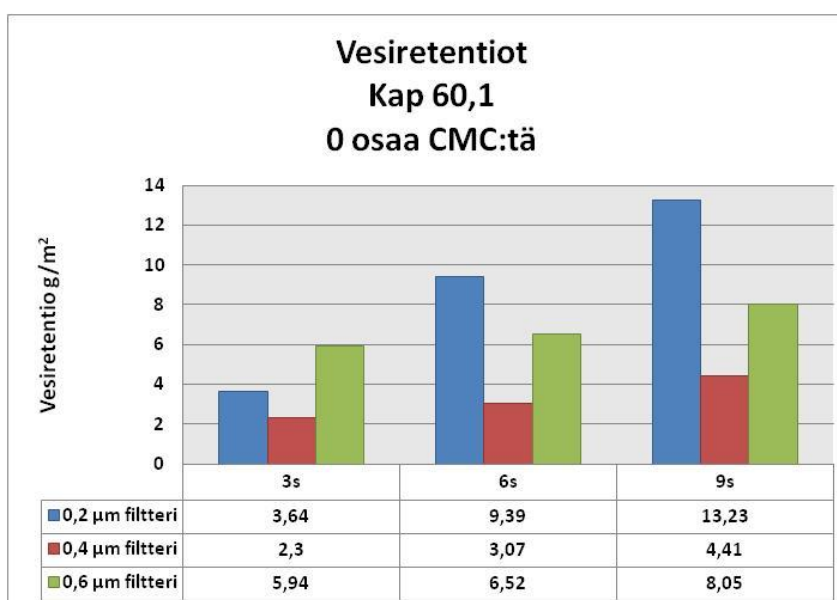
Kuvioissa 1–3 esitetään vesiretentiomittausten tulokset kolmelle eri kuiva-ainepitoisuuden pastalle, joiden mittauksissa käytettiin erikokoisia filtereitä.



Kuvio 1 Vesiretentiontulokset kuiva-ainepitoisuuden 69,7 pastalle



Kuvio 2 Vesiretentiotulokset kuiva-ainepitoisuuden 64,9 pastalle

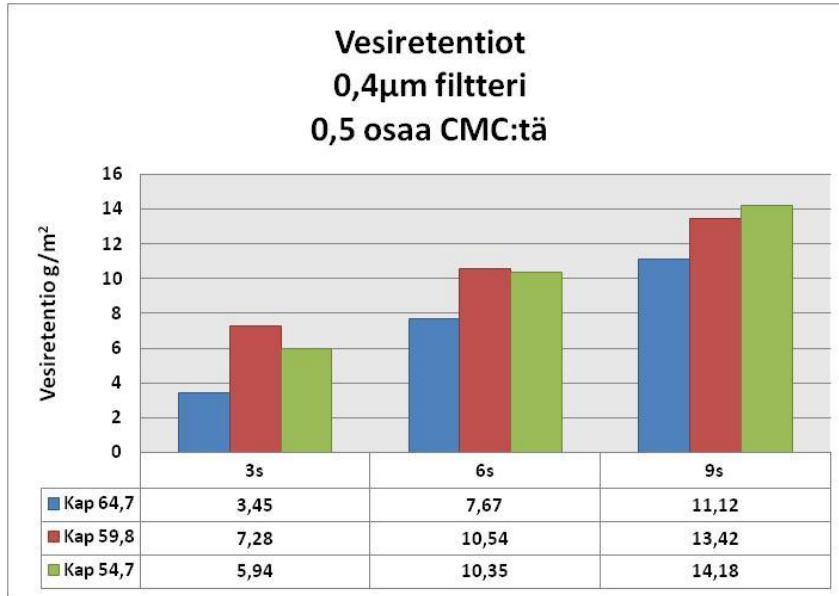


Kuvio 3 Vesiretentiotulokset kuiva-ainepitoisuuden 60,1 pastalle

Kuvioista huomataan selvästi erot vesiretentioissa eri filttereiden välillä. 0,4 µm:n filterillä saadaan selvästi pienimmät arvot jokaisessa mittauspisteessä.

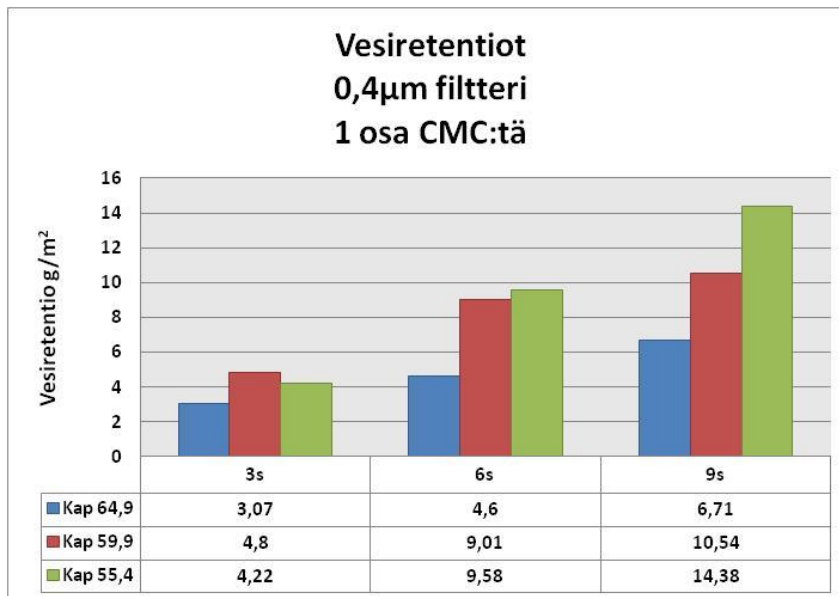
## 7.2 CMC:n vaikutus vesiretentioon

Kuviossa 4 esitetään vesiretentiomittausten tulokset pastoille, joihin oli lisätty 0,5 osaa CMC:tä ja filtterikokona oli 0,4 $\mu$ m.



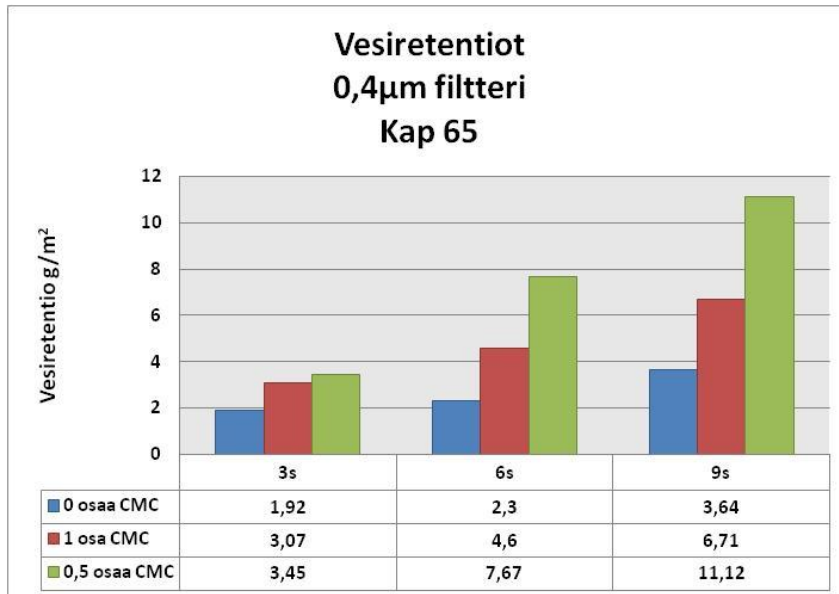
Kuvio 4 Vesiretentiotulokset pastoille, joissa oli 0,5 osaa CMC:tä

Kuviossa 5 esitetään vesiretentiomittausten tulokset pastoille, joihin oli lisätty 1 osa CMC:tä ja filtterikokona oli 0,4 $\mu$ m.

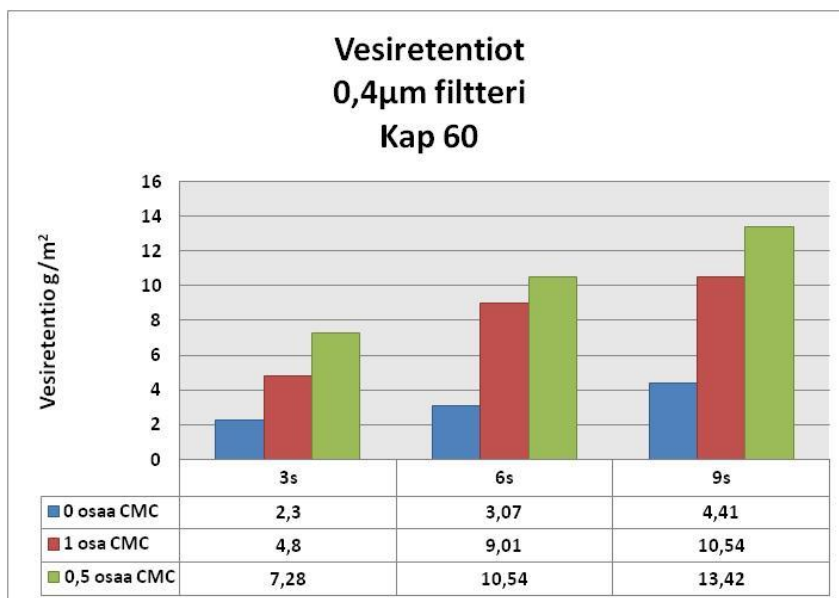


Kuvio 5 Vesiretentiotulokset pastoille, joissa oli 1 osa CMC:tä

Kuvioissa 6 ja 7 esitetään vesiretentiomittausten tulokset kuiva-ainepitoisuuden 65 ja 60 pastoille kaikilla eri CMC:n määrittä. Kuvioista näkee CMC:n vaikutuksen kuiva-ainepitoisuuden ja filterrikoon pysyessä vakioina.



Kuvio 6 Vesiretentiitulokset kuiva-ainepitoisuuden 65 pastoille



Kuvio 7 Vesiretentiitulokset kuiva-ainepitoisuuden 60 pastoille

Kuvioita vertailemalla voidaan todeta, että pastoilla, joissa on 0,5 osaa CMC:tä, on korkeammat vesiretentioarvot verrattuna pastoihin, joissa CMC:n määrä on 0 tai 1 osaa.

## 8 JOHTOPÄÄTÖKSET

Tehtyjen vesiretentiomittausten pohjalta voidaan todeta, että filtterikokojen välillä on merkittäviä eroja mittaustuloksissa. 0,4 µm:n filtereillä saatiin pienimmät arvot vesiretentiolle suoritettaessa mittauksia pastoilla, joissa ei ollut lainkaan CMC:tä seassa. Tämän takia oli järkevää valita 0,4 µm:n filterit tarkastelun kohteeksi, kun suoritettiin mittauksia pastoille, joissa oli seassa 0,5 tai 1 osaa CMC:tä.

CMC:tä lisättäessä tuli selvästi esiin, että vesiretentionarvot kasvoivat. Vertailtaessa vesiretentioneita pastoissa, joissa oli 0,5 tai 1 osaa CMC:tä, voidaan todeta arvojen olleen suuremmat pastoissa, joissa oli 0,5 osaa CMC:tä.

CMC:tä käytettäessä on hyvä tietää, että viskositeetin kasvu aiheuttaa omat rajoituksensa mittauksille ACA:n PDWR-laitteella. 65 % kuiva-ainepitoisuuden omaava pasta rupeaa olemaan jo aivan ylärajoilla, jos halutaan taata laitteen toimivuus. Siitä ylöspäin mentäessä laitteen virtauskanavat luultavimmin rupeavat tukkeutumaan ja muutenkin pastan käsittely ja laitteen puhdistuminen rupeavat olemaan liian haastavia toimintoja.

ACA:n PDWR-laitteella tehtyjen mittausten jälkeen voidaan todeta, että laite soveltuu loistavasti laboratorio-olosuhteisiin helppokäyttöisyytensä ja pienen tilantarpeensa takia. Lisäksi, kun muistetaan laitteen huolellinen puhdistaminen ja pastojen kuiva-ainepitoisuuden pitäminen maksimissaan 65 %:n vaiheilla, niin saadaan aikaan luotettavia tuloksia dynaamiselle vesiretentiolle.

## **KUVAT**

Kuva 1 Päällistyksen vaiheet sivelytelapäällistyksessä, s.6 (KnowPap)

Kuva 2 Mikroskooppikuva päällistämättömästä ja päällistetystä paperista, s.7 (Lehtinen 2000)

Kuva 3 Sideaineen tehtävät päällistyksessä, s.11 (Lehtinen 2000)

Kuva 4 PDWR:n tärkeimmät osat, s.15 (Aca PDWR Quick Start Guide)

## **KUVIOT**

Kuvio 1 Vesiretentiontulokset kuiva-ainepitoisuuden 69,7 pastalle, s.19

Kuvio 2 Vesiretentiontulokset kuiva-ainepitoisuuden 64,9 pastalle, s.20

Kuvio 3 Vesiretentiontulokset kuiva-ainepitoisuuden 60,1 pastalle, s.20

Kuvio 4 Vesiretentiontulokset pastoille, joissa oli 0,5 osaa CMC:tä, s.21

Kuvio 5 Vesiretentiontulokset pastoille, joissa oli 1 osa CMC:tä, s.21

Kuvio 6 Vesiretentiontulokset kuiva-ainepitoisuuden 65 pastoille, s.22

Kuvio 7 Vesiretentiontulokset kuiva-ainepitoisuuden 60 pastoille, s.22

## **TAULUKOT**

Taulukko 1 Pastojen ominaisuudet, s.18



## LÄHTEET

ACA:n Dynaamisen vesiretention mittausohje

Arjas, A. 1983. Suomen paperi-insinöörien yhdistyksen oppi- ja käsikirja 3, osa 1, Paperin valmistus 2.painos. Turku: Oy Turun Sanomat/Serieoffset.

Ferguson, K. 2003. Kaolin utilization in paper and paperboard grows beyond traditional U.S., U.K. deposits. Pulp & Paper.

Hägglom-Ahnger, U. & Komulainen, P. 2001. Paperin ja kartongin valmistus 2. tarkistettu painos. Jyväskylä: Gummerus Kirjapaino Oy.

KnowPap – paperitekniikan ja tehtaan automaation oppimisympäristö

Lehtinen, E. 2000. Pigment Coating and Surface Sizing of Paper. Jyväskylä: Gummerus Printing

Parikka & Kivelä. 2007. Päälystys ja pastan dynaaminen vesiretention. Etelä-Karjalan ammattikorkeakoulu, paperitekniikan koulutusohjelma. Imatra. Opinnäytetyö.

Quick Start Guide, Portable Dynamic Water Retention. Laitteen ohje- kirja, V1.1. ACA Systems Oy

## PASTA

Kap 69,7

Filteri	Aika (s)	$m_1$ (g)	$m_2$ (g)	$m_2-m_1$ (g)	DWR (g/m <sup>2</sup> )	
0,2 $\mu$ m	3	Mittaus 1	0,1340	0,1380		
		Mittaus 2	0,1340	0,1360		
		Mittaus 3	0,1320	0,1350		
		KA	0,1333	0,1363	<b>0,003000</b>	<b>1,7251</b>
	6	Mittaus 1	0,1320	0,1370		
		Mittaus 2	0,1360	0,1420		
		Mittaus 3	0,1330	0,1370		
		KA	0,1337	0,1387	<b>0,005000</b>	<b>2,8752</b>
	9	Mittaus 1	0,1300	0,1360		
		Mittaus 2	0,1370	0,1440		
		Mittaus 3	0,1320	0,1390		
		KA	0,1330	0,1397	<b>0,006667</b>	<b>3,8336</b>
0,4 $\mu$ m	3	Mittaus 1	0,1320	0,1340		
		Mittaus 2	0,1320	0,1350		
		Mittaus 3	0,1360	0,1390		
		KA	0,1333	0,1360	<b>0,002667</b>	<b>1,5334</b>
	6	Mittaus 1	0,1330	0,1370		
		Mittaus 2	0,1330	0,1360		
		Mittaus 3	0,1340	0,1380		
		KA	0,1333	0,1370	<b>0,003667</b>	<b>2,1085</b>
	9	Mittaus 1	0,1380	0,1440		
		Mittaus 2	0,1270	0,1300		
		Mittaus 3	0,1350	0,1400		
		KA	0,1333	0,1380	<b>0,004667</b>	<b>2,6835</b>
0,6 $\mu$ m	3	Mittaus 1	0,1320	0,1360		
		Mittaus 2	0,1340	0,1380		
		Mittaus 3	0,1320	0,1350		
		KA	0,1327	0,1363	<b>0,003667</b>	<b>2,1085</b>
	6	Mittaus 1	0,1370	0,1390		
		Mittaus 2	0,1340	0,1410		
		Mittaus 3	0,1380	0,1430		
		KA	0,1363	0,1410	<b>0,004667</b>	<b>2,6835</b>
	9	Mittaus 1	0,1330	0,1410		
		Mittaus 2	0,1310	0,1370		
		Mittaus 3	0,1320	0,1400		
		KA	0,1320	0,1393	<b>0,007333</b>	<b>4,2170</b>

## PASTA

## Kap 64,9

Filteri	Aika (s)	$m_1$ (g)	$m_2$ (g)	$m_2-m_1$ (g)	DWR (g/m <sup>2</sup> )	
0,2 $\mu$ m	3	Mittaus 1	0,1370	0,1410		
		Mittaus 2	0,1310	0,1350		
		Mittaus 3	0,1400	0,1440		
		KA	0,1360	0,1400	<b>0,004000</b>	<b>2,3002</b>
	6	Mittaus 1	0,1340	0,1420		
		Mittaus 2	0,1400	0,1460		
		Mittaus 3	0,1410	0,1480		
		KA	0,1383	0,1453	<b>0,007000</b>	<b>4,0253</b>
	9	Mittaus 1	0,1340	0,1480		
		Mittaus 2	0,1350	0,1470		
		Mittaus 3	0,1350	0,1460		
		KA	0,1347	0,1470	<b>0,012333</b>	<b>7,0922</b>
0,4 $\mu$ m	3	Mittaus 1	0,1360	0,1390		
		Mittaus 2	0,1400	0,1430		
		Mittaus 3	0,1350	0,1390		
		KA	0,1370	0,1403	<b>0,003333</b>	<b>1,9168</b>
	6	Mittaus 1	0,1370	0,1410		
		Mittaus 2	0,1300	0,1350		
		Mittaus 3	0,1340	0,1370		
		KA	0,1337	0,1377	<b>0,004000</b>	<b>2,3002</b>
	9	Mittaus 1	0,1350	0,1420		
		Mittaus 2	0,1320	0,1380		
		Mittaus 3	0,1390	0,1450		
		KA	0,1353	0,1417	<b>0,006333</b>	<b>3,6419</b>
0,6 $\mu$ m	3	Mittaus 1	0,1380	0,1430		
		Mittaus 2	0,1340	0,1380		
		Mittaus 3	0,1310	0,1360		
		KA	0,1343	0,1390	<b>0,004667</b>	<b>2,6835</b>
	6	Mittaus 1	0,1310	0,1380		
		Mittaus 2	0,1340	0,1410		
		Mittaus 3	0,1340	0,1410		
		KA	0,1330	0,1400	<b>0,007000</b>	<b>4,0253</b>
	9	Mittaus 1	0,1330	0,1440		
		Mittaus 2	0,1330	0,1420		
		Mittaus 3	0,1390	0,1500		
		KA	0,1350	0,1453	<b>0,010333</b>	<b>5,9421</b>

## PASTA

Kap 60,1

Filteri	Aika (s)	$m_1$ (g)	$m_2$ (g)	$m_2 - m_1$ (g)	DWR (g/m <sup>2</sup> )	
0,2 $\mu\text{m}$	3	Mittaus 1	0,1390	0,1480		
		Mittaus 2	0,1380	0,1430		
		Mittaus 3	0,1350	0,1400		
		KA	0,1373	0,1437	<b>0,006333</b>	<b>3,6419</b>
	6	Mittaus 1	0,1370	0,1560		
		Mittaus 2	0,1320	0,1470		
		Mittaus 3	0,1380	0,1530		
		KA	0,1357	0,1520	<b>0,016333</b>	<b>9,3924</b>
	9	Mittaus 1	0,1410	0,1660		
		Mittaus 2	0,1410	0,1630		
		Mittaus 3	0,1370	0,1590		
		KA	0,1397	0,1627	<b>0,023000</b>	<b>13,2260</b>
0,4 $\mu\text{m}$	3	Mittaus 1	0,1350	0,1400		
		Mittaus 2	0,1370	0,1400		
		Mittaus 3	0,1350	0,1390		
		KA	0,1357	0,1397	<b>0,004000</b>	<b>2,3002</b>
	6	Mittaus 1	0,1340	0,1380		
		Mittaus 2	0,1320	0,1380		
		Mittaus 3	0,1340	0,1400		
		KA	0,1333	0,1387	<b>0,005333</b>	<b>3,0669</b>
	9	Mittaus 1	0,1380	0,1480		
		Mittaus 2	0,1370	0,1430		
		Mittaus 3	0,1390	0,1460		
		KA	0,1380	0,1457	<b>0,007667</b>	<b>4,4087</b>
0,6 $\mu\text{m}$	3	Mittaus 1	0,1360	0,1490		
		Mittaus 2	0,1370	0,1460		
		Mittaus 3	0,1330	0,1420		
		KA	0,1353	0,1457	<b>0,010333</b>	<b>5,9421</b>
	6	Mittaus 1	0,1330	0,1440		
		Mittaus 2	0,1340	0,1470		
		Mittaus 3	0,1330	0,1430		
		KA	0,1333	0,1447	<b>0,011333</b>	<b>6,5172</b>
	9	Mittaus 1	0,1340	0,1450		
		Mittaus 2	0,1370	0,1510		
		Mittaus 3	0,1350	0,1520		
		KA	0,1353	0,1493	<b>0,014000</b>	<b>8,0506</b>

## PASTA

Kap 64,9  
1 osa CMC

Filteri	Aika (s)		$m_1$ (g)	$m_2$ (g)	$m_2-m_1$ (g)	DWR (g/m <sup>2</sup> )
0,4 µm	3	Mittaus 1	0,1380	0,1420		
		Mittaus 2	0,1360	0,1420		
		Mittaus 3	0,1360	0,1420		
		KA	0,1367	0,1420	0,005333	<b>3,0669</b>
	6	Mittaus 1	0,1360	0,1440		
		Mittaus 2	0,1360	0,1440		
		Mittaus 3	0,1360	0,1440		
		KA	0,1360	0,1440	0,008000	<b>4,6003</b>
	9	Mittaus 1	0,1330	0,1440		
		Mittaus 2	0,1350	0,1480		
		Mittaus 3	0,1330	0,1440		
		KA	0,1337	0,1453	0,011667	<b>6,7088</b>

## PASTA

Kap 59,9  
1 osa CMC

Filteri	Aika (s)		$m_1$ (g)	$m_2$ (g)	$m_2-m_1$ (g)	DWR (g/m <sup>2</sup> )
0,4 µm	3	Mittaus 1	0,1320	0,1400		
		Mittaus 2	0,1330	0,1410		
		Mittaus 3	0,1340	0,1430		
		KA	0,1330	0,1413	0,008333	<b>4,7920</b>
	6	Mittaus 1	0,1350	0,1520		
		Mittaus 2	0,1340	0,1500		
		Mittaus 3	0,1350	0,1490		
		KA	0,1347	0,1503	0,015667	<b>9,0090</b>
	9	Mittaus 1	0,1310	0,1450		
		Mittaus 2	0,1370	0,1570		
		Mittaus 3	0,1380	0,1590		
		KA	0,1353	0,1537	0,018333	<b>10,5425</b>

## PASTA

Kap 55,4  
1 CMC

Filteri	Aika (s)		$m_1$ (g)	$m_2$ (g)	$m_2-m_1$ (g)	DWR ( $g/m^2$ )
0,4 $\mu$ m	3	Mittaus 1	0,1340	0,1420		
		Mittaus 2	0,1380	0,1450		
		Mittaus 3	0,1330	0,1400		
		KA	0,1350	0,1423	0,007333	<b>4,2170</b>
	6	Mittaus 1	0,1340	0,1530		
		Mittaus 2	0,1340	0,1500		
		Mittaus 3	0,1360	0,1510		
		KA	0,1347	0,1513	0,016667	<b>9,5841</b>
	9	Mittaus 1	0,1330	0,1580		
		Mittaus 2	0,1330	0,1570		
		Mittaus 3	0,1340	0,1600		
		KA	0,1333	0,1583	0,025000	<b>14,3761</b>

## PASTA

Kap 64,7  
0,5 CMC

Filteri	Aika (s)		$m_1$ (g)	$m_2$ (g)	$m_2-m_1$ (g)	DWR ( $g/m^2$ )
0,4 $\mu$ m	3	Mittaus 1	0,1380	0,1420		
		Mittaus 2	0,1340	0,1400		
		Mittaus 3	0,1330	0,1410		
		KA	0,1350	0,1410	0,006000	<b>3,4503</b>
	6	Mittaus 1	0,1360	0,1490		
		Mittaus 2	0,1310	0,1420		
		Mittaus 3	0,1320	0,1480		
		KA	0,1330	0,1463	0,013333	<b>7,6672</b>
	9	Mittaus 1	0,1300	0,1480		
		Mittaus 2	0,1340	0,1530		
		Mittaus 3	0,1300	0,1510		
		KA	0,1313	0,1507	0,019333	<b>11,1175</b>

## PASTA

Kap 59,8  
0,5 CMC

Filteri	Aika (s)		$m_1$ (g)	$m_2$ (g)	$m_2 - m_1$ (g)	DWR ( $g/m^2$ )
0,4 $\mu m$	3	Mittaus 1	0,1340	0,1470		
		Mittaus 2	0,1330	0,1460		
		Mittaus 3	0,1330	0,1450		
		KA	0,1333	0,1460	0,012667	7,2839
	6	Mittaus 1	0,1400	0,1580		
		Mittaus 2	0,1340	0,1530		
		Mittaus 3	0,1330	0,1510		
		KA	0,1357	0,1540	0,018333	10,5425
	9	Mittaus 1	0,1360	0,1600		
		Mittaus 2	0,1300	0,1530		
		Mittaus 3	0,1320	0,1550		
		KA	0,1327	0,1560	0,023333	13,4177

## PASTA

Kap 54,7  
0,5 CMC

Filteri	Aika (s)		$m_1$ (g)	$m_2$ (g)	$m_2 - m_1$ (g)	DWR ( $g/m^2$ )
0,4 $\mu m$	3	Mittaus 1	0,1330	0,1440		
		Mittaus 2	0,1330	0,1420		
		Mittaus 3	0,1330	0,1440		
		KA	0,1330	0,1433	0,010333	5,9421
	6	Mittaus 1	0,1330	0,1510		
		Mittaus 2	0,1340	0,1520		
		Mittaus 3	0,1340	0,1520		
		KA	0,1337	0,1517	0,018000	10,3508
	9	Mittaus 1	0,1320	0,1570		
		Mittaus 2	0,1350	0,1600		
		Mittaus 3	0,1350	0,1590		
		KA	0,1340	0,1587	0,024667	14,1844