

TP6 analyysit

Työpakettiraportti 4.8.2025

Vastuullinen johtaja

Lasse Pulkkinen

Tutkimusinsinööri

Joonas Pyykkö

NextGenMix

1.6.2023–31.8.2025

Hanke on Euroopan unionin osarahoittama Etelä-Savon maakuntaliiton kautta.



Euroopan unionin
osarahoittama



WETEND
Technologies

 SOLENIS



Etelä-Savon
maakuntaliitto

ACA
SYSTEMS

Valmet
FORWARD



storaenso



Kaakkois-Suomen
ammattikorkeakoulu

Sisällysluettelo

1 Tausta ja testit	4
2 Analyysit	4
2.1 Formaatio Stora Enso	4
2.2 Formaatio Flash Loop.....	5
2.3 Fraktionaattori Stora Enso	5
2.3.1 Lc ISO mm	5
2.3.2 Hienoaine %	7
2.3.2 Kuituleveys	8
2.3.3 Fibrillaatio %	9
2.4 Fraktionaattori Flash Loop.....	9
2.4.1 Lc ISO mm	9
2.4.2 Hienoaine %	9
2.4.3 Kuituleveys	10
2.4.4 Fibrillaatio %	10
2.5 Vetolujuus Stora Enso	10
2.6 Vetolujuus Flash Loop.....	10
2.7 Vaaleus Stora Enso	11
2.8 Sini- ja keltasävyisyys Stora Enso	11
2.9 Opasiteetti Stora Enso	11
2.10 Karheus Stora Enso	11
3 Analyysikooste	12



**Euroopan unionin
osarahioittama**





Euroopan unionin
osarahoittama



1 Tausta ja testit

Työpaketin 6 tarkoitus oli tehdä demonstraatiot hankkeen tutkimalle aihepiirille. Xamk Kuitulaboratorion Flash-Mixing luupilla demonstraatiokoeajot erikoiskuitujen dispersion tehostamiselle. MFC:n dispersio, kemikaaliparit toimivat koepareina.

Imatran pilottilaitoksella testataan aikaisempien koepisteiden tuloksien perusteella, erilaisia kemikaali yhdistelmiä, nopeissa sekoitustilanteissa.

Arvioimalla formaatiota, retentiota ja muita paperin ominaisuuksia, koostetaan tulos sekoittumisen onnistumisesta.

Lisäksi analysoidaan, onko merkittäviä ilmiöitä erikoiskuitujen kuten MFC:n sekoittuvuudessa, kemikaalioptimoinnin myötä.

2 Analyysit

Kaikissa koepisteissä huomattiin, että MFC:n lisääminen tärkein kanssa johti selkeään muutokseen paperin laadussa, pelkkään suspensioon verrattuna. Tutkimuksissa ei haettu tiettyä paperilaatua tai tyyppiä, kuitenkin tyypillinen tulostuspaperi toimi verrokkina.

Erikoiskuitujen lisääminen Flash Mixing sekoituksella vaikuttaa toimivan tehokkaasti.

2.1 Formaatio Stora Enso

Suurimmassa osassa koepisteissä pysyttiin alle miljoonan formaatioarvossa. Koepisteessä 3 käytettiin eniten kemikaaleja.

Voi olla, että huonot formaatioarvot, ovat tulos erilaisten kemikaalien läsnäolon aiheuttamista pintavaihteluista. Koepisteestä 4 puuttui AKD, minkä kyky on peittää huokoisuutta massassa ja tehdä paperista nestekestävämpää.

Koepisteestä 5, puuttui C-PAM, minkä myötä vähemmän hienoaainetta on tarttunut paperiin, tasoittaen pintavaihtelua.



Euroopan unionin
osarahioittama



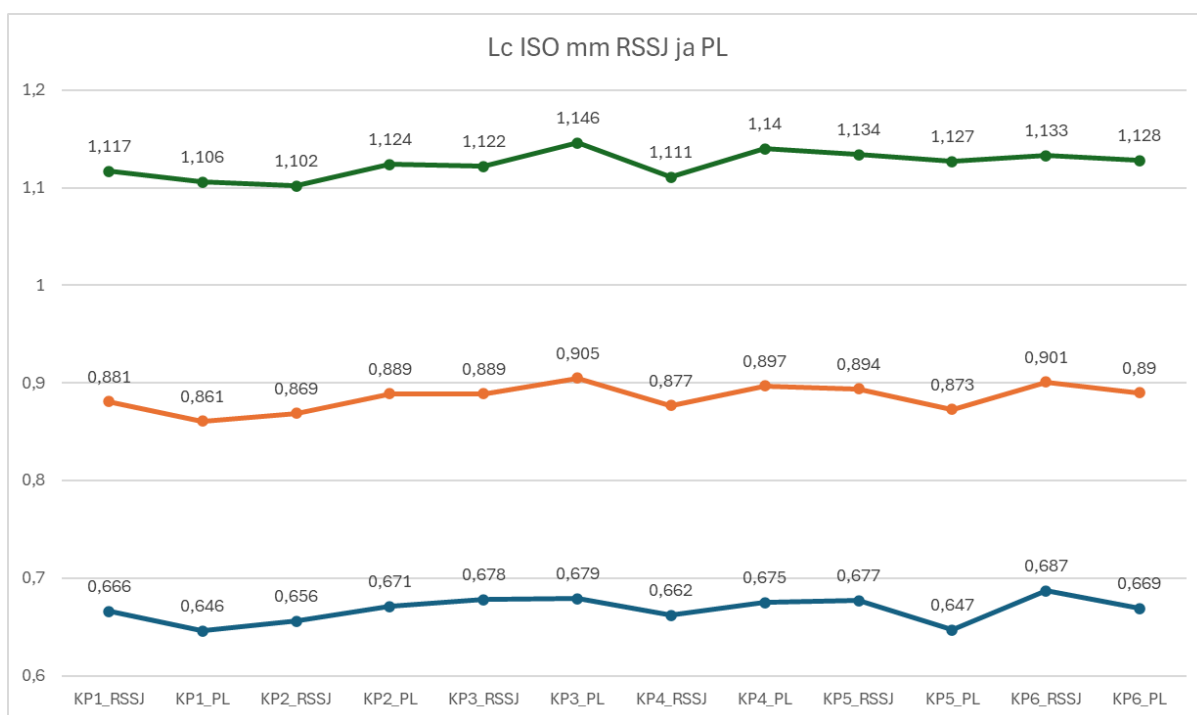
2.2 Formaatio Flash Loop

Pixact-laitteistolla yli miljoonan formaatiota pidetään huonona. Flash Loopilla päästiin yllättävän hyviin tuloksiin formaation suhteen.

2.3 Fraktionaattori Stora Enso

2.3.1 Lc ISO mm

Pituudelliset erot eivät poikenneet tai sisältäneet erikoisuuksia. RSSJ ja PL näytteissä tulokset olivat odotusten mukaiset.



Viirakaivon näytteissä pienin pituusvaihtelu mitassa (n), joka oli kaikista pituuksista lyhyin. Pituuksista (l) ja (w) löytyi eniten vaihtelua. Jos massaerässä olisi jostain syystä suurempi määrä pidempää kuitua, se näkyisi viirakaivonäytteessä.

Koepiste 1 toimii tässä tapauksessa nolla-arvona, sillä se sisältää vain puhdasta massaa.

Viirakaivo koepisteessä 2, On oletettavaa, että valitut kemikaalit ovat johtaneet huonompaan retentioon, minkä takia pidempää kuitua on päässyt viirakaivoon.



Euroopan unionin
osarahioittama

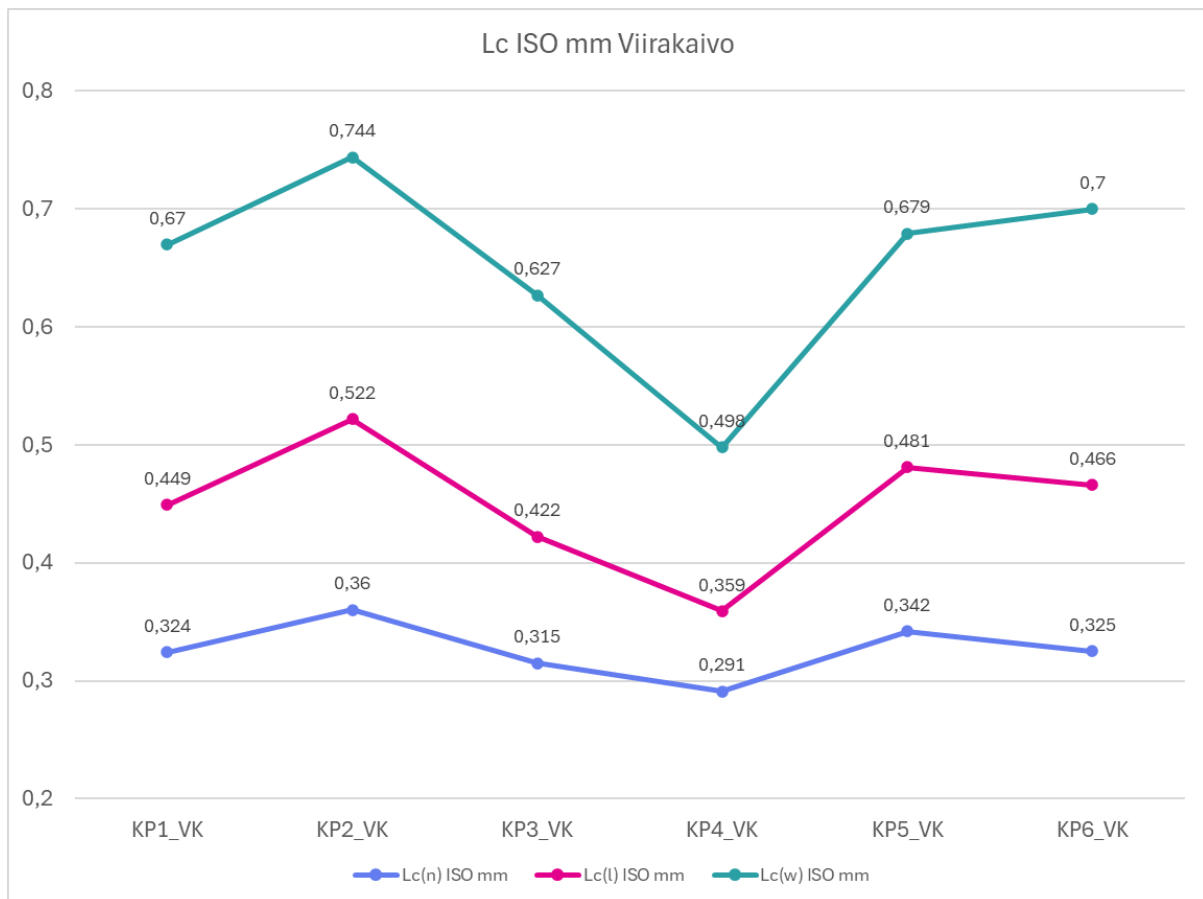


Koepiste 3 oli kemikaaliraskain koepiste. Kuitupituudet ovat yhdet matalimmista. Tämä kertoo käytettyjen kemikaalien toimineet hyvin retention kannalta.

Koepisteessä 4 AKD:n puute on johtanut pidempien kuitujen parempaan retention, kaikkiin muihin tuloksiin verraten. Verraten tulosta koepisteeseen 3 tulokseen, voisi päätellä, että koepisteessä 3 liiallinen kemikaalien syöttö, on aiheuttanut pidemmän kuidun pääsyn viirakaivoon.

Koepiste 5 menee oletusten mukaisesti. C-PAM:in puuttuminen johtaa pitempien kuitujen pääsemiseen viirakaivoon. Tämä nähdään viirakaivon tuloksissa.

Koepiste 6 on poikkeuksellinen. Lyhyimpien pituuksien keskiarvo oli matalampi, kuin edellisessä koepisteessä. Pisimmässä kuitumitassa (w) huomattiin vastakkainen piirre. Syyn selvitys vaatii lisätutkimusta.



Euroopan unionin
osarahoittama



2.3.2 Hienoaine %

Hienoaineen määrä vaihteli perälaatikkonäytteiden välillä 23,72–30,92 %.

RSSJ näytteissä hienoaineen määrä vaihteli 21,33–25,47 % välillä.

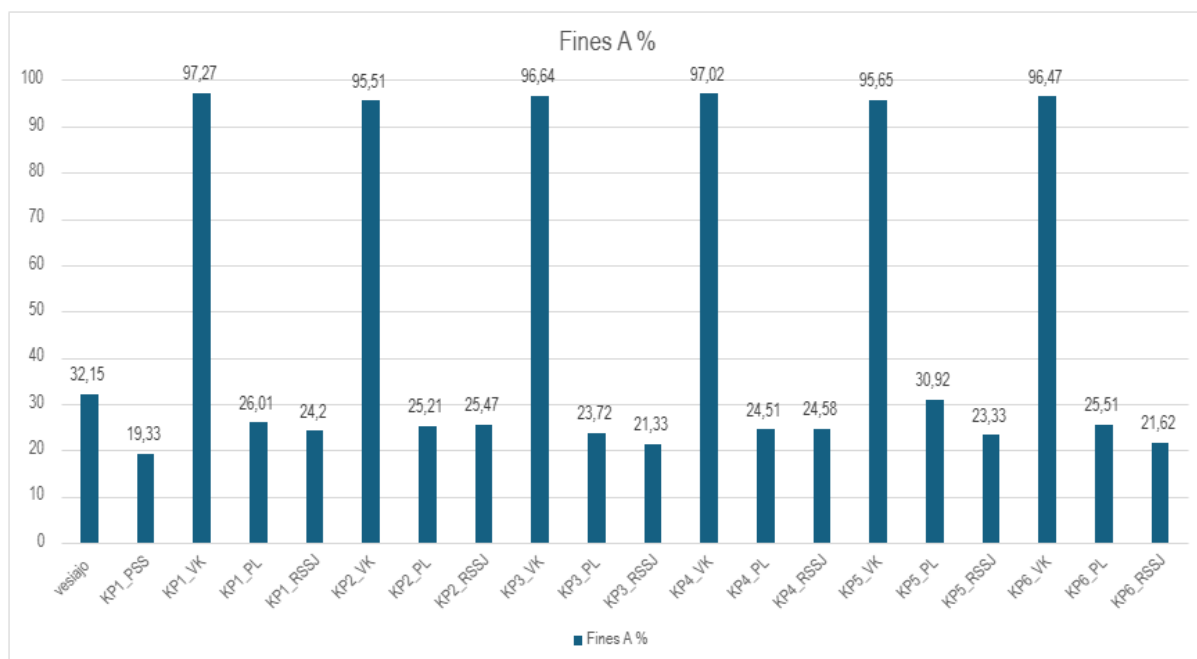
Koepisteessä 2, tuloksissa näkyvä 0,26 % ero ei ole suuri ja se menee virhemarginaalin alle.

Koepisteessä 3, hienoainepitoisuus nousi 2,39 % kemikaalien lisäyksen jälkeen, mikä implikoi vapaan hienoainemäärän nousua. Vapaa hienoaine nähdään myös viirakaivossa, eli osa hienoaineesta on mennyt hukkaan.

Koepisteessä 4, vapaata hienoainetta on perälaatikossa vähemmän, eli retentio on ollut tehokkaampi kuin koepisteessä 3. Viirakaivotulos on koholla mistä voi päätellä, ettei kaikki perälaatikon hienoaineesta, ole pysynyt kiinni kuiduissa ja on päässyt viirasta läpi.

Koepisteessä 6 RSSJ:n ja PL ero on 3,89 %. Tämä tarkoittaa, että vapaata hienoainetta oli perälaatikossa enemmän. Piirre johtuu A-PAM:in puutteesta.

Koepiste 5 on kaikista selkein, vapaan hienoaineen suhteen. Tulos oli kuitenkin oletuksien mukainen, sillä C-PAM:in puute johtaa suurempaan vapaan hienoaineen määrään.



Euroopan unionin
osarahoittama



WETEND
Technologies

SOLENIS



Etelä-Savon
maakuntaliitto

ACA
SYSTEMS

Valmet
FORWARD



storaenso



Kaakkois-Suomen
ammattikorkeakoulu

2.3.2 Kuituleveys

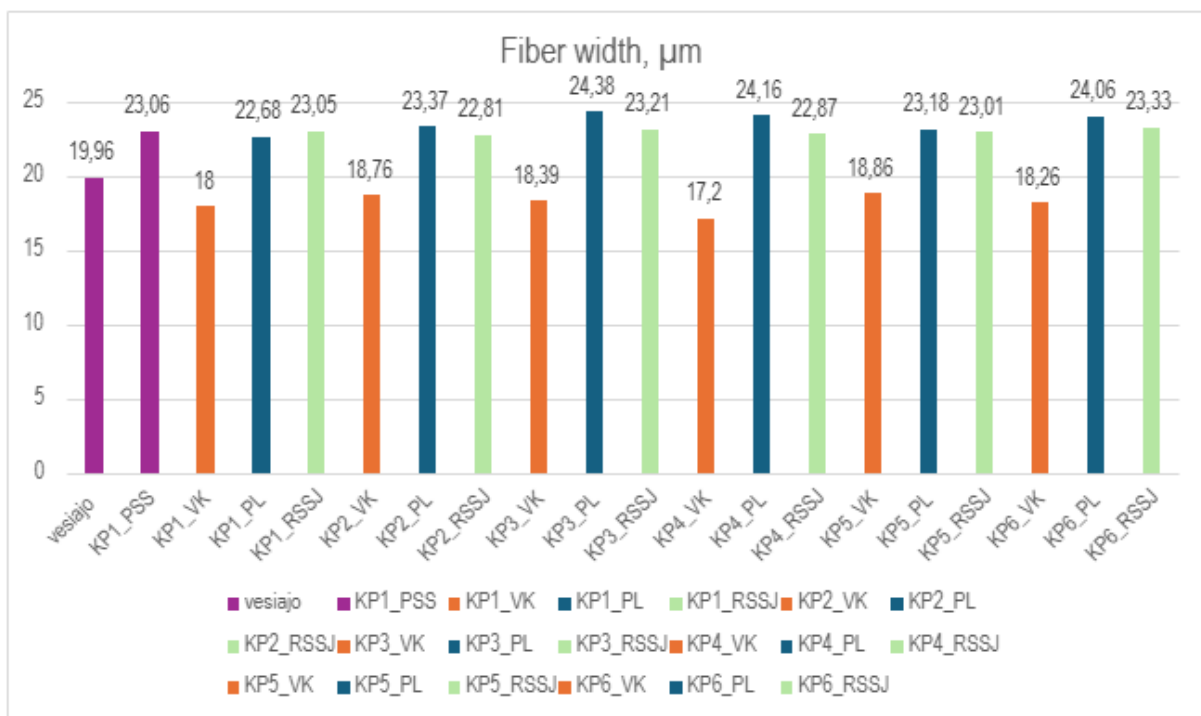
Tuloksista nähdään kuvio, missä RSSJ tulokset ovat kapeampia kuin PL tulokset. RSSJ:ssä ei käytetty kemikaaleja vaahdonestoaineen ulkopuolella. Keskimäärin PL ja RSSJ kuitujen välillä oli 0,884 μm ero.

Koepiste 1, koska PL ja RSSJ:n välissä ei ole kemikaaleja, paksuusero voidaan allekirjoittaa kuituleveyden vaihtelun piikkiin.

Suurin kemikaalien tarttuminen tapahtui koepisteessä 4, missä kuitujen paksuusero oli 1,29 μm .

Koepisteessä 5, tasaisin kuitupaksuus, oli 0,17 μm RSSJ:n ja perälaatikon välillä. Tämä johtuu siitä, ettei koepisteessä lisätty C-PAM:ia.

Koepisteessä 6 RSSJ- ja perälaatikkotulokset jäävät virhe marginaaliin.



Euroopan unionin
osarahioittama



2.3.3 Fibrillaatio %

Kemikaalit kuten C-PAM tai A-PAM vaikuttaa flokkulaatioon. Flokit, mitkä sisältävät mikrofibrilloitua selluloosaa voivat kasvattaa fibrillaatioastetta, mikä todetaan tuloksissa.

Viirakaivon tuloksissa, koepisteen 1 viirakaivossa fibrillaatio oli suurin. Oletuksena on, että fibrillaatio on suurin viirakaivossa kemikaalien puutteen takia.

Koepisteessä 5 viirakaivoon on päässyt suurempi määrä MFC:tä, mikä kasvattaa fibrillaatioastetta. Johtuu C-PAM:in puutteesta.

Koepisteessä 3 on oletettavasti liikaa kemikaaleja, joka on johtanut MFC:n pääsyyn viirakaivoon.

Koepisteestä 5 puuttui C-PAM, mikä näkyy fibrillaation kasvuna. Lisäksi koepisteen 6 tuloksessa nähdään A-PAM:in puutteen aiheuttama fibrillaation kasvu. Muuten tulokset ovat hyvin tasaiset.

RSSJ:n tulos on kemiaton, mutta vaihtelua löytyy, mikä voidaan merkata massavaihtelun piikkiin.

2.4 Fraktionaattori Flash Loop

2.4.1 Lc ISO mm

Kuitujen pituudet pysyivät tasaisena koepisteiden välillä. Koepisteessä 3 oli kaikista pisimmät kuidut, koepisteiden erot vaihtelivat $\pm 0,20$ mm välillä

2.4.2 Hienoaine %

Hienoaineen tulokset näyttävät, että tärkki on tehokas keino hienoaineen sitomiselle. Tulokset ovat odotuksien mukaiset.

Kun verrataan koepistettä 1 muihin koepisteisiin nähdään, että koepisteiden 2, 4 ja 5 reseptit eivät onnistuneet sitomaan hienoaainetta, yhtä hyvin kuin tärkki.

Koepisteessä 3, hienoainepitoisuus on alle tärkin tuloksen, C-PAM, A-PAM ja AKD yhdessä tuotti parhaimman tuloksen.



Euroopan unionin
osarahioittama



2.4.3 Kuituleveys

Kuituleveydet olivat tasaisesti 22,25–22,86 µm luokkaa.

Koepisteessä 1 käytettiin tärkkiä ja hienoaine tarttui hyvin kuituun.

Koepisteessä 2, C-PAM ja A-PAM eivät tehonneet yhtä hyvin.

Kun käytettiin AKD, C-PAM ja A-PAM, kuituleveys oli 23,35 µm koepisteessä 3, eli suurin kaikista. Kuituleveyden kasvu tarkoittaa hienoaineen kiinnittymistä kuituihin.

Koepisteissä 4 ja 5 huomataan AKD:n positiivinen vaikutus hienoaineen tarttumiselle.

2.4.4 Fibrillaatio %

Tulos koepisteessä 3 oli 0,5 %, on todella hyvä ja siihen päästiin, kun käytössä oli kaikki kemikaalit.

Flash Loop koeajoissa fibrillaatio, oli 1,75–3,5 % luokkaa. Kuituleveyden tulokset tukevat fibrillaation tuloksia.

2.5 Vetolujuus Stora Enso

Vetolujuudessa huomattiin, että vaahdonestoaine heikensi sitä.

Aikaisempien työpakettien tuloksissa nähtiin, C-PAM:in aiheuttavan vetolujuuden laskua.

Koepisteissä 2 ja 6, huomataan vetolujuuden kasvavan, kun kemikaalit kuten polyakryyliamidit ja AKD puuttuvat.

Lisäksi näissä tuloksissa toinen yhteinen tekijä on vaahdonestoaineen puute.

2.6 Vetolujuus Flash Loop

Flash Loop ajoissa vetolujuudet olivat suhteellisen huonot. Kemikaalien lisäys heikensi tulosta tässäkin.



Euroopan unionin
osarahioittama



2.7 Vaaleus Stora Enso

Tulostuspaperissa ISO vaaleus on luokka 80–100. Stora Enson arkeissa ei kuitenkaan päästy, kuin hieman yli 80.

Kemikaalit vaikuttivat heikentävästi vaaleuteen.

Vaahdonestoaineen puute koepisteessä 6, antoi huonoimman tuloksen.

2.8 Sini- ja keltasävyisyys Stora Enso

Vaahdonestoaineen puuttuessa koepisteessä 6 huomataan keltaisuuden kasvua.

2.9 Opasiteetti Stora Enso

Opasiteetti on heikko verrattuna tulostuspaperiin. Kuitenkaan arkeissa ei ole käytetty täyteaineita tai kemikaaleja, joiden tehtävänä olisi kasvattaa opasiteettia.

Opasiteetti vähenee koepisteessä 2 verraten koepisteeseen 1. MFC eli ole läpinäkyvää vaan läpikuultavaa. Tämä voi huijata optista opasiteetin mittausta.

Koepiste 3 ja 5 sisältävät korkeammat opasiteetit, Kemikaalit ovat pidättäneet hienoainetta hyvin paperissa.

Koepiste 4 on muuten sama kuin koepiste kolme, mutta AKD puuttuu. AKD:n puuttuminen on selkeästi johtanut opasiteetin laskuun.

Koepisteestä 6, opasiteetti laski. Syyn täytyy olla, joko kemikaalipareissa tai sitten vaahdonestoaineessa.

Aikaisempiin tuloksiin verraten oletus on vaahdonestoaineen puute, johtaa huonompaan sekoittumiseen.

2.10 Karheus Stora Enso

Tyypillisissä tulostuspapereissa, PPS testerillä 10–30 µm lasketaan sileäksi pinnaksi. Stora Enson arkeissa tulos oli alle 10 µm. Tämän tuloksen perusteella, ilman kalsiumkarbonaattia tai savea, päästiin todella hyvään sileyteen.



**Euroopan unionin
osarahioittama**



Kun vaahdonestoainetta käytetään Flash Mixing sekoituksessa, huomataan karheuden laskevan, eli sekoitus tehostuu huomattavasti sekä sen laatu paranee.

3 Analyysikooste

Tuloksista huomattiin, vaahdonestoaineella olevan positiivisia vaikutuksia sekoituksessa.

Fraktionaattorilla nähtiin, kuitujen käyttäytyminen tiettyjen kemikaaliparien kanssa, eri paikoissa paperi- /kartonkikoneella.

Paperin laadulliset tekijät, mitkä riippuvat sekoituksesta, pystyttiin korreloimaan kemikaalipareihin ja niiden puutteisiin.



Euroopan unionin
osarahoittama

