

TAMPEREEN AMMATTIKORKEAKOULU
Kone- ja tuotantotekniikka
Tuotekehitys

Tutkintotyö

Antero Haapaniemi

**ON-LINE MITTALAITTEEN KEHITTÄMINEN PAPERIN PÖLYÄVYYDEN
MITTAAMISEEN POLYTEST- HANKKEESSA**

Työn ohjaajat
Työn teettäjä
Tampere 2008

DI Arto Nikkilä, FM Pasi Arvela
TAMK, POLYTEST-hanke, TkT Jarmo Lilja

TAMPEREEN AMMATTIKORKEAKOULU

Kone- ja tuotantotekniikka

Tuotekehitys

Haapaniemi, Antero

Tutkintotyö

Työn ohjaajat

Työn teettäjä

Kesäkuu 2008

Hakusanat

On-line mittalaitteen kehittäminen paperin
pölyävyyden mittaamiseen Polytest- hankkeessa

13 sivua + 0 liitesivua

DI Arto Nikkilä, FM Pasi Arvela

TAMK, POLYTEST -hanke, TKT Jarmo Lilja

linting, dusting, paperipöly, polytest

TIIVISTELMA

Tampereen ammattikorkeakoululla käynnistetyn POLYTEST hankkeen tavoitteena oli tutkia ja mitata paperin pölyävyyttä. Tätä varten projektin aikana rakennettiin sekä laboratorio-olosuhteisiin että on-line-mittaukseen suunnitellut laitteet. Tämä tutkintotyö keskittyy on-line-mittalaitteen kehittämiseen sekä sillä suoritettuihin mittauksiin. Tämä on tutkintotyön julkinen versio, josta on jätetty pois kaikki luottamuksellinen materiaali.

TAMPERE POLYTECHNIC -
UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES
Mechanical and Production Engineering
Product Development
Haapaniemi, Antero

Final Thesis
Thesis supervisors
Commissioning company
June 2008
Keywords

Development of on-line device for linting and dusting
measurements in POLYTEST- project
13 pages, 0 appendix pages
MSc Arto Nikkilä, MSc Pasi Arvela
TAMK, POLYTEST -project, PhD Jarmo Lilja
linting, dusting, polytest

ABSTRACT

The aim of the POLYTEST-project launched in Tampere University of Applied Sciences was to examine and measure paper dusting. For this purpose, devices were designed and built for both laboratory conditions and online measuring. This thesis focuses on the development of the online measurement device as well as the measuring process it was used for. This is the public version of the final thesis. All the confidential information has been removed from this version.

ALKUSANAT

Projektin aikana työskentelin useiden ihmisten kanssa, joita haluaisin nyt kiittää. Ensimmäiseksi haluaisin kiittää projektissa mukana olleita opettajia Arto Nikkilää, Jarmo Liljaa sekä Pasi Arvelaa heidän asiantuntevista neuvoistaan sekä suuresta panostuksestaan projektiin. Haluaisin myös kiittää projektissa kanssani työskennelleitä oppilaita Janne Heinilää sekä Teemu Aittamaata heidän avustaan. Haluaisin kiittää myös Metso Automationia sen tarjoamasta rahoituksesta, yhteistyöstä sekä mittalaitteiden lainaamisesta. Kiitokset menevät myös laboratoriomestari Juhani Pitkäselle, joka auttoi mittalaitteiden valmistuksessa. Lopuksi haluaisin kiittää projektiin viimeisenä mukaan tullutta opiskelijaa Mikko Köppää, joka auttoi minua mittauksien suorittamisessa.

Tampere

Kesäkuu 1, 2008

Antero Haapaniemi

SISÄLLYSLUETTELO

TIIVISTELMÄ

ABSTRACT

ALKUSANAT

| | |
|---------------------------------------|----|
| SISÄLLYSLUETTELO | 5 |
| LYHENTEIDEN JA MERKKIEN SELITYKSET | 6 |
| 1. JOHDANTO | 7 |
| 2. PAPERIN LINTING JA DUSTING | 8 |
| 3. OLEMASSA OLEVIA PÖLYMITTALAITTEITA | 10 |
| LÄHDELUETTELO | 13 |

LYHENTEIDEN JA MERKKIEN SELITYKSET

Helena = on-line-simulaattori

\hat{U} = ääniraidan jännite- amplitudi

\hat{A} = paperin amplitudi

v = on-line simulaattorin nopeus

f = ääniraidan taajuus

f_t = on-line-simulaattorin taajuusmuuntajan taajuus

n = kierrosnopeus

C_m = massakonsentraatio

$\sum m$ = kokonaismassa

DI = pölyindeksi (dusting index)

TAMK = Tampereen ammattikorkeakoulu

Kokoonpano 1 = Akustisena elementtinä bassokaiutin

Kokoonpano 2 = Akustisena elementtinä keskiäänikaiutin

1. JOHDANTO

Paperin pölyävyyden mittausmenetelmiä on olemassa, mutta ne ovat usein tehdaskohtaisia, joten niiden tulosten vertailu keskenään on hyvin hankalaa. Paperin pölyävyys aiheuttaa ongelmia ja lisäkustannuksia varsinkin offset-painatuksessa. Tuotantomäärien kasvu sekä kohoavat laatuvaatimukset asettavat papereille yhä korkeampia vaatimuksia ja näin ollen myös paperin pölyävyyttä pitäisi pystyä hallitsemaan.

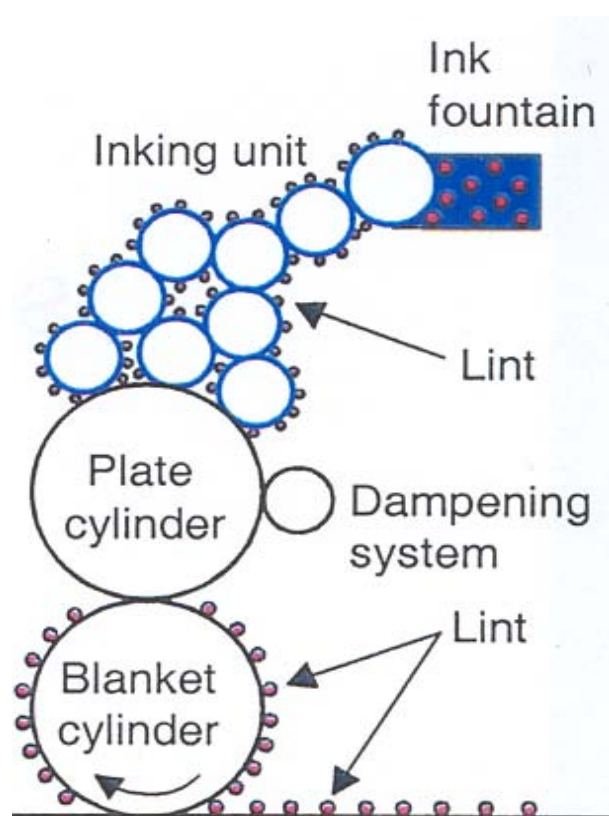
POLYTEST hankkeen tavoitteena on kehittää sekä laboratorio- että on-line-käyttöön laite, jolla paperin pölyävyyttä paperitehtailla pystyttäisiin tarkkailemaan reaaliajassa. Tämän tiedon avulla paperitehtailla päästäisiin selville pölyävyyttä aiheuttavista tekijöistä ja sitä pystyttäisiin vähentämään esimerkiksi muuttamalla paperikoneen ajoarvoja.

Hankkeen tavoitteena on myös luoda mittausmenetelmä paperin pölyävyydelle. Mittausmenetelmän ollessa yleisesti käytössä olisi siitä hyötyä varsinkin painotaloissa, joissa pystyttäisiin valvomaan toimitetun paperin laatua ja näin ollen vähentämään pölyävyyden aiheuttamia ongelmia.

2. PAPERIN LINTING JA DUSTING

Paperin lintingin ja dustingin välistä eroa on vaikea määrittää, mutta yleisesti voidaan olettaa, että lintinginä pidetään kuitumaisia hiukkasia, jotka ovat kooltaan suurempia kuin dusting hiukkaset. Suomen kielessä ei termeille löydy vastineita vaan puhutaan yleisesti paperipölystä.

Paperin lintingillä ja dustingilla tarkoitetaan löysästi sitoutuneiden hiukkasten irtoamista paperin pinnasta tai reunasta jatkojalostusprosesseissa. Linting hiukkasista voidaan ottaa esimerkiksi ydinsädesolut, jotka ovat yleisintä linting materiaalia. Yksi ydinsädesolu on pituudeltaan noin 100µm. Paperin lintingiä esiintyy voimakkaasti mm. sanomalehtipapereiden offsetpainatuksessa, jossa esimerkiksi paperista irronneet linting-hiukkaset jäävät kiinni huopatelaaan. Huopatelalta ne ne voivat kulkeutua jopa musteenlevitysyksikköön asti. Tätä ilmiötä on selvennetty kuvassa (1).



Kuva 1. Linting materiaalin kulkeutuminen musteenlevitysyksikköön /2/

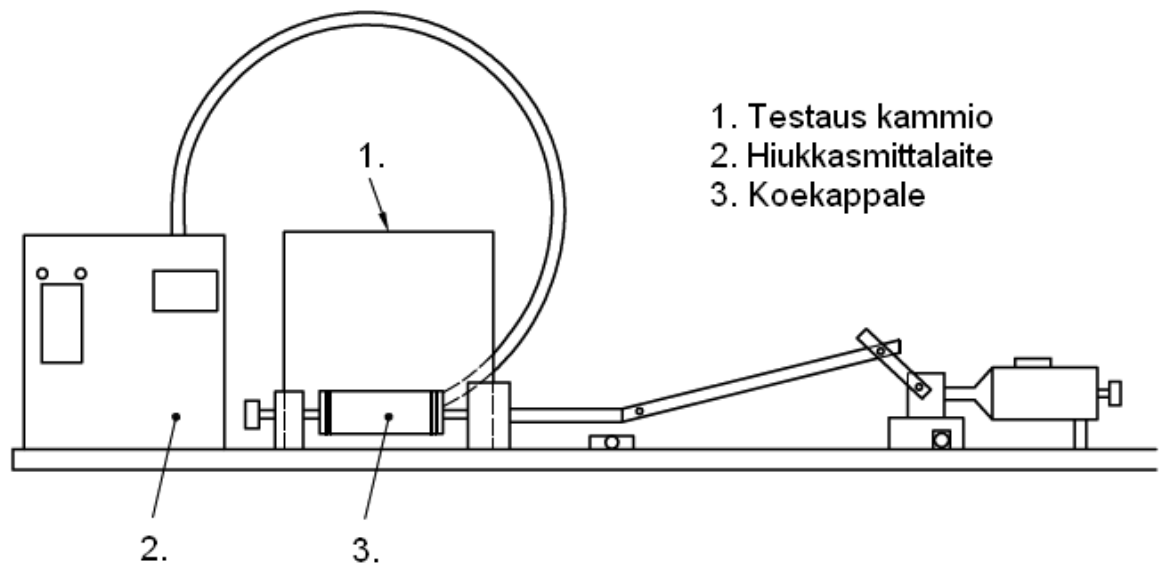
Päätyessään musteenlevitysyksikköön linting-hiukkaset huonontavat painatusjälkeä. Paperin linting on ilmiönä kumulatiivinen, joten sen aiheuttamat ongelmat tulevat selvemmin esille vasta pitkissä ajoissa.

Dustingilla puolestaan tarkoitetaan yleensä hiukkasia, jotka ovat peräisin huonosti sitoutuneista täyte- tai päällystyspigmenteistä. Dusting-hiukkasten koko on noin 0,1-5 µm. /1;2;3/

Lintingiä ja dustingia on kuvailtu tarkemmin Janne Heinilän sekä Teemu Aittamaan opinnäytetöissä. /6;7/

3. OLEMASSA OLEVIA PÖLYMITTALAITTEITA

Pölyävyyttä on tutkittu paperiteollisuuden lisäksi mm. tekstiiliteollisuudessa. Tekstiiliteollisuudessa kuitumaisten materiaalien pölyävyyttä tutkitaan esimerkiksi suojavaatteita valmistettaessa. Puhdastilat asettavat suojavaatteille korkeat vaatimukset pölyävyyden suhteen, joten niistä ei saisi irrota hiukasia. Pölyävyyden mittaus suoritetaan standardiehdotuksen ISO/DIS 9073-10 Textiles –Test Methods for Nonwovens – Part 10: Lint and other particles generation in dry state, 2001 mukaan. Mittaukset suoritetaan puhdastilassa, jonka luokitus standardin SFS-EN ISO 14644-1 mukaan on luokkaa 5. Materiaalista irtoavien partikkelien mittaus suoritetaan Gelbo Flex 5000ES –testilaitteella, joka on esiteltyä kuvassa (2). Laitteessa on kaksi akseleiden päissä olevaa näytteenpidinlautasta, joiden väliin testattava materiaali kiinnitetään. Akseleista toinen on kiinteä ja toinen liikkuu edestakaisin 120 mm matkan nopeudella 60 r/min. Liikkuva akseli suorittaa myös 180° kiertoliikkeen



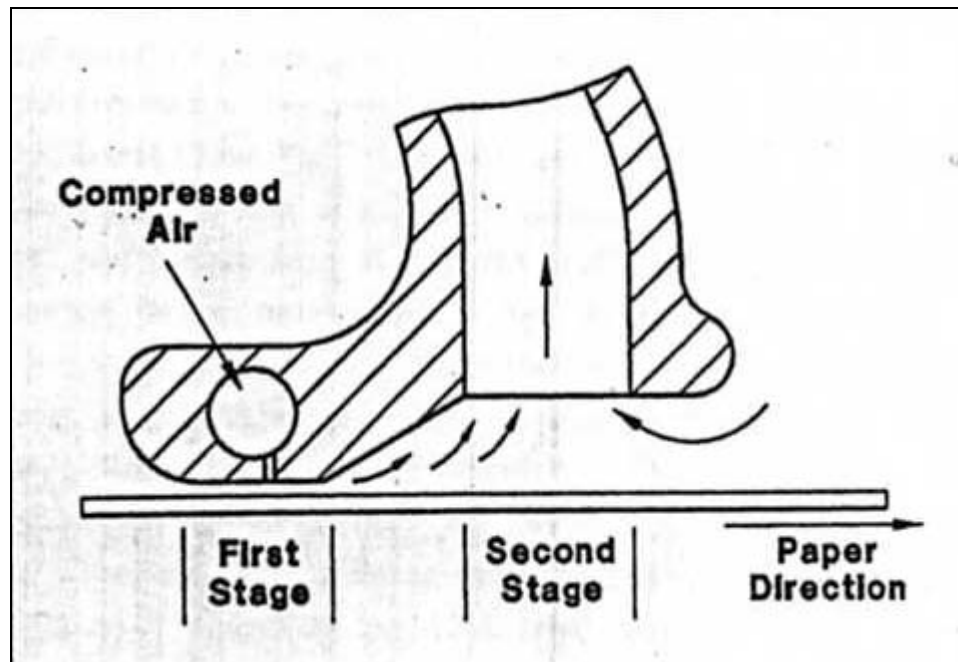
Kuva 2. Kuitumaisten materiaalien pölyävyyden testaukseen käytetty Gelbo Flex 5000ES –testilaite /8/

Varsinaisen testauslaitteen lisäksi kokoonpanossa on hiukkasmittalaite. Käytössä oleva hiukkasmittalaite on Hiac Royco Microair 5230. Kyseinen laser-tekniikkaa hyödyntävä mittalaite tunnistaa kahdeksaa eri kokoa olevia hiukasia väliltä 0,3-25 µm.

Mittauksista saadut tulokset ilmoitetaan differentiaalisessa muodossa. Linting-arvo on näytteen ylä- ja alapuolen mittaustulosten keskiarvo, joka kuvaa näytteestä kokonaisuudessa irronneiden partikkelien määrää hiukkaskootain. Kun kaikkien hiukkaskokojen linting-arvot summataan yhteen, saadaan näytteelle kokonaislinting-arvo, josta nähdään kuinka monta $\leq 0,3\mu\text{m}$ kokoista hiukkasta näytteestä on kokeen aikana irronnut. /4/

Paperiteollisuudessa ei paperipölyn on-line mittaukseen ole vielä olemassa kaupallisia mittalaitteita. On-line mittaukseen on suunnitteilla muutamia laitteita, joista saatava tieto on kuitenkin hyvin rajallista. Yhtenä esimerkkinä suunnitteilla olevasta laitteesta voidaan mainita Macmillan Bloedelin kehittämä MB linting and dusting tester.

Macmillan Bloedelin kehittämän laitteen avulla voidaan mitata heikosti sitoutuneiden kuitujen ja täyteainehiukkasten määrää paperin pinnalla. Mittaus koostuu kolmesta eri vaiheesta, joista ensimmäisessä irrotetaan hiukkaset paperin pinnasta laitteen mittapäässä sijaitsevien paineilmasuuttimien avulla. Suuttimista johdettu paineilma myös vähentää paperin ja laitteen välistä kontaktia. Toisessa vaiheessa mittapää siirtää paperista irrotetut hiukkaset imun avulla erilliseen mittauskammioon. Kolmas vaihe on pölyhiukkasten määrän mittaaminen. Kuvassa (3) on esiteltynä mittapään periaate kuva, jossa ovat näkyvissä pölymittauksen kaksi ensimmäistä vaihetta, paineilman sijainti sekä paperin kulkusuunta.



Kuva 3. Macmillan linting ja dusting testerin mittapää

Laitteen alle on asennettu pyörät, joten sillä voidaan suorittaa mittauksia eri puolilla tehdasta. Laitteella on tehty mittauksia sekä kalanterilla että pituusleikkureilla. Mittalaite oli alun perin suunniteltu sanomalehtipapereiden mittaukseen, mutta laitteella on suoritettu mittauksia myös muille paperilaaduille.

/5/

LÄHDELUETTELO

1. Rand, Sonya F., Linting of filler in the offset printing process, minor thesis, University of Adelaide, 2004.
2. Viitaharju, Päivi, Teaching material, Printing technology, TAMK, 2006.
3. Wood, J. R., Karnis, A., Towards a lint-free newsprint sheet, Paperi ja Puu, No 10, 1977.
4. Nurmi, S., Soininen, M., Kuitumaisten materiaalien pölyäminen ja sen mittaaminen, Yhteistyöstä tulosta-seminaari, VTT, helsinki 2002.
5. Mac Millan Bloedel, Lint & dust tester product information, available on-line: <http://www.kalpaperchem.com/MBLint1.htm>, cited 27.11.2006.
6. Aittamaa, Teemu, Development of laboratory device for linting and dusting measurements in POLYTEST -project. Final Thesis, TAMK, Paper Technology, Tampere 2007.
7. Heinilä, Janne. , A Comparison of the paper linting and dusting measurement methods used in the POLYTEST –project, Final Thesis, TAMK, Paper Technology, Tampere 2007.
8. SFS-EN ISO 9073-10 Tekstiilit. Kuitukankaiden testausmenetelmät – Osa 10: Partikkelien irtoaminen kuivana, Suomen Standardisoimisliitto SFS, 27.6.2005.