

KYMENLAAKSON AMMATTIKORKEAKOULU

Metsä- ja puutalouden markkinointi

Ria Lassila

SANOMALEHTIPAPEREIDEN PAINETTAVUUSOMINAISUUDET

Opinnäytetyö 2010

ALKUSANAT

Tämä insinööri työ on tehty Kymenlaakson ammattikorkeakoulussa metsätalousinsinöörin tutkintoa varten. Tämän työn toimeksiannon on antanut kouvolaalainen sanomalehtien painotalo Lehtikanta Oy, jossa työni valvojana on toiminut käyttöpäällikkö Vesa Rossi. Kymenlaakson ammattikorkeakoulussa työni ohjauksesta on vastannut tekniikan lisensiaatti Kauko Mononen. Kiitokset heille molemmille saamistani ohjeista ja tuesta, jotka auttoivat saattamaan työn valmiiksi.

Erityiskiitoksen esitän Jannelle, joka jaksoi sinnikkäästi kannustaa koko kirjoitusprosessin alusta loppuun.

Kouvolassa 29. huhtikuuta 2010

Ria Lassila

TIIVISTELMÄ

KYMENLAAKSON AMMATTIKORKEAKOULU

Metsä- ja puutalouden markkinoinnin koulutusohjelma

LASSILA, RIA	Sanomalehtipapereiden painettavuusominaisuudet
Opinnäytetyö	64 sivua + 37 liitesivua
Työn ohjaaja	Tekniikan lisensiaatti Kauko Mononen
Toimeksiantaja	Lehtikanta Oy, Kouvola
Huhtikuu 2010	
Avainsanat	sanomalehtipaperi, painomenetelmät, offsetpaino

Tämän opinnäytetyön pääasiallisena tavoitteena oli saada selville Kouvolassa sijaitsevan painotalo Lehtikanta Oy:n käytössä olevista sanomalehtipaperilaaduista painojäljeltään ja paperiteknisiltä ominaisuuksiltaan paras laatu. Tarkoituksena oli siis löytää korrelaatio sanomalehtipaperin teknisten ominaisuuksien ja painojäljen välille eli tutkia niitä paperin ominaisuuksia, joilla saavutetaan paras mahdollinen painojälki.

Pääsääntöisenä tutkimusmenetelmänä olivat Kymenlaakson ammattikorkeakoulun paperilaboratoriossa suoritettut paperitekniset mittaukset yhteensä 21:lle neliömassaltaan ja vaaleudeltaan vaihtelevalle sanomalehtipaperilaadulle, jotka olivat Varkauden, Anjalan ja Kontupohjan paperitehtaiden valmistamia. Tämän lisäksi Lehtikanta Oy:ssä koepainettiin viidelle painotalon käytössä olevalle paperilaadulle, joiden paperitekniset ominaisuudet oli laboratoriomittauksin selvitetty. Työn toisena tavoitteena oli kerätä laboratoriomittausten avulla tietoa niistä papereista, joita Lehtikanta Oy:llä ei ole käytössä, mutta jotka paperiteknisiltä ominaisuuksiltaan voisivat soveltua yrityksen painotöihin. Tulosten yhteenvedossa ja analysoinnissa keskityttiin pääasiassa kuitenkin vain viiteen paperiin, joille oli suoritettu sekä laboratoriomittaus että koepainatus.

Paperitekniset mittaukset ja koepainatukset antoivat kokonaisuutena odotettuja ja johdonmukaisia tuloksia: ajettavuusominaisuuksien parantaminen pääsääntöisesti huonontaa optisia ominaisuuksia ja painatustulosta. Tekijöitä paperiteknisten ominaisuuksien ja painojäljen välille siis löytyi, mutta kokonaisuutena viidestä koepainetusta laadusta selvästi parasta oli vaikea määrittää, mikä johtui suuresta hajonnasta koepainettujen papereiden neliömassoissa. Laboratoriomittaukset todistivat neliömassan korreloivan useiden paperiteknisten ominaisuuksien kanssa ja vaikuttavan täten kiistattomasti painettavuus- ja ajettavuusominaisuuksiin.

Kokonaisuutena työlle asetetut tavoitteet voidaan kuitenkin katsoa saavutetuiksi, sillä erityisesti koepainetuista papereista saatiin paljon hyödyllistä tietoa. Korrelaatiota eri paperiteknisten ominaisuuksien ja painatustuloksen välillä oli, ja saavutetut tulokset olivat odotetun kaltaiset.

ABSTRACT

KYMENLAAKSON AMMATTIKORKEAKOULU

University of Applied Sciences

Forest Products Marketing

LASSILA, RIA

Printing Qualities of Newsprint

Bachelor's thesis

64 pages + 37 pages of appendices

Supervisor

Kauko Mononen, LicSc(Tech.)

Commissioned by

Lehtikanta Oy, Kouvola

April 2010

Keywords

newsprint, printing methods, offset printing

The main intention of this Bachelor's thesis was to find out the best newsprint of the papers that Lehtikanta Oy, a printing house located in Kouvola, is using. The aim was to discover a correlation between the technical qualities and the imprint of newsprint, so to research those features of paper which lead to the best possible imprint.

The primary research method was laboratory measurements in Kymenlaakso University of Applied Sciences for 21 newsprint sorts with differing grammage and brightness. Papers were produced by three paper mills: Stora Enso Varkaus and Stora Enso Anjala in Finland and Kondopoga in Russia. In addition to these measurements Lehtikanta Oy trial pressed five newsprints whose qualities were researched by the measurings. As a secondary target of this thesis was to collect information about the papers that Lehtikanta Oy is not using at the moment but which could be adapted to the company's paper selection. In the summary and analysis of the results was, however, focused on the five trial pressed papers.

The results gained from the measurements and trial presses were predictable: the improvement in the technical features of paper as a general rule leads to a deterioration of the optical qualities and imprint. Factors between the technical characteristic and imprint were discovered but it was nearly impossible to specify the absolutely best newsprint of the five trial pressed papers due to a large variation in grammages. The laboratory measurements clearly proved that paper weight correlates with numerous qualities of paper and hereby indisputably affects the printing process.

As a whole, the targets set to this thesis were accomplished and especially the information obtained from the trial pressed newsprints was considered to be highly useful.

SISÄLLYS

1	JOHDANTO	8
1.1	Työn tausta.....	8
1.2	Työn tavoitteet	9
2	TYÖN SIDOSRYHMÄT.....	9
2.1	Sanomapaino Oy ja Lehtikanta Oy	10
2.2	Paperitehtaat.....	11
2.2.1	Stora Enso Anjala.....	11
2.2.2	Stora Enso Varkaus	12
2.2.3	Kontupohja.....	12
2.3	Flint Group.....	13
2.4	KBA	13
3	TYÖN VIITEKEHYS.....	14
4	SANOMALEHTIPAPEREIDEN PAPERITEKNISET OMINAISUUDET	15
4.1	Painettavuusominaisuudet.....	15
4.1.1	Vaaleus.....	15
4.1.2	Opasiteetti	16
4.1.3	Kiilto	16
4.1.4	Sileys ja karheus.....	17
4.1.5	Huokoisuus ja ilmanläpäisevyys	17
4.1.6	Formaatio	17
4.2	Ajettavuusominaisuudet.....	18
4.2.1	Neliömassa	18
4.2.2	Paksuus.....	18
4.2.3	Tiheys ja bulkki.....	18
4.2.4	Voimavenymäominaisuudet.....	19
4.2.5	Repäisylujuus	19
4.2.6	Kosteus ja mittapysyvyys.....	20
5	SANOMALEHTIPAPERIT.....	20
5.1	NewsPress	21
5.2	ExoPress 68.....	22

5.3	ExoPress 72, 76 ja 80	22
5.4	Standard Newsprint	22
6	OFFSETPAINOMENETELMÄ	23
6.1	Offsetpainotyön kulku	23
6.1.1	Rasterointi	23
6.1.2	Värimuodostus	24
6.1.3	Värierottelu	25
6.2	Offsetpainatus	26
6.3	Offsetpainoväri	29
6.4	Offsetpainokone	29
7	TYÖMENETELMÄT	30
7.1	Näytteiden hankkiminen	30
7.2	Paperitekniset mittaukset	31
7.2.1	Vaaleus, opasiteetti, valonsironta- ja absorptiokerroin	31
7.2.2	Kiilto	31
7.2.3	Sileys, karheus ja ilmanläpäisevyys	31
7.2.4	Paksuus	32
7.2.5	Tiheys ja bulkki	32
7.2.6	Vetolujuus ja venymä	32
7.2.7	Repäisyjujuus	33
7.2.8	Kosteus	33
7.2.9	Tuhka	34
7.3	Koepainatus Lehtikanta Oy:ssä	34
8	TYÖN TULOKSET	35
8.1	Painettavuuteen vaikuttavat paperitekniset ominaisuudet	35
8.1.1	Vaaleus	35
8.1.2	Opasiteetti	36
8.1.3	Sironta- ja absorptiokerroin	37
8.1.4	Kiilto	38
8.1.5	Sileys	39
8.1.6	Karheus	40
8.1.7	Huokoisuus ja ilmanläpäisevyys	41
8.2	Ajettavuuteen vaikuttavat paperitekniset ominaisuudet	42

8.2.1	Paksuus.....	42
8.2.2	Tiheys ja bulkki.....	43
8.2.3	Vetolujuus	44
8.2.4	Venymä	47
8.2.5	Repäisyjujuus	48
8.2.6	Kosteus.....	51
8.2.7	Tuhka	52
8.3	Paperiteknisistä mittauksista saatujen tulosten yhteenveto.....	53
8.4	Virhearviointi	54
8.5	Koepainatukset.....	55
8.5.1	Densiteetti	56
8.5.2	Pisteenkasvu.....	56
8.5.3	Väripoikkeama	57
8.5.4	Väriala.....	58
8.5.5	Kromaattisuus	59
8.5.6	Silmämääräinen arvio painetuista paperilaaduista.....	60
9	VIIDEN KOEPAINETUN PAPERIN TULOSTEN TARKASTELU JA PÄÄTELMÄT	61
10	YHTEENVETO	63

LÄHTEET

LIITTEET

Liite 1. Mittauspöytäkirjat

Liite 2. Spektrofotometrillä tutkittujen optisten ominaisuuksien mittaustulokset

Liite 3. Koepainatusten mittaustulokset

1 JOHDANTO

1.1 Työn tausta

Tämän työn toimeksiannon antoi Kouvolassa sijaitseva sanomalehtien painotalo Lehtikanta Oy, jolla on käytössään kuusi neliöpainoltaan ja vaaleudeltaan erilaista sanomalehtipaperilaatua. Lehtien painossa käytettävä paperi määräytyy asiakkaan toivomuksen mukaan, mutta Lehtikanta ei kuitenkaan voi hallita kovin suurta paperivarausta. Siksi valikoima pyritään pitämään mahdollisimman pienenä, ja sillä pyritään palvelemaan mahdollisimman suurta asiakaskuntaa. Työn teettäjä pyrkii tämän tutkimuksen avulla saamaan tietoa käytössä olevista papereista ja löytämään painossa parhaiten menestyvän paperilaadun.

Sähköinen media valtaa jatkuvasti alaa sanomalehdeltä. Tässä tilanteessa erinomainen painojälki nousee ensiarvoisen tärkeään asemaan painetun median myyntivalttina. Käytetyllä paperilaadulla on suuri merkitys painojälkeen. Paperin täytyy olla ajettavuus- ja painettavuusominaisuuksiltaan ensiluokkaista ja tasalaatuista, mikä mahdollistaa sujuvan ja häiriöttömän painoprosessin ja siistin painojäljen.

Lehtikannan käytössä on kuusi sanomalehtipaperilaatua, ja kunkin lehden painossa käytettävä paperi määräytyy asiakkaan toivomuksen mukaan. Lehtikannan asiakkaina on myös pienilevikkisiä paikallislehtiä, joiden muutaman tuhannen kappaleen painoksessa voidaan käyttää korkealaatuisempaa ja neliöpainoltaan suurempaa paperilaatua. Painavampaa ja laadukkaampaa paperia vaativat myös ilmaiset mainoslehdet, joiden mahdollisimman houkutteleva ja korkealaatuinen ulkoasu houkuttelee mainostajia. Vastaavasti lehdet, joilla on kymmenien tuhansien painosmäärä, saavat neliöpainoltaan mahdollisimman alhaisella paperivalinnalla aikaan merkittävää kustannussäästöä.

1.2 Työn tavoitteet

Pääasiallisena tavoitteena tässä työssä on etsiä Lehtikannan käytössä olevista papereista paperiteknisissä mittauksissa ja koepainatuksissa parhaiten menestyvä paperilaatu. Tarkoituksena on siis löytää tekijöitä painojäljen ja sanomalehtipaperin teknisten ominaisuuksien välille eli tutkia niitä paperin ominaisuuksia, jotka edesauttavat parhaan mahdollisen painojäljen syntyyn.

Toisena tavoitteena on kerätä tietoa muista papereista, joista on mitattu ainoastaan paperitekniset ominaisuudet. Tätä tietoa hyväksikäyttäen Lehtikannalla on mahdollisuus etsiä uusia potentiaalisia paperilaatuja, jotka paperitekniestensä puolesta mahdollisesti soveltuisivat yrityksen painotöihin.

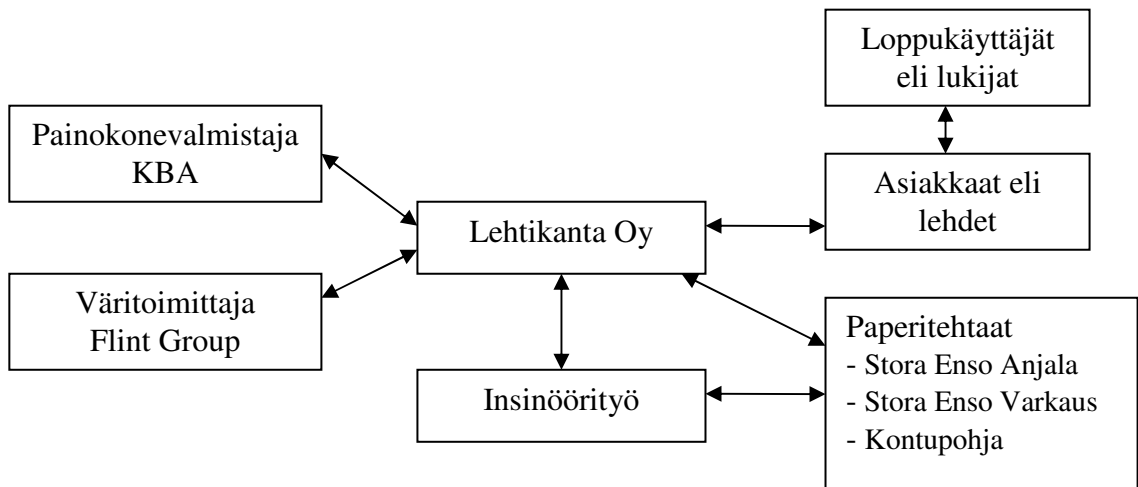
2 TYÖN SIDOSRYHMÄT

Kuvassa 1 nähdään insinööriyön sidosryhmät. Sidosryhmistä tärkein on työn toimeksiantaja Lehtikanta Oy. Toinen tärkeä sidosryhmä ovat työssä tutkittavien sanomalehtipapereiden valmistajat eli Stora Enson Varkauden ja Anjalan paperitehtaat sekä Venäjän Karjalassa sijaitseva Kontupohjan paperitehdas. Työssä käytettävät paperilaudat ja niiden valmistajat valittiin Lehtikannan käytössä olevien laatujuen mukaan.

Yhtenä sidosryhmänä voidaan pitää laitevalmistaja KBA:ta, jonka valmistama offset-rotatiopainokone Lehtikannalla on käytössään. Vaikkei KBA osallistunut työn varsinaiseen toteutukseen, sen valmistamalla painokoneella on suuri merkitys syntyvään painojälkeen, josta tutkitaan tiettyjä ominaisuuksia tarvittavan informaation keräämiseksi. Toinen samantyyppinen sidosryhmä on painovärejä Lehtikannalle toimittava Flint Group, jonka sanomalehtivärien myyntipäällikkö Ilkka Lilja oli mukana tutkimukseen kuuluvassa koepainossa Lehtikannassa.

Tämä tutkimus toteutettiin palvelemaan Lehtikantaa, mutta painotyö suoritetaan asiakkaan toivomuksesta. Tämän vuoksi pidän Lehtikannan asiakkaita eli sanomalehtiä yhtenä työn sidosryhmänä, sillä tästä työstä saatu tieto ja sen vaikutus painotöihin ja

painojälkeen palvelee painotalon asiakkaita ja sitä kautta myös loppukäyttäjää eli sanomalehtien lukijoita.



Kuva 1. Insinööriyön sidosryhmät

2.1 Sanomapaino Oy ja Lehtikanta Oy

Suomen suurin sanomalehtipaino Sanomapaino Oy tarkoittaa viittä painotaloa, jotka toimivat sanomalehtikustantaja Sanoma Newsin alaisuudessa. Sanoma News on suuren eurooppalaisen Sanoma-viestintäkonsernin yksi liiketoiminta-alue. Muut ryhmät ovat aikakauslehtikustantaja Sanoma Magazines, digitaaliseen viestintään erikoistunut Sanoma Entertainment, oppimateriaaleja kustantava Sanoma Learning & Literature sekä muun muassa kioski- ja kirjakauppaan keskittynyt Sanoma Trade. Sanoma kaikine liiketoiminnan osa-alueineen toimii 20 maassa. (1.)

Sanomapaino Oy:llä on Suomessa Kouvolan Lehtikannan lisäksi neljä painolaitosta: Hämeen Paino Oy Forssassa, Savon Paino Oy Varkaudessa, Saimaan Lehtipaino Oy Lappeenrannassa sekä Sanomala Oy Vantaalla. Painotalot työllistävät yhteensä noin 500 ihmistä. Yksiköillä on mahdollisuus seurata toistensa toimintaa reaaliajassa, joten töiden siirtäminen toisen painotalon hoidettavaksi onnistuu helposti. Näin mahdollistetaan asiakkaan kannalta mahdollisimman sujuva ja aikataulun mukainen painotyö. (2.)

Sanomapainon tavoitteena on olla alansa ehdoton markkinajohtaja ja tuottaa asiakkaidensa liiketoimintaa edistäviä ratkaisuja. (2.) Sanomapaino pyrkii kaikessa toiminnassaan huomioimaan ympäristöarvot ja kuormittamaan mahdollisimman vähän ympäristöä. Raaka-aineiden, veden ja sähkön käyttö on painoprosessissa optimoitu, ja jätteet pyritään käyttämään hyödyksi niin pitkälle kuin mahdollista. Sanomapainon käyttämistä papereista suuri osa pyritään hankkimaan kotimaisilta toimittajilta ja materiaaleina suositaan ympäristöystävällisiä vaihtoehtoja. (3.)

Kouvolassa sijaitseva sanomalehtien painotalo Lehtikanta Oy on osa Sanomapaino Oy:tä. Lehtikanta on perustettu 1946 kiinteistöyhtiöksi ja painaminen aloitettiin Lehtikanta Oy:n nimellä vuonna 1958. Yritys työllistää 45 henkilöä. Lehtikannan painokone on vuonna 1991 valmistunut KBA A 510, jota on laajennettu yhdellä painotornilla vuonna 1998. Lehtikannan suurimmat asiakkaat ovat Sanoma News -konsernin omia tuotteita. (4.)

2.2 Paperitehtaat

Paperitehtaat ovat olennainen osa tämän työn sidosryhmiä, sillä työssä tutkitut paperit ovat alla mainittujen tehtaiden valmistamia.

2.2.1 Stora Enso Anjala

Stora Enson Anjalan paperitehdas on Kouvolan Inkeröisissä, Kymijoen varressa sijaitseva vuonna 1872 perustettu, kirja- ja painopaperia kahdella paperikoneella valmistava tuotantolaitos. Paperitehdas muodostaa yhdessä kartonkitehtaan kanssa laajan tehdasintegraatin, johon kuuluvat sekä maailman suurin hiokkeesta mekaanista massaa valmistava laitos että voimalaitos, joka mahdollistaa integraatin energiaomavaraisuuden. (5.)

Anjalan paperitehdas on maailman suurimpia mekaanisesta massasta tehdyn kirjapaperin valmistajia, ja se on erikoistunut valkoisiin painopapereihin. Vahva asiantunte-

mus erikoispaperilaatujen valmistuksessa ja natiivikuusikuidun käyttö mahdollistavat bulkkisen ja vaaleudeltaan korkealaatuisten tuotteiden valmistuksen. (5.)

Anjalan tehtaan vuotuinen sanomalehtipaperin valmistuskapasiteetti on 435 000 tonnia (7). Työssä tutkituista paperilaaduista ExoPress 72, 76 sekä 80 valmistetaan Stora Enson Anjalan tehtaalla (5).

2.2.2 Stora Enso Varkaus

Varkauden sanomalehtipaperia valmistavan yksikön lisäksi 650 henkilöä työllistävään tehdaskompleksiin kuuluvat hienopaperitehdas, saha, hylsykartongin tuotantolaitos sekä palveluyksiköistä muodostuva Varenso Oy. Tehtaat käyttävät koivu- ja mäntykuitua hienopaperin raaka-aineen eli sellun valmistukseen. Sanomalehti- ja luettelopapereiden valmistuksessa käytettävä termomekaaninen massa tuotetaan kuusikuidusta. Tehdas on energiaomavarainen, energiaa saadaan polttamalla kuorta ja sahanpurua. (6.)

Varkauden tehtailla tuotettavan sanomalehtipaperin vuotuinen tuotantokapasiteetti on 290 000 tonnia (7). Työssä tutkituista paperilaaduista NewsPress sekä ExoPress 68 valmistetaan Varkauden tehtaalla (6).

2.2.3 Kontupohja

Kontupohjan paperi- ja sellutehdas sijaitsee Venäjällä Karjalan tasavallassa. Tehtaan päätuote on yli 90 % tehtaan tuotannosta käsittävä sanomalehtipaperi, jota valmistetaan 42, 45 ja 48,8 gramman neliöpainoissa. Kontupohjan tehdas valmistaa yli puolet Venäjällä käytetystä sanomalehtipaperista, ja loppu menee vientiin painotaloille muun muassa Eurooppaan ja Yhdysvaltoihin. Tehdas valmistaa viidellä paperikoneella sanomalehtipaperia kemiallisesta ja mekaanisesta massasta, joiden raaka-aine hankitaan paikallisesti. Tehtaan vuosittainen kokonaiskapasiteetti on noin 600 000 tonnia, josta vuonna 2003 käynnistetyn paperikone 10:n osuus on lähes 160 000 tonnia. (8.)

2.3 Flint Group

Flint Group on viidessä maanosassa toimiva maailman johtava painovärejä toimittava yritys, joka palvelee globaalisti graafisen sekä paino- ja pakkausteollisuuden yrityksiä. Suomen markkinoilla toimivan Flint Group Finlandin liiketoiminta-alueeseen kuuluvat Pohjoismaat, Venäjä sekä Baltian maat. (9.)

Flint Groupin toiminta jakaantuu yhteensä viiteen liiketoiminta-alueeseen, joista merkittävin on pakkaus- ja sanomalehtivärit. Yritys toimittaa sanomalehtipainossa tarvittavat painovärit erikoissävyineen ja korosteväreineen sekä kostutusveden lisä- ja pesuaineet. Muut Flint Groupin palvelusektorit ovat etiketti- ja tarrapainoa palveleva Flint Group Narrow Web, fleksopainoon erikoistunut Flint Group Flexographic Products, muun muassa pigmenttejä ja sideaineita toimittava Flint Group Pigments sekä painosaleihin kemikaaleja ja muuta materiaalia kuten painokumeja toimittava Day International. (9.)

2.4 KBA

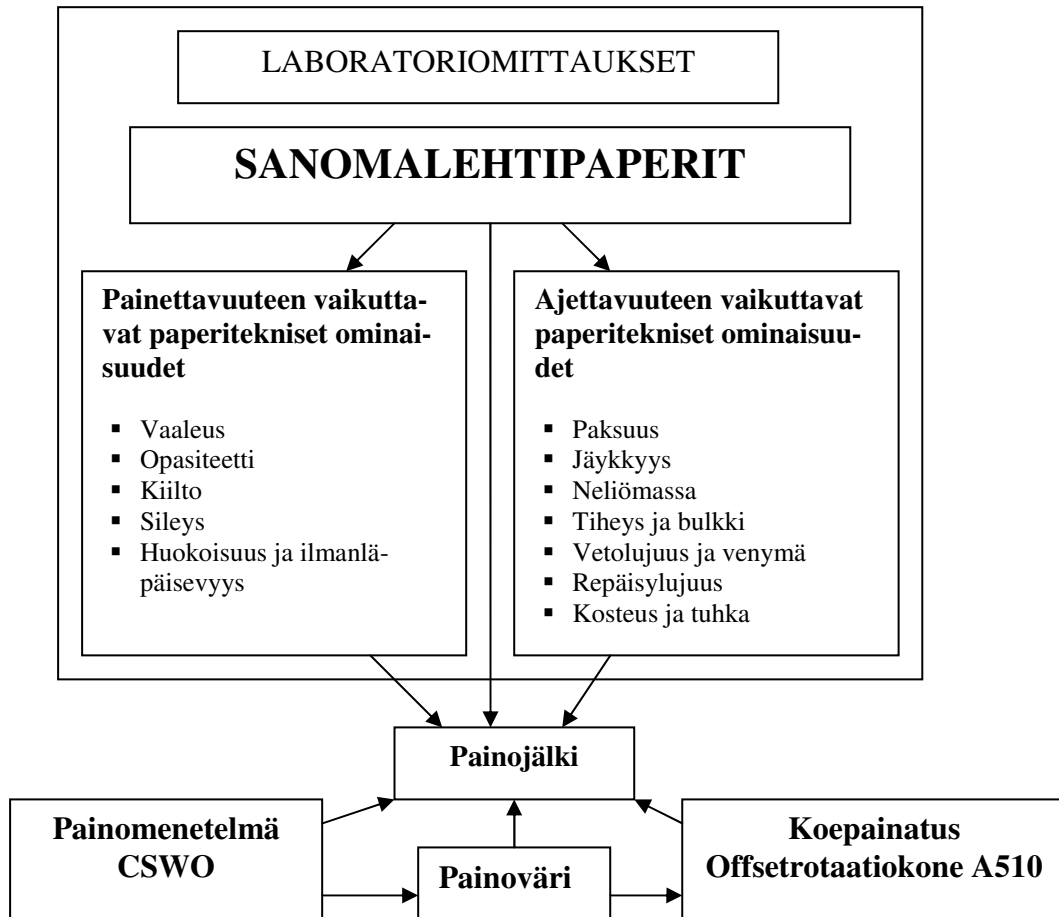
Saksalainen König & Bauer AG eli KBA on yksi maailman suurimmista painokonevalmistajista, joka keskittää ydinsaamisen kustannustehokkaiden ja viimeisintä teknologiaa edustavien painokoneiden ja niiden oheislaitteiden kehittämiseen ja valmistamiseen. Kaikki neljä painokoneiden tuotantolaitosta sijaitsevat Saksassa, mutta tuotekehitykseen ja lisälaitteisiin keskittyneitä yksiköitä on myös muualla Keski-Euroopassa. Lisäksi KBA:lla on maailmanlaajuinen myyntikonttoreiden verkosto. Kokonaisuudessaan yritys työllistää noin 7500 henkilöä. (10.)

3 TYÖN VIITEKEHYS

Työn viitekehystä käyvät ilmi insinööriyöhön oleellisesti liittyvät asiat sekä niiden vaikutukset toisiinsa. Pääosassa tässä työssä ovat sanomalehtipaperit ja niiden paperitekniset ominaisuudet, jotka voidaan jakaa sekä ajettavuuteen että painettavuuteen vaikuttaviin ominaisuuksiin. Nämä ominaisuudet saadaan selville laboratoriossa suoritettavin paperiteknisin mittauksin. Kaikki nämä työhön vaikuttavat asiat sekä niiden vaikutukset toisiinsa voidaan nähdä kuvassa 2.

Paperitekniset mittaukset antavat siis tietoa paperin ajettavuus- ja painettavuusominaisuuksista, jotka molemmat vaikuttavat painatuksen lopputulokseen. Pelkkä hyvä painettavuus ei sanomalehtipaperissa riitä, vaan siltä vaaditaan myös hyviä ajettavuusominaisuuksia, jotka mahdollistavat katkeamattoman ja sujuvan painoprosessin. Paperiteknisistä mittauksista saadut tulokset auttavat ennustamaan painojäljen laatua, mutta varsinainen syntyvä painojälki saadaan selville ainoastaan koepainatuksen kautta.

Käytetty painomenetelmä vaikuttaa painoväriin valintaan. Eri painokoneille ja painomenetelmille on omat värinsä, ja värin koostumus riippuu käytettävästä menetelmästä. Syntyvään painojälkeen vaikuttavat siis paperin ajettavuus- ja painettavuusominaisuuksien lisäksi painoväri ja painomenetelmä.



Kuva 2. Insinööriyön viitekehys

4 SANOMALEHTIPAPERIEN PAPERITEKNISET OMINAISUUDET

4.1 Painettavuusominaisuudet

4.1.1 Vaaleus

Vaaleus kuuluu paperin optisiin ominaisuuksiin, jotka määrittävät paperin ulkonäön. Vaaleuden määritelmänä voidaan yleisesti ottaen pitää paperin kykyä heijastaa takaisin valoa neliömassayksikköä kohti, mitä kutsutaan valonsirontakertoimeksi. Heijastuskyvyn lisäksi vaaleuteen vaikuttaa absorptiokerroin, mikä tarkoittaa paperin kykyä

absorboida eli imeä itseensä valon aallonpituuksia neliömassayksikköä kohden. Kun valonsirontakerroin kasvaa ja absorptiokerroin pienenee, paperin vaaleus lisääntyy, mikä vastaavasti huonontaa opasiteettia. Heijastusta ja absorptiota sekä niihin vaikuttavia tekijöitä käsitellään toisistaan ja neliömassasta riippumattomina materiaalisina ominaisuuksina Kubelka-Munkin teoriassa, jonka mukaan vaaleus on riippuvainen ainoastaan absorptiokertoimen suhteesta sirontakertoimeen. Paperin vaaleutta lisätään massan valkaisuilla eli optisilla vaalenteilla, täyteaineilla ja päällystyspigmenteillä sekä puhtaalla prosessilla, jossa kaikkien komponenttien prosessivedestä lähtien tulee olla puhtaita. Erityisen vaaleilla papereilla absorptiokerroin on todella pieni, ja sen vähäinenkin kasvu huonontaa merkittävästi vaaleutta. (11: 101–103.)

4.1.2 Opasiteetti

Vaaleuden lisäksi paperin optisiin ominaisuuksiin kuuluu opasiteetti, joka tarkoittaa paperin läpinäkyvyyttä eli mustan painatuksen näkymistä valkoisen arkin läpi. Opasiteetti nousee, kun sekä valonsironta- että absorptiokertoimet kasvavat. Kubelka-Munkin teorian mukaisesti valonsirontakertoimen nostaminen siis parantaa niin opasiteettia kuin vaaleuttakin, mutta jos opasiteettia parantava absorptiokerroin nousee, vaaleus laskee. Opasiteettia voidaan kasvattaa vaaleilla ja hienoilla täyteaineilla sekä päällysteellä. (11: 101–103.)

4.1.3 Kiilto

Useimpia paperilaatuja valmistettaessa tavoitteena ei ole valmistaa kiiltävää paperia, vaan saavuttaa korkea painovärin kiilto erityisesti painettaessa monivärikuvia. Liiallinen paperin kiilto huonontaa tekstin luettavuutta. Kiilto paperiteknisenä ominaisuutena tarkoittaa käytännössä paperin mikrosileyttä, joka ennustaa saavutettavaa painojäljen laatua ja kiiltoa. Kiiltävien paperien mikrosileyks on suuri, mikä tarkoittaa sileää paperin pintaa, joka taas mahdollistaa tasaisen ja kiiltävän värikerroksen muodostumisen painettaessa. Kiiltoon vaikuttaa paperinvalmistuksessa käytettävien kuitujen ja pigmenttien suuruus: pienempi partikkelikoko lisää paperiradan kiillottumista. (11: 104–105.)

4.1.4 Sileys ja karheus

Paperin pintarakenteella tarkoitetaan useimmiten pinnan makro- ja mikrokarheutta. Kiilto liittyy olennaisesti pintarakenteen ja sen karheuden mittaamiseen, sillä kiiltoa mitattaessa käytännössä mitataan pinnan mikrokarheutta. Vähäisellä viiraosan vedenpoistolla, hienoaineilla ja päällystyksellä lisätään kiiltoa ja sileyttä. Paperin sileys riippuu pitkälti rainan toispuoleisuudesta ja flokkirakenteesta eli kuitunippujen muodostumisesta. (11: 84–88.)

4.1.5 Huokoisuus ja ilmanläpäisevyys

Paperin kuidut muodostavat sidoksillaan verkoston, ja näiden kuitusidosten välinen tila muodostaa paperin huokosverkoston. Huokoisuus ja huokosten koko vaikuttavat muun muassa paperin ilmanläpäisevyyteen ja päällysteen sekä painoväriin tunkeutumiseen paperirainaan. Massan jauhatus pienentää huokoskokoa ja -määrää, ja kokoonpuristamalla voidaan pienentää huokosverkoston tilavuutta pienentämällä kuitujen välistä ilmatilaa. Ilmanläpäisevyys ja huokoisuus ovat toisiinsa tiiviisti liittyvät ominaisuudet, joita alentamalla paperin painettavuusominaisuuksia saadaan usein paremmiksi. (11: 88–89.)

4.1.6 Formaatio

Formaatiolla tarkoitetaan paperin neliömassan hienoista vaihtelua. Se liittyy olennaisesti pohjanmuodostukseen, missä kuidut suotautuvat viiraosalle flokkeina eli kuitukimppuina ja muodostavat rakenteeltaan epätasaisen rainan ja huonon formaation. Kuitujen muodot vaikuttavat pohjanmuodostukseen ja formaatioon, sillä lyhyet kuidut eivät muodosta flokkeja ja huononna formaatiota samoin kuin pitkät. Lyhyet lehti- puukuidut antavat havukuitua paremman formaation, kuten myös mekaaniset massat, erityisesti pienikuituinen hioke. Formaation parantuessa myös useimmat paperitekni- set ominaisuudet paranevat. (11: 105–107.)

4.2 Ajettavuusominaisuudet

4.2.1 Neliömassa

Paperin neliömassa tarkoittaa paperin massaa grammoina neliometriä kohden. Massa sisältää paperin kuiva-aineen sekä veden. Kasvava neliömassa parantaa paperin ominaisuuksia, kuten lujuutta, opasiteettia ja tiiveyttä: nämä ominaisuudet siis vaihtelevat neliömassan vaihdellessa. Vaihteleva neliömassa vaikeuttaa niin paperikoneen ajettavuutta kuin paperin jälkikäsitteilyä ja jalostusta ja huonontaa sen loppukäyttöominaisuuksia. Tasaiseen neliömassaan pyritään vaikuttamaan konesäädöillä, kuten tasaisella perälaatikkosakeudella ja syöttönopeudella. (11: 78–80.)

4.2.2 Paksuus

Paperin paksuutta voidaan mitata mikrometrillä 2 cm^2 :n mittapäällä noin 100 kilopascalin paineessa joko yksittäisestä arkista tai vastaavasti paperipinosta, jossa pinon yhteispaksuus jaetaan arkkien lukumäärällä. Paksuus ilmoitetaan millimetrin tuhannesosina eli mikrometreinä. Toisin kuin esimerkiksi kartongeilla paino- ja kirjoituspapereilla paksuus ei ole kovinkaan merkittävä ominaisuus, vaan tärkeämpää on tasainen poikkisuuntainen paksuusprofiili, joka vaikuttaa ajettavuuteen. Erityisesti päällystettyihin ja kiillotettuihin painopapereihin epätasainen paksuusprofiili aiheuttaa rullattaessa rynkkyjä ja repeämiä, sillä profiilin vaihtelevaisuudet eivät tasoitu papereiden kokoonpuristumattomuuden vuoksi. (11: 82.)

4.2.3 Tiheys ja bulkki

Paperin tiheys tarkoittaa neliömassan ja paksuuden suhdetta. Siihen vaikuttavat raaka-aineiden ominaistiheys sekä paperin ilmatila eli huokososuus. Mitä enemmän paperi sisältää ominaistiheydeltään suuria täyteaineita ja päällystettä, sitä tiheämpää se on. Huokososuutta pystytään pienentämään muun muassa lisäämällä jauhatusta, tärkkelystä, märkäpuristusta ja kalanterointia. (11: 83.)

Bulkki eli ominaistilavuus on tiheyden käänteisluku. Pieni tiheys tarkoittaa suurta bulkkia, mikä parantaa opasiteettia, jäykkyyttä, kokoonpuristuvuutta ja repäisylujuutta. Vetolujuuden ja pinnan sileyden kasvattaminen kalanteroimalla taas heikentävät bulkkia. (11: 83.)

4.2.4 Voimavenymäominaisuudet

Paperin voimavenymäominaisuuksia ovat vetolujuus, murtovenymä sekä vetomurto-työ, joka tarkoittaa paperin venytykseen ennen murtumista käytettyä energiaa.

Paperin vetolujuus kasvaa neliömassan kasvaessa. Siihen vaikuttavat myös kuitujen väliset sidokset, kuitujen lujuus ja pituus, kuitujen orientoituminen ja formaatio sekä kuivatuksessa tapahtunut kutistuminen. Optimaalisen tuloksen aikaansaamiseksi paperinvalmistuksessa on edullista käyttää pitkiä havupuukuituja lujuuden saavuttamiseksi ja lyhyitä lehtipuukuituja formaation parantamiseksi. Voimavenymäominaisuuksilla on yhteys paperin käyttäytymiseen jalostuksessa ja lopputuotteena, ja esimerkiksi rullapapereilta vaaditaan korkeaa konesuuntaista vetolujuutta. Vetolujuuden lisäksi paperille voidaan laskea sekä kone- että poikkisuuntainen vetoindeksi, jonka tulisi ilmaista neliömassasta riippumatonta ominaisuutta. Käytännössä vetoindeksi usein kuitenkin pienenee neliömassan kasvaessa. (11: 95–98.)

Vetolujuuden ja -indeksin lisäksi tärkeä voimavenymäominaisuus on venymä, joka painopapereilla tulee olla suuri nopeiden kireysvaihteluiden vuoksi. Venymällä tarkoitetaan paperin prosentuaalista venymistä murtokohtaan asti. Venymä lisääntyy kuivatuksen aikaisen kutistumisen ansiosta sekä kun paperin kosteutta lisätään. Nämä toimenpiteet taas usein heikentävät vetolujuutta. (11: 95–98.)

4.2.5 Repäisylujuus

Repäisylujuus mitataan yleisesti repäisemällä neljä päällekkäistä arkkia, joihin on tehty alkuviihlo. Mittauksella selvitetään se työ, joka vaaditaan viillosta alkavan repäisyn loppuun saattamiseksi. Käytännössä repäisylujuudella siis simuloidaan tilannetta, jos-

sa paperiradan reunassa on jokin vika, kuten reikä tai repeämä. Repäisyjuuuteen vaikuttavia ominaisuuksia ovat kuitujen pituus ja lujuus sekä niiden välinen sitoutuvuus. Kriittinen ominaisuus ajettavuuden kannalta on erityisesti poikkisuuntainen repäisyjuuus, jota saadaan lisättyä samoilla keinoilla kuin konesuuntaista vetolujuutta eli orientoimalla erityisesti pitkiä kuituja konesuuntaan. Myös pehmeällä nipillä kalanterointi lisää niin repäisy- kuin vetolujuutta. Repäisyjuuden arvoa käyttämällä voidaan lisäksi laskea teoriassa neliömassasta riippumaton kone- ja poikkisuuntainen repäisyindeksi. (11: 98–99.)

4.2.6 Kosteus ja mittapysyvyys

Kosteus on neliömassan lisäksi toinen paperin ominaisuus, joka vaikuttaa lähes kaikkiin paperitekniisiin ominaisuuksiin. Kun vesi poistuu rainasta ja muodostaa vetysidoksia, paperin lujuusominaisuudet kasvavat. Tasainen kosteus saavutetaan kaikkien paperikoneen osaprosessien summana. (11: 80–82.)

Tasainen kosteus vaikuttaa merkittävästi paperin mittapysyvyyteen. Jalostus- ja jälkikäsitteilylaitoksissa paperin tulisi olla tasapainokosteudessa vallitsevien ilmasto-olosuhteiden kanssa, sillä paperin sisältämät kuidut ovat hygroskooppisia ja imevät itseensä kosteutta ympäröivästä ilmasta. Kun kosteus muuttuu, myös paperin kosteus muuttuu ja kuidut muuttavat muotoaan etenkin paksuussuunnassa. Tämä muodonmuutos aiheuttaa paperin käyristymistä ja aaltoilua. Näin ollen huono mittapysyvyys vaikuttaa erityisesti moniväripainatuksen sujuvuutta, sillä värien kohdistaminen vaikeutuu huomattavasti paperin eläessä. (11: 80–82.)

5 SANOMALEHTIPAPERIT

Sanomalehtipaperi on bulkkituote, jonka raaka-ainekoostumus, neliömassavalikoima ja laatuominaisuudet ovat pitkälti ennalta määritetyt ja standardoidut. Yleisimmät neliömassat ovat 42 ja 45 g/m², mutta sekä kevyempiä että painavampia laatuja käytetään. Logististen kustannusten vähentämiseksi alempien neliömassojen käyttö on viime vuosina yleistynyt. Sanomalehtipaperilta vaaditaan hyviä ajettavuusominaisuuksia

nopeudeltaan suurissa paperi- ja painokoneissa, hyviä painettavuusominaisuuksia rotaatiokoneissa sekä vaaleaa ja puhdasta, loppukäyttäjää miellyttävää ulkoasua. (11: 61–62.)

Sanomalehtipaperit koostuvat 80–100-prosenttisesti mekaanisesta massasta, loppu on kemiallista massaa. Pääasiallinen raaka-aine on valkaisuamaton, mekaaninen havupuumassa, painehioke, hioke tai kuumahierre. Mekaanisen massan käytöllä saavutetaan vaadittavat ajettavuus- ja painettavuusominaisuudet; erityisesti massan laatu ja puhtaus säätelevät pitkälti painettavuusominaisuuksia. Lujutta antavana eli armeerausmassana käytetään joissakin tapauksissa pitkäkuituista sulfaattisellua, mutta kyseisen massan käyttö on nykyään hyvin harvinaista. (11: 62–63.)

Yleisemmin lujutta lisäämään käytetään kemiallista massaa, joka kuitenkin alentaa optisia ominaisuuksia ja lisää tiheyttä. Koska kemiallinen massa on lisäksi mekaanista massaa huomattavasti arvokkaampaa, sen määrä pyritään pitämään sanomalehtipaperin valmistuksessa mahdollisimman alhaisena. Nykyisin huomattava sanomalehtipaperin raaka-aine on keräyskuitu, josta massa voi koostua sataprosenttisesti. (11: 62–63.)

Sanomalehtipaperin tasainen formaatio ja korkea tuotantonopeus saadaan aikaan kitaformerilla eli kaksoisviirakoneella, jossa massa ohjataan perälaatikosta suoraan kahden viiran väliin. Kone- tai softkalanteroinnilla saavutetaan sileä ja tasainen paksuusprofiili, joka parantaa painettavuutta. (11: 63.)

5.1 NewsPress

Stora Enson Varkauden tehtaalla valmistettava NewsPress on perussanomalehtipaperi, joka valmistetaan sataprosenttisesti natiivikuidusta. NewsPress soveltuu käytettäväksi ainoastaan coldset web-offset -painomenetelmässä ja loppukäyttö rajoittuu sanomalehtiin ja ilmaisjakeluihin. Varkauden valmistamien NewsPress-papereiden neliömas-savalikoima on hyvin laaja vaihdellen 36 ja 48,8 g/m²:n välillä. Laboratoriossa mitattavien arkkien neliöpainot olivat 43, 45 ja 48,8 g/m². (12.)

5.2 ExoPress 68

Stora Enson Varkauden tehtaalla valmistettavat ExoPress-paperit ovat kalanteroituja ja päällystämättömiä mekaanisia papereita, joiden loppukäyttökohteita ovat esimerkiksi mainoslehtiset, kirjat ja lehdet. ExoPress-tuoteperhe sisältää vaaleusasteeltaan ja neliöpainoltaan erilaisia tuotteita sekä syvä- että offsetpainoon. D_{65} -vaaleus eli niin kutsuttu UV-vaaleus on joko 64, 68 tai 70 prosenttia, ja saatavilla olevat neliöpainot ovat 40, 42, 45 ja $48,8 \text{ g/m}^2$. Tässä työssä mitattavien ExoPress-papereiden neliöpainot olivat 45 sekä $48,8 \text{ g/m}^2$ ja vaaleus 68 %. (13.)

5.3 ExoPress 72, 76 ja 80

Stora Enson Anjalan tehtailla valmistettavat ExoPress-paperit kuuluvat samaan tuoteperheeseen Varkauden tehtaan tuotteiden kanssa. Raaka-ainepohja ja loppukäyttökohteet ovat samat kuin Varkauden papereilla, mutta Anjalan tehtailla valmistettavat tuotteet ovat vaaleudeltaan suurempia. D_{65} -vaaleus näillä papereilla on joko 72, 76 tai 80 prosenttia ja neliömassavalkoima on suurempi kuin vaaleudeltaan alhaisemmilla laaduilla. Neliömassat vaihtelevat vaaleuden mukaan 45 ja 65 gramman välillä; esimerkiksi paksua 65-grammaista paperia valmistetaan ainoastaan 80 prosentin vaaleuteen. Anjalan tehtaiden mitattavat laadut olivat

- ExoPress 72: 45, 49, 52, 55 ja 60 g/m^2
- ExoPress 76: 49, 52, 55 ja 60 g/m^2
- ExoPress 80: 49, 52, 55 ja 60 g/m^2 . (14.)

5.4 Standard Newsprint

Venäjällä Karjalan tasavallassa Kontupohjan tehtaalla valmistetaan tässä työssä mitattu Standard Newsprint -sanomalehtipaperi, joka soveltuu käytettäväksi ainoastaan sanomalehtipainoon. Kontupohjan paperit ovat niin kutsuttuja perussanomalehtipapereita ja bulkkituotteita. Mitatut neliömassat olivat 42, 45 ja $48,8 \text{ g/m}^2$. (15.)

6 OFFSETPAINOMENETELMÄ

6.1 Offsetpainotyön kulku

Kuvien saattaminen painettavaan muotoon vaatii rasteroinnin ja värierottelun. Näitä työvaiheita kutsutaan painamisen prepress-vaiheeksi, johon kuuluvat lisäksi tekstin- ja sivunvalmistus eli layout ja sivuasemointi. (16: 83.)

6.1.1 Rasterointi

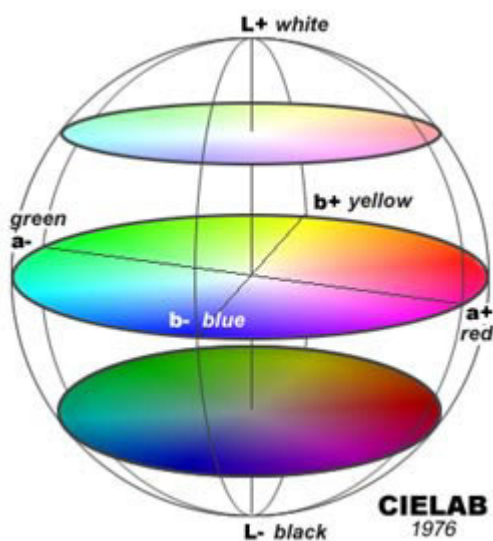
Sävyt muodostetaan rasteroinnilla, mikä tarkoittaa sitä, että painettu sävy koostuu yksittäisistä rasteripisteistä ja tyhjästä alueista niiden välissä. Rasterointi suoritetaan yleisesti digitaalisesti kuvankäsittelyohjelmalla tai tulostus- ja vedostusvaiheen yhteydessä. Perinteisessä rasteroinnissa rasteripisteiden koko vaihtelee, mutta niiden väliset etäisyydet pysyvät vakioina, eli tummassa painojälki muodostuu suuremmista rasteripisteistä. Rasteritiheys eli pisteiden määrä pituusyksikköä kohden määräytyy käytettävän paperilaadun ja painomenetelmän mukaan ollen sanomalehtioffsetissa 34–40 linjaa/cm, mikä on jonkin verran muita painotapoja ja -papereita vähäisempi. Mitä tiheämpi rasteri on, sitä parempi yksityiskohtien toisto painoprosessissa saavutetaan. Offsetmenetelmässä kirjaimia ja numeroita ei rasteroida, vaan ainoastaan kuvamateriaali. Alfanumeerisen tiedon rasteroimattomuus antaa terävän reunan, joka tekee painojäljestä helppolukuista. (16: 83–84.)

Rasteroinnilla säädellään myös pisteenkasvua eli rasteripisteiden leviämistä paperilla, jota esiintyy eniten keskisävyissä ja tiheissä rastereissa erityisesti päällystämättömillä papereilla, kuten sanomalehtipaperilla. Päällystämättömyyden lisäksi pisteenkasvuun vaikuttavat myös paperin opasiteetti ja kosteus. Painoalustan lisäksi myös painokoneen kunto, painoväri, painonipin puristus ja painolevyt vaikuttavat pisteenkasvuun. Pisteenkasvua hallitaan pienentämällä rasteripisteiden kokoa sen verran, kuinka paljon niiden tiedetään painossa kasvavan. Tämän vuoksi tulee ennalta tietää paperin ja painokoneen pisteenkasvun suuruus, jotta painoprosessi onnistuu odotetulla tavalla. (16: 84–85.)

6.1.2 Värimuodostus

Subtraktiivinen eli vähentävä värimuodostus tarkoittaa sitä, että valon aallonpituuksista osa suodattuu ja osa heijastuu painojäljen värikerroksista. Tämä värimuodostus perustuu kolmeen väriin, jotka ovat syaani eli vaaleahko sininen, magenta eli vaaleahko sinertävän punainen sekä keltainen. Näitä värejä käyttämällä saadaan toistettua lähes mitä sävyjä tahansa, mutta mahdollisia puutteita sävyntoistossa korjaamaan käytetään mustaa. Värilliset painotuotteet painetaan pitkälti neliväriprosessilla eli käyttämällä kyseisiä värejä. Neliväripainatuksesta puhuttaessa käytetään yleisesti nimitystä CMYK-värit, joka muodostuu värien englanninkielisistä nimistä eli **C**yan, **M**agenta, **Y**ellow ja **K**ey eli avainväri musta, johon muita värejä verrataan. (16: 85.)

Painotoissa yleisesti käytettävän CMYK-väriavaruuden lisäksi käytetään CIELAB-väristandardia, joka on väriavaruuksista laajin, sillä se käsittää kaikki ihmissilmin havaittavissa olevat värit. CIE $L^*a^*b^*$ -mallia käytettäessä kuvan väri määritellään valoisuuden eli luminanssin (L) ja värikylläisyyskomponenttien a ja b avulla: a on värikylläisyys asteikolla punainen-vihreä ja b asteikolla sininen-keltainen. Alla olevassa kuvassa 3 on havainnollistettu CIELAB-väriavaruus: L-arvon eli luminanssin ollessa 0 on kyseessä musta, eli mitä suurempi L-arvo on, sitä suurempi on paperin vaaleusvaikutelma. (17.)



Kuva 3. CIELAB-väriavaruus

6.1.3 Värierottelu

Värierottelussa painettava nelivärikuva jaetaan neljään osaväriin eli CMYK-väreihin. Pääallekkäin painettuina osavärit muodostavat sävyiltään alkuperäisen kuvan. Värierottelussa sävyjä ja värintoistoa pystytään säätämään vastaamaan käytettävää painoalustaa ja painoprosessiin vaikuttavia tekijöitä. Värillisiä värejä pyritään korvaamaan mustalla painovärillä, mikä onnistuu erityisesti silloin, jos painettavassa alueessa on värillisiä värejä suunnilleen saman verran, eli painettava sävy on neutraaliharmaa. Tummaan painojälkeen pyrittäessä mustan päälle voidaan painaa hallitusti myös värillisiä värejä, mutta painovärikerrosten määrä ei saa kasvaa liian suureksi painojäljen laadun ja kuivamisen takaamiseksi. (16: 86.)

Sanomalehtipainatuksen värierottelussa huomioitava seikka on harmaatasapainon säätö, joka on yleinen painatusprosessissa tarkkailtava laatusuure. Harmaatasapaino on värillisten painovärien eli syaanin (30-prosenttinen rasteri), magentan (22-prosenttinen rasteri) ja keltaisen (22-prosenttinen rasteri) optimaalinen yhdistelmä, joka tuottaa neutraaliharmaan sävyn. Painettaessa harmaa käyttämällä ainoastaan mustaa väriä mustan rasteriprosentti on noin 30. Laatu tarkkailtaessa painetaan vierekkäin vertailtavaksi kolmella värillä painettu harmaa sekä mustalla painettu yksiväriharmaa. Virheet voidaan havaita kuvasta, jossa on paljon harmaata, neutraalia pintaa. Harmaatasapainoa kuvaa kromaattisuusarvo Δab , joka tarkoittaa värikylläisyyskomponenttien a (punainen-vihreä) ja b (sininen-keltainen) poikkeamaa harmaissa sävyissä. (16: 87.)

Harmaatasapainon ja pisteenkasvun lisäksi painamisen laaduntarkkailuun ja värinhalintaan kuuluvat densiteetin ja väripoikkeaman mittaaminen. Densiteetillä tarkoitetaan aineen valonläpäisyä tai valonheijastusta rajoittavaa tiheyttä, josta yleisesti käytetään nimitystä tummuus. Densiteettiin vaikuttavat paperin absorptio-ominaisuudet, painonipin puristus, painoväriin koostumus ja siirtyvän värin määrä. Sitä voidaan mitata tarkoitukseen kehitetyillä laitteilla eli densitometrillä tai spektrofotometrillä. Väripoikkeama tarkoittaa painettavan tuotteen toteutuvan värimaailman vertaamista määritellyyn tavoitearvoon, joka on määritetty ISO 12647 - 3:2005 -standardissa. Poikkeama ilmoitetaan ΔE - eli deltaE -arvona. (18: 196–197.)

6.2 Offsetpainatus

Offsetpainatus on yleisin käytetty painomenetelmä, jota voidaan käyttää niin paperin kuin muovinkin painamiseen, mutta erityisen sopiva offset on sanomalehti- ja arkkipainatukseen. Offsetpainomenetelmä voidaan jakaa märkä- ja kuivaoffsetiin. Näistä märkäteknologia, jossa painolevyillä käytetään kostutusvettä, on huomattavasti yleisempi. Ilman kostutusvettä suoritettava kuivaoffset vaatii erikoisvalmisteiset painoaihiot, minkä vuoksi sen käyttö on muun muassa taloudellisista syistä huomattavasti märkäteknologiaa harvinaisempaa. Aiheen rajaamiseksi tässä työssä käsitellään ainoastaan kostutusvettä hyödyntävä märkäoffsetpainatus sekä painovärin absorboitumiseen eli imeytymiseen perustuva coldset-offset -menetelmä. (18: 122–123.)

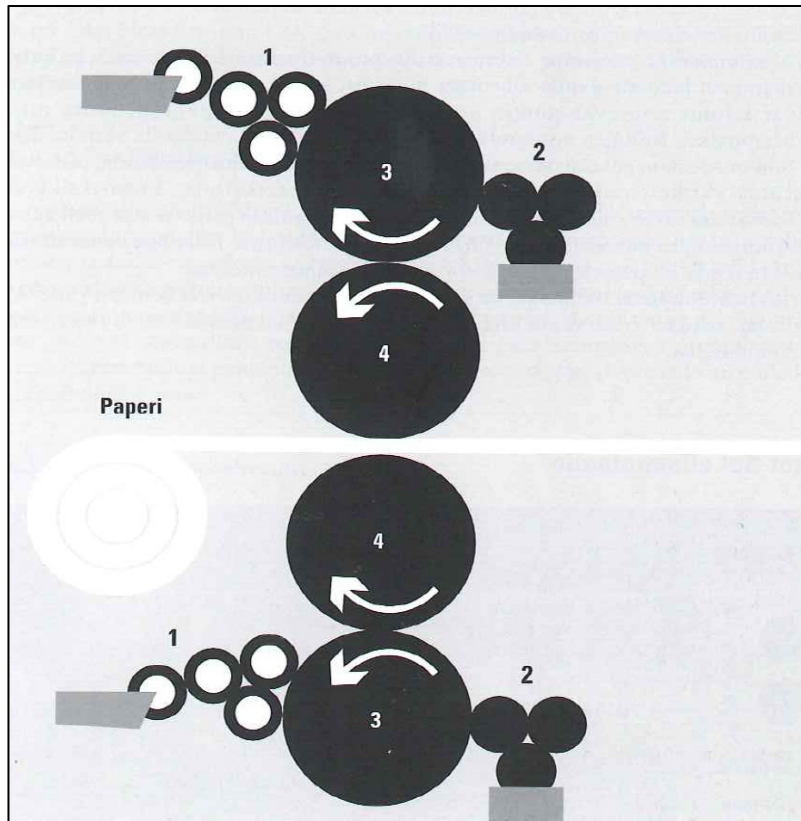
Offsetpainatusta kutsutaan myös nimellä laakapaino. Nimitys johtuu siitä, että kyseisessä painomenetelmässä painolevyn painava ja ei-painava pinta ovat samalla tasolla toisin kuin esimerkiksi koho- eli fleksopainossa, jossa painava pinta on koholla painolevyn pinnasta. (18: 122.)

Käytettävä painoaihiot muodostetaan 0,15 - 0,5 mm paksulle alumiinilevyille. Valmistusvaiheessa levyille suoritetaan elektrokemiallinen karhennus eli kuurnaus, jossa levyn pintaan luodaan kemiallisessa liuoksessa voimakkaalla sähkövirralla tietynlainen mikrorakenne, joka lisää levyn kostutuskapasiteettia. Käsittelyn ansiosta painoprosessissa alumiinilevyille eli painoaihiolle siirrettävä kostutusvesi pysyy levyn pinnassa. Kuurnauksen päälle valetaan vettähylkivä kalvo, joka toimii painopintana. Offsetmenetelmä perustuu painolevyn, kostutusveden ja painovärin erilaisille pintaenergioille. Kuva-aihe eli painava pinta käsitellään oleofiiliseksi eli rasvaa suosivaksi ja pintaenergialtaan pieneksi. Ei-painavat alueet ovat painolevyllä hydrofiilisiä eli rasvaa hylkiviä ja vettä itseensä imeviä, ja niillä on vastaavasti suuri pintajännitys. Näin koostumukseltaan öljypohjainen offsetpainoväri tarttuu vettä hylkivälle painavalle pinnalle ja kostutusvesi ei-painavalle hydrofiiliselle pinnalle. Levy valmistetaan offsetpainossa useimmiten CTP- eli Computer to plate -tekniikalla, joka tarkoittaa painettavan materiaalin siirtämistä tiedosto-, kuva- ja tekstimuodossa suoraan tietokoneelta painolevyille. (18: 122–123, 19: 86, 19: 96.)

Painotapahtumassa painolevy kiinnitetään painokoneen painoyksikössä olevan levysylinterin ympärille. Painolevylle siirretään kostutusvettä kostutustelojen avulla, ja kostutusvesi tarttuu painolevyn ei-painavalle pinnalle pitäen oleofiiliset painopinnat kuivina. Samaan aikaan kostutusveden kanssa painolevylle siirretään väritelöjen avulla painoväriä, joka vastaavasti tarttuu rasvaa suosivalle painavalle pinnalle, joka hylkii vettä ja rajaa näin ollen kostutusveden ainoastaan painamattomille pinnoille. Offsetpainoväriin korkean viskoottisuuden ja tahmeuden vuoksi väritelasto koostuu jopa kymmenestä telasta, jotka työstävät värin painoon sopivaksi. Osa teloista oskiloit eli liikkuu sivusuuntaisesti värin notkistamiseksi. (16: 92–93.)

Kostutusvesi pitää tehokkaasti painojäljen valkoisiksi tarkoitetut alueet värittöminä esittämällä painoväriin tarttumisen painamattomille pinnoille. Kostutusveden pintajännityksen tulee olla oikealla tasolla painolevyn hallitun kastumisen ja väriemulgoitumisen vuoksi. Painoprosessissa osa kostutusvedestä sekoittuu eli emulgoituu painoväriin, joten väri-vesi-tasapainon hallitseminen on onnistuneen painojäljen saavuttamisessa avainasemassa. Jos prosessissa on liikaa vettä, sitä kertyy väritelastolle ja painojälkeen tulee vesimarkkeerausta eli vaaleampia alueita. Jos vettä on liian vähän, painolevy ei kastu riittävästi ja painoväri tarttuu myös levyn ei-painaville pinnoille aiheuttaen toonaamista eli painojäljen sävyttymistä. (16: 93–94.)

Painolevyltä väri siirtyy ensin kumisyylinterin päällä olevalle kumikankaalle ja vastakankaalta painoalustalle, esimerkiksi paperille. Kumikangasta käytetään, jottei painolevyn kostutusvesi joudu kosketukseen painoalustan kanssa ja kastele tätä. Kumikangas sylintereineen muodostaa yhdessä puristustelan kanssa painonipin, jossa painoainehio siirtyy kumikankaalta painoalustalle. Koska väri siirtyy painoalustalle kumisyylinterin kautta, offsetpainatus on tyypiltään epäsuora painomenetelmä. Offsetpainoyksikkö ja sen toimintaperiaate on nähtävissä kuvassa 4. (18: 123–124, 19: 86.)



Kuva 4. Offsetrotaatiokoneen painoyksikkö. 1 = Väritelasto, 2 = Kostutustelat, 3 = Levysylinteri, 4 = Kumisyylinteri

Värinsiirron onnistumiseen vaikuttavat sylinterien pintamateriaalit ja niiden ominaisuudet, värin ja paperin ominaisuudet, painonipin puristusaine, puristuksen kesto ja koneen ajonopeus. Mitä suurempi paine nipissä vallitsee, sitä enemmän painoväriä pyrkii tunkeutumaan paperiin. Läpipainatusta tapahtuu erityisesti huokoisilla ja päällystämättömillä papereilla, joissa väri tunkeutuu paperin toisellekin puolelle. Neliväripainatuksessa, jossa värit painetaan toistensa päälle, on tärkeää painaa tahmein väri ensin, jotta päälle painettu väri siirtyy onnistuneesti paperille eikä ensin painettu väri irtoa paperista. (16: 93.)

Offsetpainatuksen sujuvuuden kannalta tärkeimmät paperin ominaisuudet ovat formaatio ja sileys, opasiteetti, vaaleus, kiilto, ajettavuus, värin asettuminen eli öljynabsorptio, dimensiostabiiletti eli kohdistuvuus ja pintalujuus. Jos pintalujuus ei ole riittävä, paperi pölyää eli tulee linting-ilmio: tahmean painovärin vuoksi paperi pyrkii seuraamaan kumisyylinteriä, ja jos pintalujuus ei riitä, paperin pinta ja pintakuidut ir-

toavat sylinterille. Sanomalehtipainatuksessa käytetty coldset-offset -menetelmä perustuu painovärin absorboitumiseen eli imeytymiseen. Tämän vuoksi painettavan pinnan tulee olla riittävän imukykyinen, huokoinen, päällystämätön ja karhea. (19: 112, 142.)

6.3 Offsetpainoväri

Offsetväri on koostumukseltaan korkeaviskoottista ja tahmeaa, ja sillä on korkea pigmenttipitoisuus. Jotta prosessi toimisi, värien on oltava öljypohjaisia ja toimittava kostutusveden kanssa emulgoimalla niitä. Offsetpainatuksessa väri kulkee monien telojen kautta, joten se ei saa sisältää nopeasti haihtuvia liuottimia, jotka kuivattaisivat sen telastolle. (16: 131.)

Offsetvärit sisältävät noin 30 prosenttia pigmenttiä, 10–40 % sideaineita, 15–30 % liuottimia ja 0–5 % lisäaineita. Sideaineen tehtävänä on sitoa painovärin pigmentti painoalustaan, antaa painojäljelle kemiallista ja mekaanista kestävyyttä ja toimia kiillonmuodostajana. Liuottimet taas toimivat pigmentin ja sideaineen kantofaaseina ja liuottavat sideaineen. Niillä myös säädetään värin kuivumisnopeutta ja värin viskositeettia. Lisäaineilla pyritään parantamaan värien prosessiominaisuuksia määrien ollessa melko pieniä. Lisäaineina käytetään muun muassa dispergointiaineita, ohentimia ja vahoja. (16: 130–134.)

6.4 Offsetpainokone

Offsetpainokoneet jaetaan painomateriaalin perusteella arkkikoneisiin ja rullasyöttöisiin rotaatiokoneisiin. Sanomalehtikoneet ovat pääsääntöisesti rotaatiocoldset-koneita, joissa ei ole erillistä kuivatusosaa, sillä painovärin kuivuminen perustuu värin imeytymiseen. Sen vuoksi sanomalehtipainatuksessa käytettävien papereiden tulee olla rakenteeltaan huokoisia ja päällystämättömiä, jotta väri imeytyy mahdollisimman hyvin eikä tartu luettaessa sormiin. (18: 130, 16: 99.)

Painokoneiden kokoluokitus määräytyy painettavien sivujen lukumäärän mukaan: pienillä sanomalehtipainokoneilla pystytään painamaan maksimissaan 32 sivun julkaisuja, ratalevydeltään suuremmissa koneissa määrä on huomattavasti suurempi. Rataleveys on 80 tai 160 cm, eli kaksi tai neljä broadsheet-sivua rinnakkain. Broadsheet on nimitys sanomalehdelle, jonka leveys on 390–410 mm ja korkeus 560–590 mm. Broadsheetiä pienempi koko on tabloid, jonka leveys on 280–290 mm ja korkeus 410–430 mm. (16: 99.)

Moderneissa sanomalehtikoneissa on pääsääntöisesti aina automaattinen rullanvaihto, minkä avulla rullan loputtua uusi rulla vaihtuu automaattisesti. Vanhan rullan pää liitetään joko tarraliimalla tai kaksipuolisella teipillä uuteen rataan koneen ajonopeuden pysyessä vakiona vaihdon ajan. Aukirullaimelta rata johdetaan painoyksiköihin, joita voi yhdessä painokoneessa olla yhdestä kahdeksaan. Monta painoyksikköä mahdollistaa useamman radan eli rullan samanaikaisen painamisen ja neliväripainatuksen. Offsetraatiokoneiden painoyksikkö muodostuu kahdesta vastakkaisesta painolaitteistosta, joiden läpi kulkeutuvaan paperirataan jäljentyvät radan molemmin puolin sijaitsevat kumisylintereillä olevat painoaihiot. Painoyksiköiden lukumäärä ja rakenne ratkaisevat suurimman mahdollisen painettavan sivumäärän. (16: 99–100, 19: 130.)

Erillisistä painoyksiköistä radat ohjautuvat taittolaitteeseen, joita voi olla myös kaksi, mikä mahdollistaa kahden eri tuotteen samanaikaisen painamisen. Taittolaitteen tarkoitus on katkaista rata oikeasta kohdasta oikeaan mittaun ja taittaa rata. Lisälaitteistot mahdollistavat myös esimerkiksi tuotteiden hakasnitomisen eli stiftauksen tai liimauksen. Tuotteet taitetaan useimmiten aurataittona, jossa rata taitetaan pituussuuntaisesti keskeltä kahtia. (16: 103.)

7 TYÖMENETELMÄT

7.1 Näytteiden hankkiminen

Työn aloituspalaverin pohjalta työni ohjaaja Kauko Mononen tilasi Lehtikannan käyttöpäällikkö Vesa Rossin kanssa yhteistyössä sovitut, työssä mitattavat sanomalehtipa-

perinäytteet marraskuussa 2008 Stora Enson Anjalan ja Varkauden tehtailta sekä Kontupohjan tehtaalta Venäjältä.

7.2 Paperitekniset mittaukset

Paperitekniset mittaukset suoritin Kymenlaakson ammattikorkeakoulun paperilaboratoriossa pääasiallisesti tammi-helmikuussa 2009. Toukokuussa suoritin vielä yhden sanomalehtipaperilaadun mittauksen, sillä kyseinen laatu oli epähuomiossa jäänyt alkuperäisistä näytteistä pois. Mitattavia paperilaatuja oli yhteensä 21, ja jokainen laatu tutkittiin mittaamalla arvot viidestä tai kuudesta näytearkista.

7.2.1 Vaaleus, opasiteetti, valonsironta- ja absorptiokerroin

Paperin vaaleus on sen ominaisheijastusluku määritettynä aallonpituudella 457 nm. Paperin vaaleus ilmoitetaan ISO-vaaleutena (ISO-%) ja se mitattiin paperilaboratoriossa Minoltan spektrofotometrillä. Opasiteetti on mustaa taustaa vasten määritetyn yksittäisen paperiarkin valonheijastusluvun suhde saman paperin Y-arvoon. Myös opasiteetti mitattiin Minoltan spektrofotometrillä. Opasiteetin ja vaaleuden mittauksessa saatiin selville myös paperin absorptio- ja valonsirontakerroin.

7.2.2 Kiilto

Kiillon mittauksessa käytettiin Zehntnerin kiiltomittaria $75^{\circ}/75^{\circ}$ mittausgeometrialla. Laitteen mittapää mittaa näytteen heijastuksen yhdensuuntaisella valolla, kun valon tulo- ja havaitsemiskulma on 75° .

7.2.3 Sileys, karheus ja ilmanläpäisevyys

Paperin sileyden mittaus suoritettiin Lorenz & Wettren pps-mittarilla 0,5, 1 ja 2 MPa:n paineessa. Ilmanläpäisevyys mitattiin Bendtsen-mittarilla ja se ilmoitetaan millilitroina minuutissa. Ilmanläpäisevyys tarkoittaa sitä ilmamäärän virtaamaa, jonka noin 1470 Pascalin eli 150 mm vp:n paine saa aikaan 5 cm^2 :n pinta-alan läpi. Näy-

tearckien karheus määritettiin samalla mittarilla, joka mittaa ilmamäärän lasilevyn päällä olevan paperinäytteen ja sen päälle asetetun metallirenkaan välistä. Välissä valitsee 100 mm vp:n eli noin 980 Pascalin paine-ero. Myös karheuden virtaama ilmoitetaan millilitroina minuutissa.

7.2.4 Paksuus

Paperien paksuus mitattiin tarkkuusmikrometrillä, joka noudattaa standardimenetelmää SCAN-P 7:75. Paksuus mitattiin pinopaksuutena, eli saatu tulos jaettiin mitattavien arkkien lukumäärällä. Paperin paksuus ilmoitetaan 1 µm:n tarkkuudella.

7.2.5 Tiheys ja bulkki

Tiheys kertoo kuinka monta painoyksikköä paperia mahtuu tiettyyn tilavuuteen, eli kg/m³.

Bulkki eli paperin ominaistilavuus on tiheyden käänteisluku, joka lasketaan jakamalla luku 1 tiheyden arvolla.

Tiheys lasketaan kaavasta $X = \frac{w}{t} * 100$, jossa

X = tiheys (kg/m³)

w = neliömassa (g/m²)

t = paksuus (µm).

(1)

7.2.6 Vetolujuus ja venymä

Vetolujuus ilmoittaa kuormituksen, jonka paperi kestää murtumatta vedettäessä sitä eri suuntiin molemmista päistä. Venymällä tarkoitetaan paperin maksimivoiman hetkellä saavuttaman pituudenlisäyksen suhdetta sen alkuperäiseen pituuteen. Venymä määritettiin näytearkeista leikatuilla kooltaan 15 x 100 mm:n liuskoilla, ja mitattiin kone- sekä poikkisuunnassa Lorenz & Wettren vetolujuusmittarilla.

Vetolujuuden lisäksi paperille laskettiin sekä kone- että poikkisuuntainen vetoindeksi, jossa neliömassasta riippuva vetolujuuden arvo jaettiin arkin neliömassalla ja kerrottiin tuhannella. Jotta vetoindeksi ilmaisisi neliömassasta riippumatonta ominaisuutta, pitäisi lukeman olla vakio eri neliömassoilla. Käytännössä näin ei kuitenkaan usein ole, vaan vetoindeksi pienenee, kun neliömassa kasvaa.

7.2.7 Repäisylujuus

Repäisylujuudella tarkoitetaan sitä keskimääräistä työtä, joka tarvitaan tietyn pituisen repeämän aikaansaamiseksi, paperiin tehdystä alkuviillosta lähtien. Määrittäminen suoritettiin Lorenz & Wettren repäisylujuusmittarilla. Testattavat näytteet olivat nelinkerroin taiteltuja noin 50 mm leveitä kappaleita, ja niitä testattiin sekä kone- sekä poikkisuunnassa. Vetolujuuden tavoin myös repäisylujuutta kuvaamaan laskettiin lisäksi kone- ja poikkisuuntainen repäisyindeksi jakamalla mitattu repäisylujuuden arvo arkin neliömassalla.

7.2.8 Kosteus

Näytteiden kosteus määritettiin näytteen painohäviönä kuivatuksen jälkeen. Kosteuspitoisuudet määritettiin laboratoriossa Scaltec-kosteusanalysointilaitteella, johon asetettiin 2–3 gramman painoinen näyte. Näytettä kuivatettiin vakiopainoonsa noin 105 asteen lämpötilassa noin 6 minuuttia, kunnes mittari ilmoitti kosteusprosentin. Kaikille paperinäytteille tehtiin kaksi mittausta. Mittarin epäluotettavuuden ja paperinäytteiden epätasaisen lähtökosteuden vuoksi laskin kosteusprosentin myös manuaalisesti kaavasta:

$$\text{kosteusprosentti} = \frac{m_1 - m_2}{m_1} * 100\% , \text{ jossa}$$

m_1 = näytteen massa ennen kuivatusta

m_2 = näytteen massa kuivatuksen jälkeen.

(2)

7.2.9 Tuhka

Tuhkan määrityksellä pyritään selvittämään näytteessä olevan epäorgaanisen aineksen määrä. Tuhkausta varten näytearkeista leikattiin koepalat, jotka punnittiin vaa'alla. Tämän jälkeen näytteet poltettiin noin 925 asteen lämpötilassa. Tuhkaamisen jälkeen posliininen astia ja tuhka punnittiin ja astian paino vähennettiin kokonaismassasta, jotta saatiin tuhkan paino. Tuhkan paino jaettiin alkuperäisen näytteen painolla tuhkaprosentin määrittämistä varten. Koska eräiden aineiden paino muuttuu hehkutuksen aikana, on tuhkapitoisuuden arvo suuntaa antava.

7.3 Koepainatus Lehtikanta Oy:ssä

Koepainatus suoritettiin maaliskuussa 2009 Lehtikanta Oy:ssä. Painoon valittiin viisi Lehtikannassa käytettävää, neliömassaltaan ja vaaleudeltaan vaihtelevaa sanomalehtipaperilaatua. Varkauden tehtaan papereista valittiin neliömassaltaan samanlaiset tuotteet niiden keskinäisten erojen selvittämiseksi. Koepainetut laadut olivat

- Kontupohjan 42 g/m² Standard Newsprint
- Varkauden 48,8 g/m² NewsPress
- Varkauden 48,8 g/m² ExoPress 68
- Anjalan 52 g/m² ExoPress 72
- Anjalan 55 g/m² ExoPress 80.

Näiden lisäksi Lehtikannalla on käytössään Kontupohjan 45 g/m² Standard Newsprint, jota koepainatukseen ei otettu mukaan. Koeajonopeus oli noin 15 000 kpl/h, ja painatus suoritettiin ainoastaan radan yläpuolelle. Testattavat koepainatussivut otettiin kustakin paperilaadusta talteen, kun painaja oli saanut värit ja sävyt säädettyä kohdalleen.

8 TYÖN TULOKSET

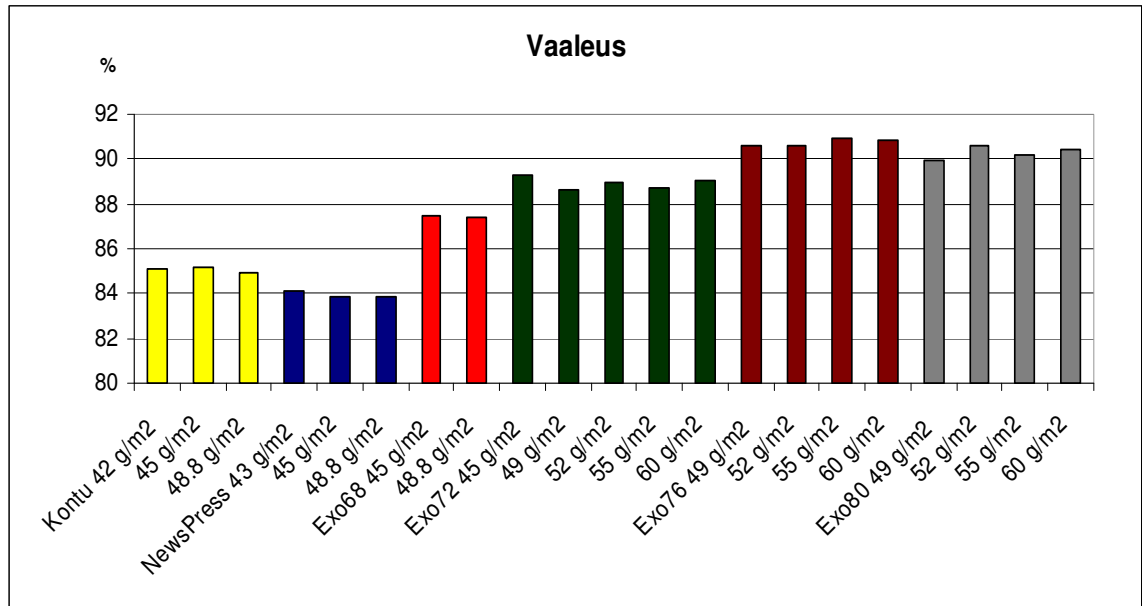
8.1 Painettavuuteen vaikuttavat paperitekniset ominaisuudet

Paperiteknisistä mittauksista saadut tulokset on seuraavassa havainnollistettu kuvina. Yksittäiset mittaustulokset testattavista arkeista ovat mittauspöytäkirjoissa liitteessä 1. Yksityiskohtaiset optisten ominaisuuksien ja paperin värin intensiteettijakauman mittaustulokset paperilaaduittain ja neliömassoittain ovat liitteessä 2.

Kaikkien testattavien papereiden mittaustulokset ovat keskinäisen vertailun helpottamiseksi samassa kuvassa. Eri paperilaatujen erottamiseksi jokainen laatu on havainnollistettu erivärisin pylväsdiagrammein.

8.1.1 Vaaleus

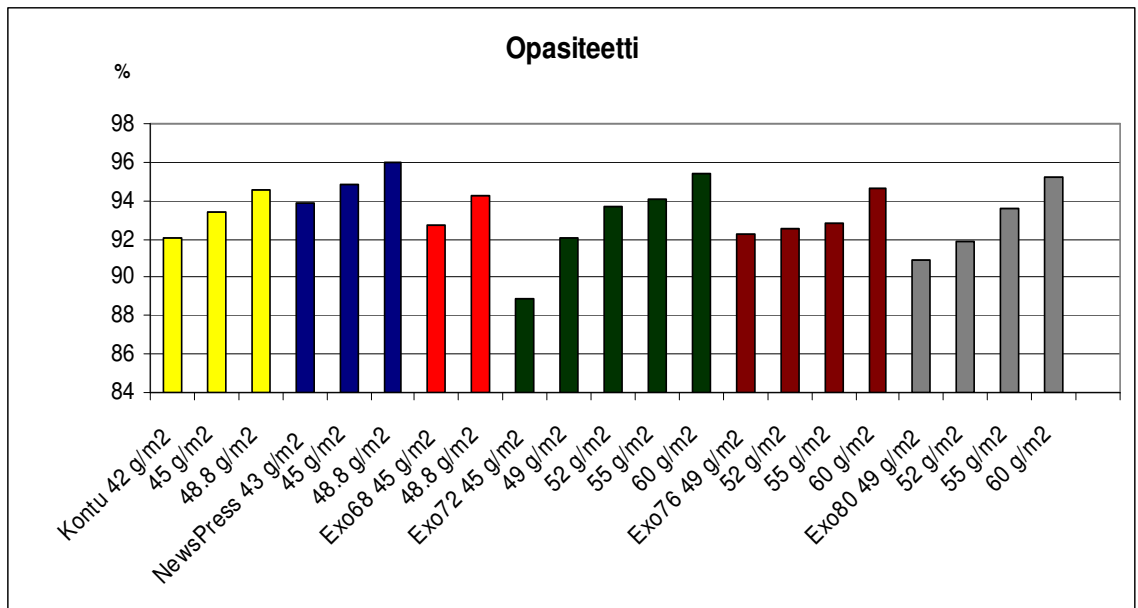
Kuvassa 5 esitetään testipapereista mitatut CIELAB-värinkuvausmallin mukaiset L- eli vaaleusarvot. Papereista vaaleinta oli ExoPress 76, jossa kaikilla neliömassoilla mitattiin yli 90 prosentin vaaleus. ExoPress 80 ja 72 sijoituivat vaaleudeltaan myös lähelle 90:tä prosenttia, sillä ne sisältävät vaaleutta lisääviä komponentteja ja täyteaineita. Vaaleudeltaan alhaisimmat paperilaadut olivat natiivikuiduista valmistetut valkaisemattomat paperilaadut eli Varkauden NewsPress ja Kontupohjan paperit.



Kuva 5. Työssä mitattujen papereiden prosentuaaliset L- eli vaaleusarvot

8.1.2 Opasiteetti

Kuvassa 6 esitetään näytteistä mitatut opasiteettitulokset. Opasiteetti kasvaa lineaarisesti neliömassan mukaan, mikä on havaittavissa jokaisella paperilaadulla. Vaaleudeltaan suuremmista ExoPress-papereista mitattiin kokonaisuutena heikoimmat opasiteettiarvot: ainoastaan korkeimmilla eli 60 gramman neliöpainoilla mitatut arvot olivat melko lähellä parasta mittaustulosta, joka mitattiin Varkauden NewsPress-laadusta neliöpainolla 48,8 g/m². Tämä paperi saavutti alimmalla neliömassallaankin (43 g/m²) lähes 94 %:n läpinäkymättömyyden, joten mitatuista laaduista Varkauden paperilla oli kokonaisuutena paras opasiteetti. Kaiken kaikkiaan mittaustulokset sijoittuivat kaikilla laaduilla pääsääntöisesti 92 ja 96 prosentin väliin. ExoPress 72 neliöpainolla 45 g/m² jäi ainoana paperilaatuna alle 90 prosentin opasiteetin.

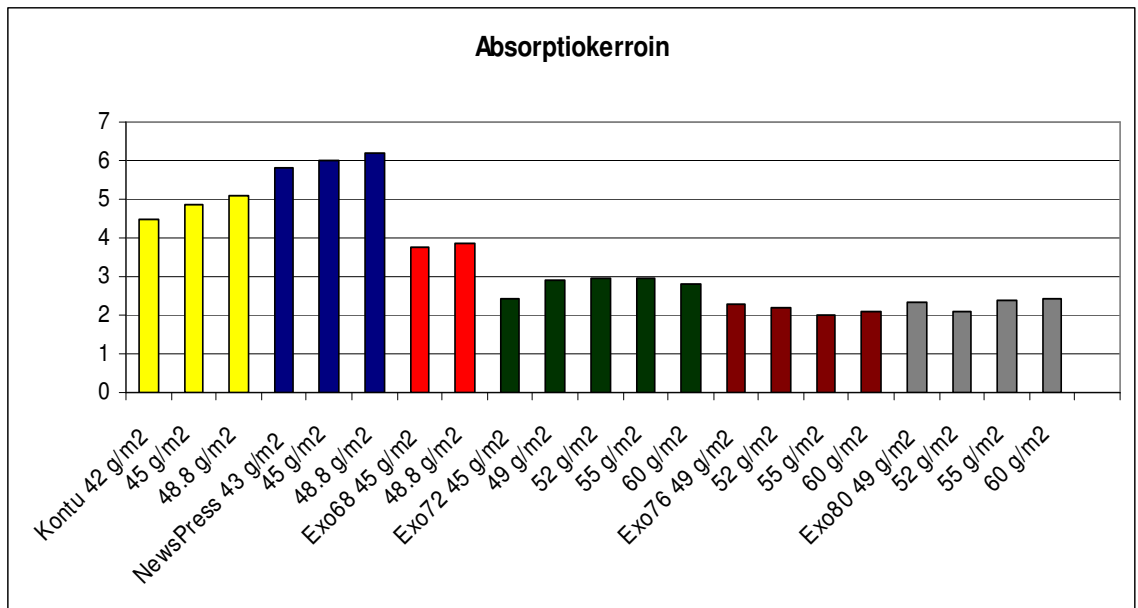


Kuva 6. Työssä mitattujen paperilaatujen opasiteetti

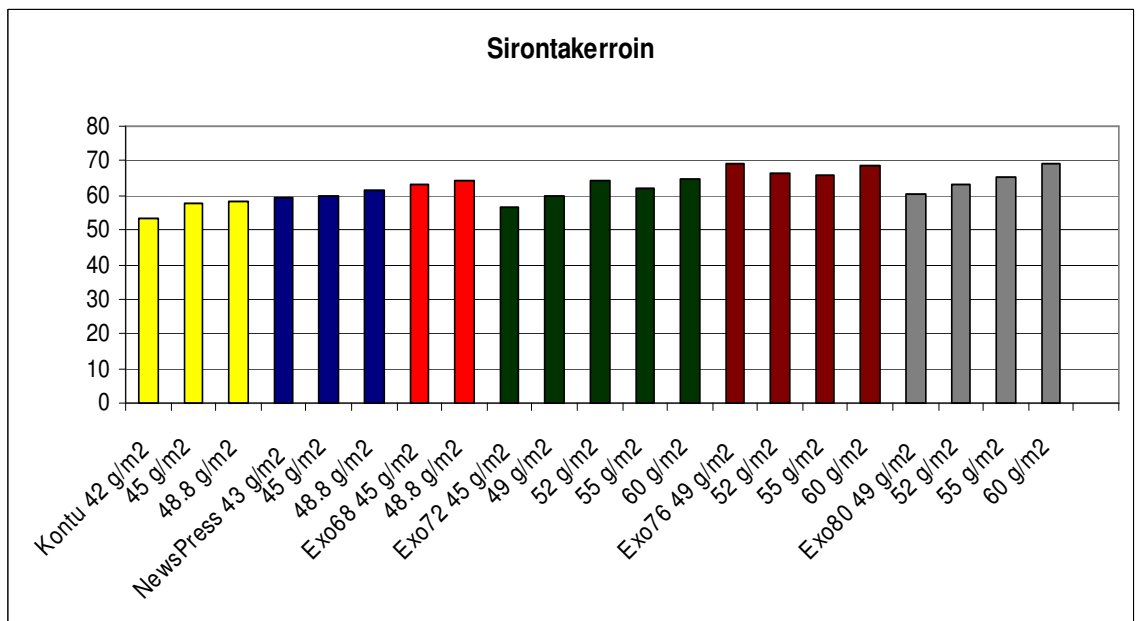
8.1.3 Sironta- ja absorptiokerroin

Valonsirontakerroin liittyy oleellisesti muihin paperin optisiin ominaisuuksiin kuten opasiteettiin ja absorptiokertoimeen. Absorptiokertoimen mittaustulokset on kuvattu kuvassa 7, josta nähdään, että selvästi korkeimmat absorptiokertoimet ovat Kontupohjan papereilla ja NewsPress-laadulla, jotka ovat perinteisiä sanomalehtipainatukseen tarkoitettuja papereita. Näillä papereilla mitattiin myös alhaisimmat vaaleudet sekä kokonaisuutena alhaisimmat sirontakertoimen arvot, jotka on esitetty kuvassa 8. Arvattavissa oli, että kokonaisuutena alhaisimmat absorptioarvot ja korkeimmat sirontakertoimen arvot mitattiin ExoPress 76 -laadusta, joka vastaavasti oli vaaleudeltaan laaduista suurin.

Näiden ominaisuuksien yhteys opasiteettiin voidaan myös selkeästi nähdä mittaustuloksista. Kubelka-Munkin teorian mukaisesti valonsirontakertoimen kasvaessa ja absorptiokertoimen pienentyessä vaaleus lisääntyy, mutta opasiteetti vastaavasti heikenee.



Kuva 7. Paperinäytteistä mitatut absorptiokertoimet

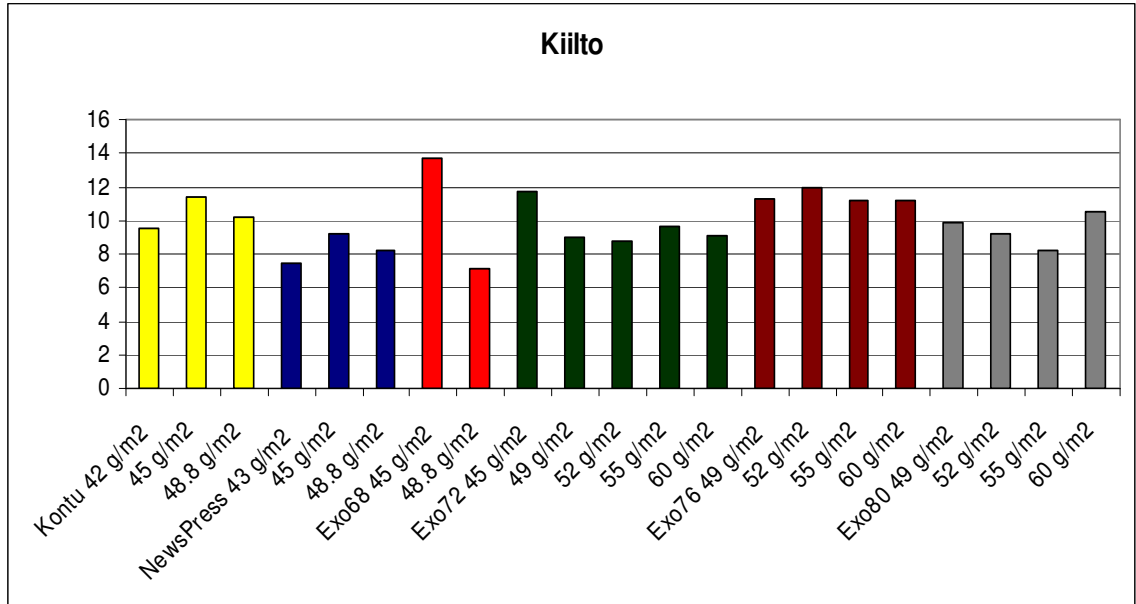


Kuva 8. Paperinäytteistä mitatut valonsirontakertoimet

8.1.4 Kiilto

Kuvassa 9 on esitetty työssä mitattujen papereiden kiilto. Kiilloltaan selvästi korkein paperilaatu oli kalanteroitu ExoPress 68 neliömassalla 45g/m², kun taas saman paperilaadun 48,8 g/m² testiarkit olivat kiilloltaan yllättävästi alhaisimmat. Muut mitattavat paperit sijoittuivat kiilloltaan hyvin tasaisesti näiden kahden väliin, mutta kokonaisuu-

tena ExoPress 76 -papereiden eri neliömassojen arvot olivat kiilloiltaan suurimpia ja lähimpänä toisiaan. Kiilto on käytännössä paperin mikrosileyttä, joka lisääntyy muun muassa kalanteroinnilla.



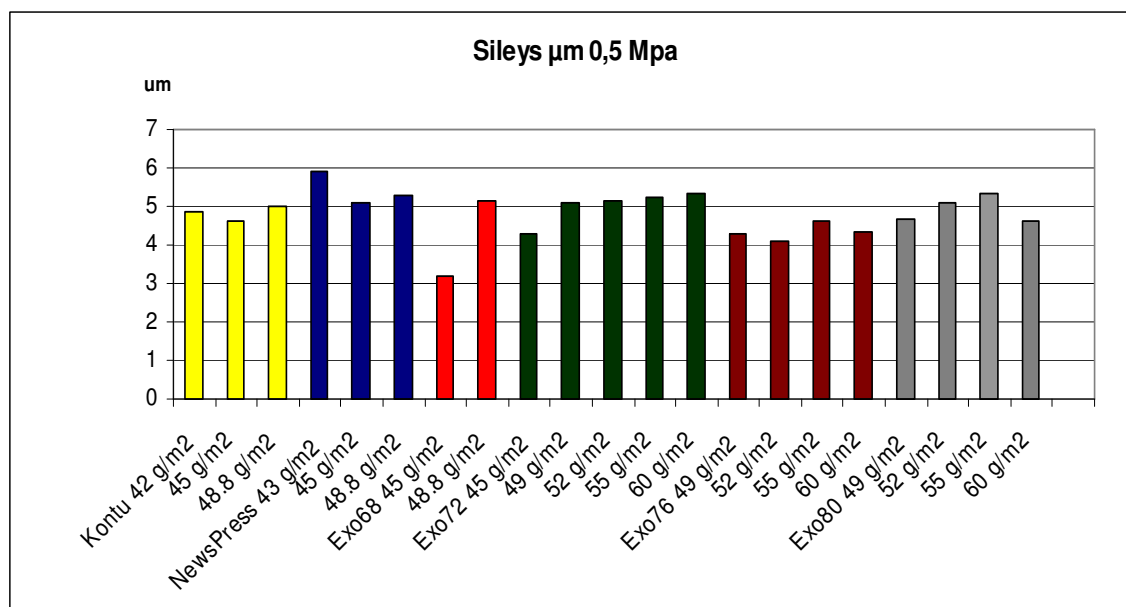
Kuva 9. Näyttearkeista mitatut kiillon arvot

8.1.5 Sileys

Sileys mitattiin 0,5 , 1 ja 2 MPa:n paineessa, kuvassa 10 on esitetty saavutetut tulokset 0,5 MPa:n paineessa. Suuremmissa paineissa mitatut arvot olivat jakaumaltaan alla olevien tulosten kaltaiset, joten niiden kuvallinen havainnollistaminen ei ole tämän työn kannalta välttämätöntä.

Kuten kiiltomittauksissa hajonta oli myös sileysmittauksissa melko pientä. Neliömassojen kesken ei myöskään ole havaittavissa suurta hajontaa, mutta jonkinlaista korrelaatiota neliömassan ja sileyden kesken tuloksista voidaan löytää ExoPress-laaduissa, joissa pienemmillä neliömassoilla on pääsääntöisesti matalampi sileys. Vastaavaa korrelaatiota ei kuitenkaan ole havaittavissa Kontupohjan papereissa tai NewsPress-laadussa.

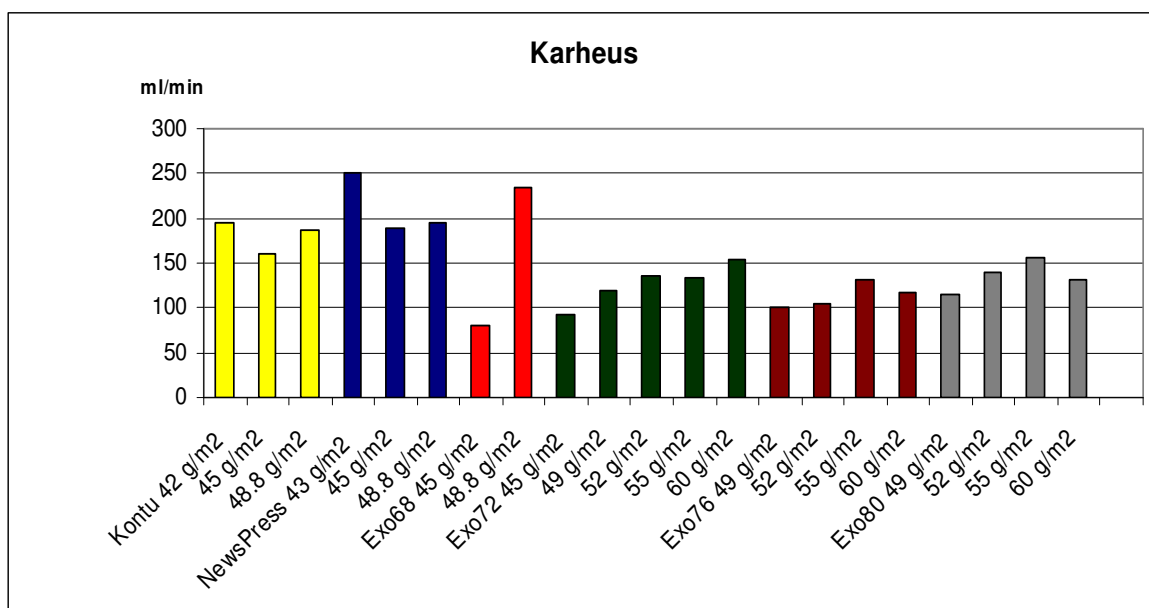
Sileyden mittauksissa parhaimman tuloksen eli pienimmän arvon saavutti kiilloltaan suurin ExoPress 68 neliömassalla 45 g/m^2 . Kyseinen tulos oli arvattavissa, sillä kiillolla ja paperin mikrosileydellä on selvä yhteys toisiinsa, mikä nähdään myös muilla paperilaaduilla: kiilloltaan pienemmät laadut ovat myös sileydeltään alhaisempia.



Kuva 10. Testiarkeista mitatut sileydet 0,5 MPa:n paineessa

8.1.6 Karheus

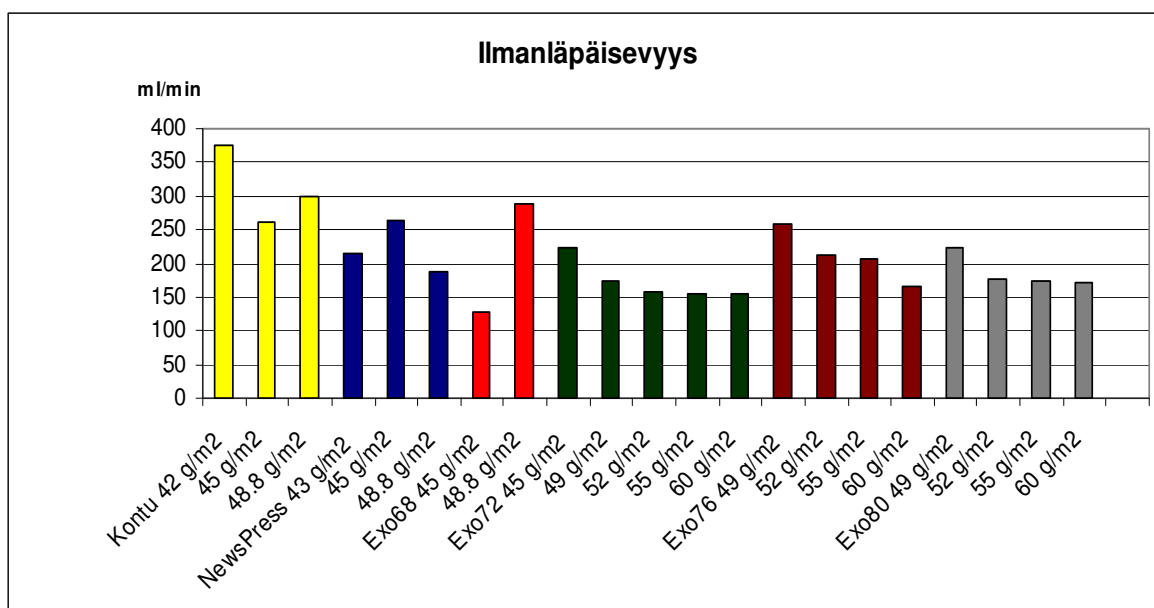
Karheus ilmoitetaan ilman virtaamana millilitroina minuutissa, ja saadut tulokset on esitetty kuvassa 11. Sileysmittauksissa korkeamman sileyden saavuttaneista papereista mitattiin pääsääntöisesti vähäisemmät ilman virtaamat eli matalat karheusarvot. Vähiten karhein laatu, eli silein paperi, oli näiden kuten myös sileysmittausten perusteella ExoPress 68 45 g/m^2 . Mittauksia voidaan pitää onnistuneina, sillä yhteys kiillon, sileyden ja karheuden välillä on nähtävissä tuloksista selvästi. Papereista karheimmaksi mitattiin NewsPress neliömassalla 43 g/m^2 , jonka virtaama oli jopa kolminkertainen sileimpään paperiin verrattuna.



Kuva 11. Testiarkeista mitatut karheuden arvot

8.1.7 Huokoisuus ja ilmanläpäisevyys

Pientämällä ilmanläpäisevyyttä esimerkiksi kokoonpuristamisella saadaan usein parannettua paperin painettavuutta. Paperirainan huokoskoko vaikuttaa ilmanläpäisevyyteen ja siihen, miten painoväri imeytyy rataan. Kuten kuva 12 osoittaa, ExoPress 72, 76 ja 80 -laaduissa neliöpaino näyttäisi korreloivan ilmanläpäisevyyden kanssa: alemmilla neliömassoilla mitattiin korkeampi arvo, suuremmilla neliömassoilla ilmanläpäisevyyden arvo oli pienempi. Samanlainen yhteys oli havaittavissa myös kiilto-, sileys- ja karheusmittauksissa, joten saavutettuja tuloksia voidaan pitää onnistuneina.

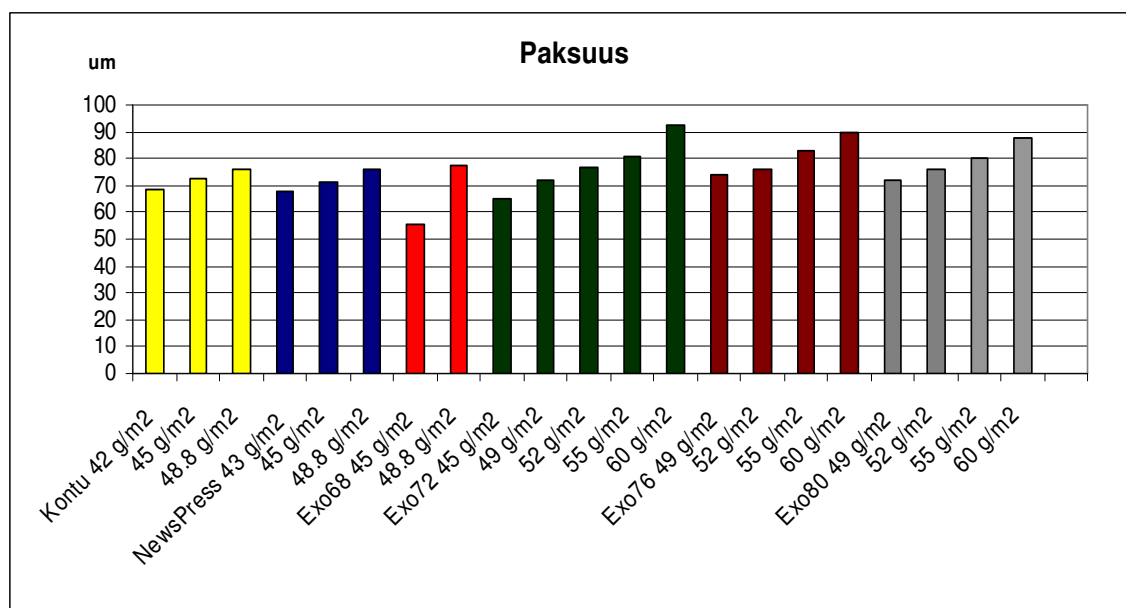


Kuva 12. Testiarkkien ilmanläpäisevyys

8.2 Ajettavuuteen vaikuttavat paperitekniset ominaisuudet

8.2.1 Paksuus

Kuvassa 13 ovat mikrometrillä mitatut testiarkkien paksuudet. Paksuus kasvaa lineaarisesti neliömassan kasvaessa: mitä suurempi neliömassa, sitä paksumpi paperi. Pinnan kalanterointi ei näyttäisi vaikuttavan paksuuteen, sillä mittaustulos esimerkiksi neliömassalla 48,8/49 g/m² on jokaisella paperilaadulla hyvin samansuuruinen. Mittaustulokset ovat pääsääntöisesti yhdenmukaisia valmistajien ilmoittamien ohjearvojen kanssa, ja ainoastaan ExoPress 68 45 g/m²:lla voidaan epäillä sattuneen mittausrvirhe. Valmistajan ilmoittama ohjearvo kyseisen paperin paksuudelle on 74 µm, mutta laboratoriossa mitattu arkkien keskiarvo oli ainoastaan 56 µm.

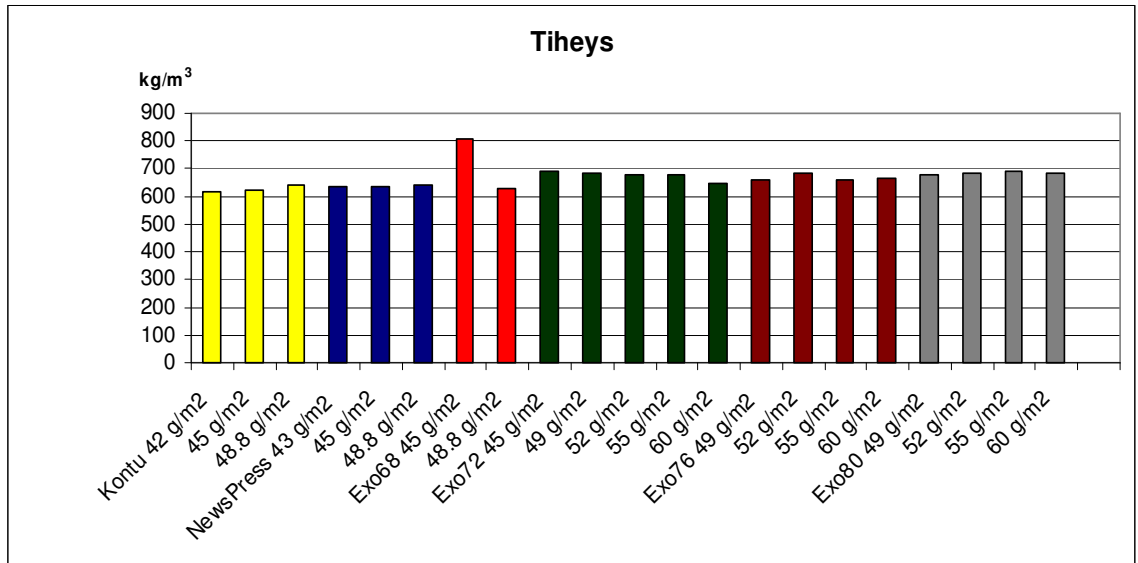


Kuva 13. Testiarkeista mikrometrillä mitatut paksuudet

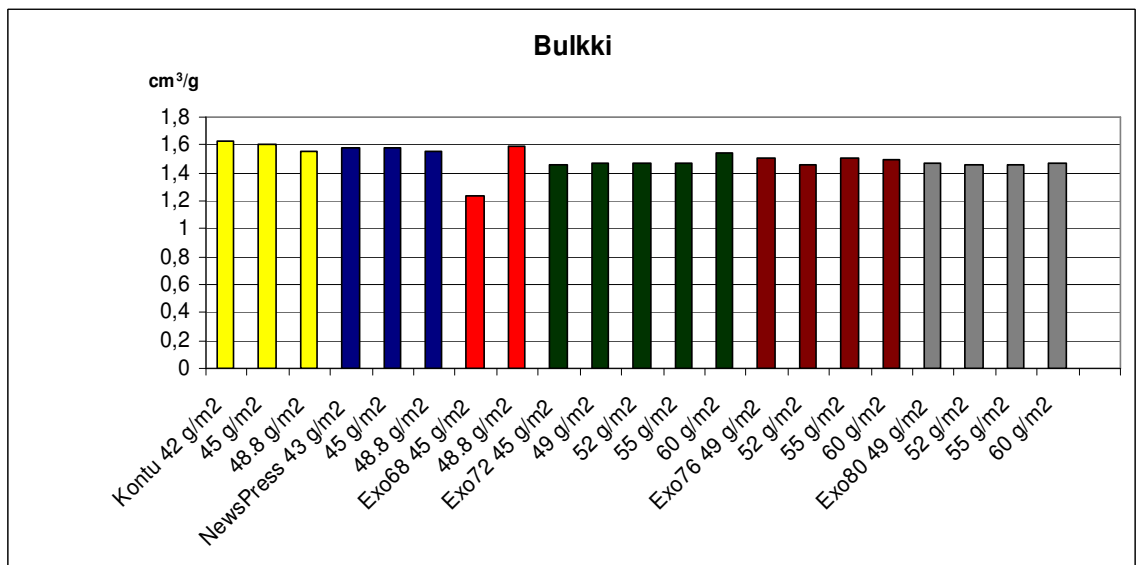
8.2.2 Tiheys ja bulkki

Kuvassa 14 esitetyt tiheysarvot eivät ole laboratoriossa mitattuja arvoja, vaan perustuvat laskentakaavaan, jossa paperin neliömassa jaetaan paksuudella. Alemmassa kuvassa 15 havainnollistetut bulkin mittaustulokset ovat myös laskennallisia arvoja, eli tiheyden käänteislukuja. Laskennassa olen käyttänyt mitattuja paksuusarvoja ja valmistajan ilmoittamaa vakioneliömassaa. Näin ollen paksuusmittausten mahdolliset virheet ovat nähtävissä myös tiheys- ja bulkkituloksissa, eli ainakin ExoPress 68 45 g/m²:n arvot on syytä kyseenalaistaa.

Kuvista nähdään, että neliömassa ei juuri vaikuta tiheyteen ja bulkkiin, vaan arvot pysyvät eri paperilaatujen kohdalla neliömassasta riippumatta melko identtisinä vaihdellen välillä 600–700 kg/m³. Bulkkisin tuote näyttäisi kuitenkin olevan Kontupohjan 42 g/m², ja kokonaisuutena korkeimmat bulkit ovat niin kutsutuilla perussanomalehtipapereilla eli Kontupohjan tuotteilla ja Varkauden NewsPressillä.



Kuva 14. Testiarkkien tiheys

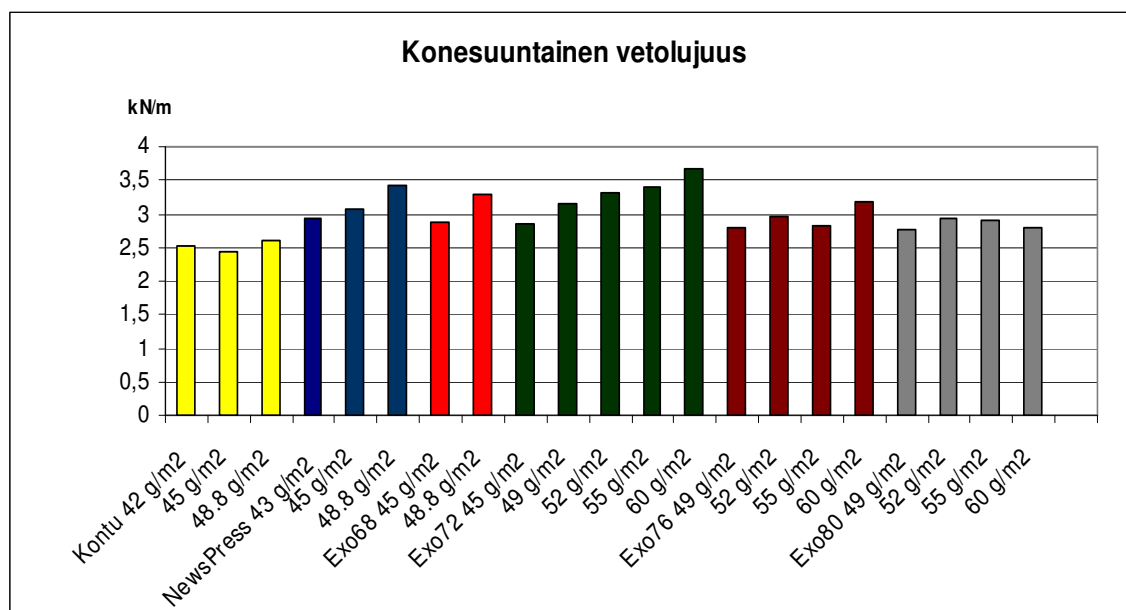


Kuva 15. Testiarkkien bulkkisuus

8.2.3 Vetolujuus

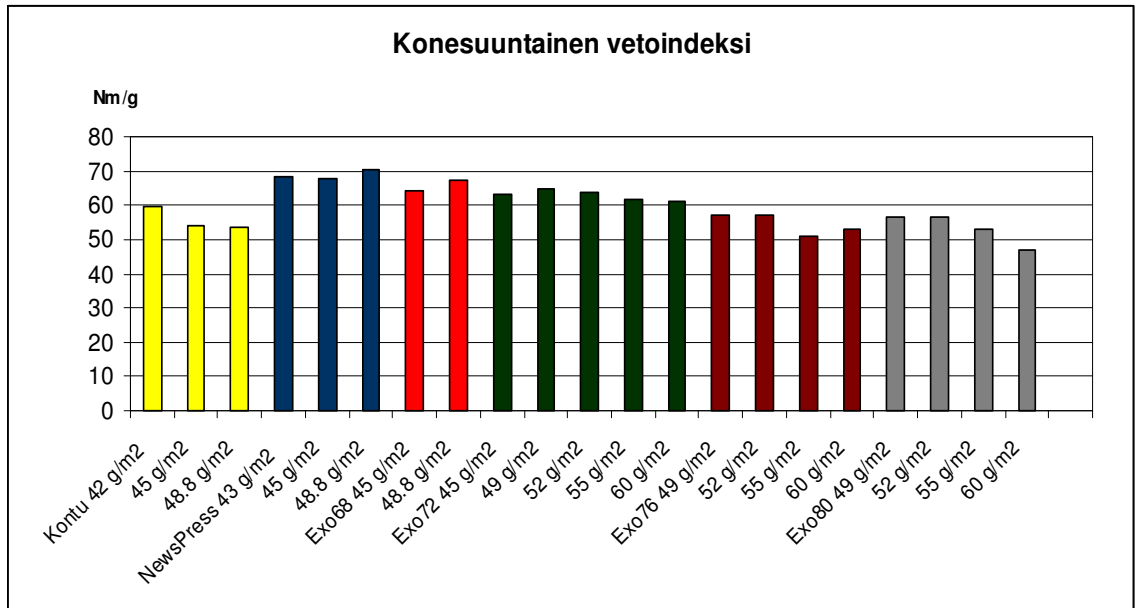
Kuvassa 16 on havainnollistettu testattavista papereista mitatut konesuuntaisen vetolujuuden arvot. Rotaatiopainopapereilla erittäin keskeinen lujuusominaisuus eli konesuuntainen vetolujuus kasvaa neliömassan kasvaessa, joka on pääsääntöisesti nähtävissä tuloksista; tosin jotkin yksittäiset arvot eivät noudata yleistä trendiä. ExoPress 80-laadun konesuuntainen vetolujuus jostakin syystä laskee neliömassan kasvaessa, suu-

rimmalla ja pienimmällä neliömassalla mitattiin samanlaiset konesuuntaisen vetolujuuden arvot. Kokonaisuutena alhaisimmat arvot mitattiin Kontupohjan papereista.



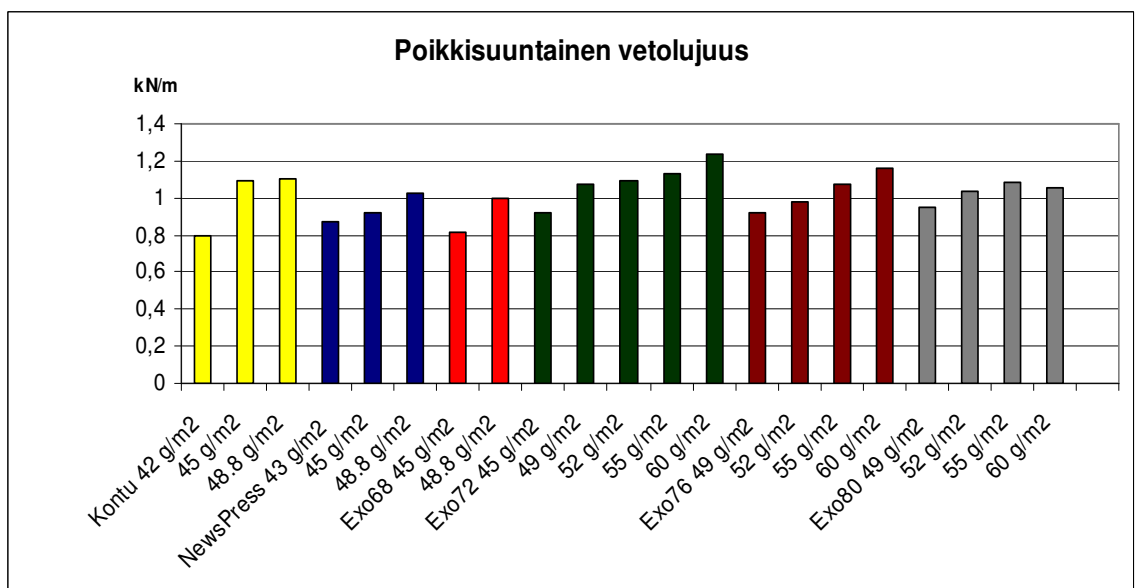
Kuva 16. Konesuuntaisen vetolujuuden mittaustulokset

Jakamalla konesuuntaisen vetolujuuden arvo testattavan arkin neliömassalla ja kertomalla se tuhannella saatiin laskettua vetoindeksi, joka havainnollistaa vetolujuutta paremmin puhdasta, neliömassasta riippumatonta paperin lujuutta. Lasketut konesuuntaisen vetoindeksin arvot ovat nähtävissä kuvassa 17. Vetoindeksi näyttäisi suurimmalla osalla papereista laskevan neliömassan kasvaessa: selkein korrelaatio on Exo-Press 72 -papereilla, joissa korkeimmilla neliömassoilla mitattiin suurimmat vetolujuudet, mutta laskennalliset indeksi-arvot ovat heikommät kuin esimerkiksi molemmilla Varkauden laaduilla. Suurin neliömassasta riippumaton lujuus laskettiin NewsPress -papereille.



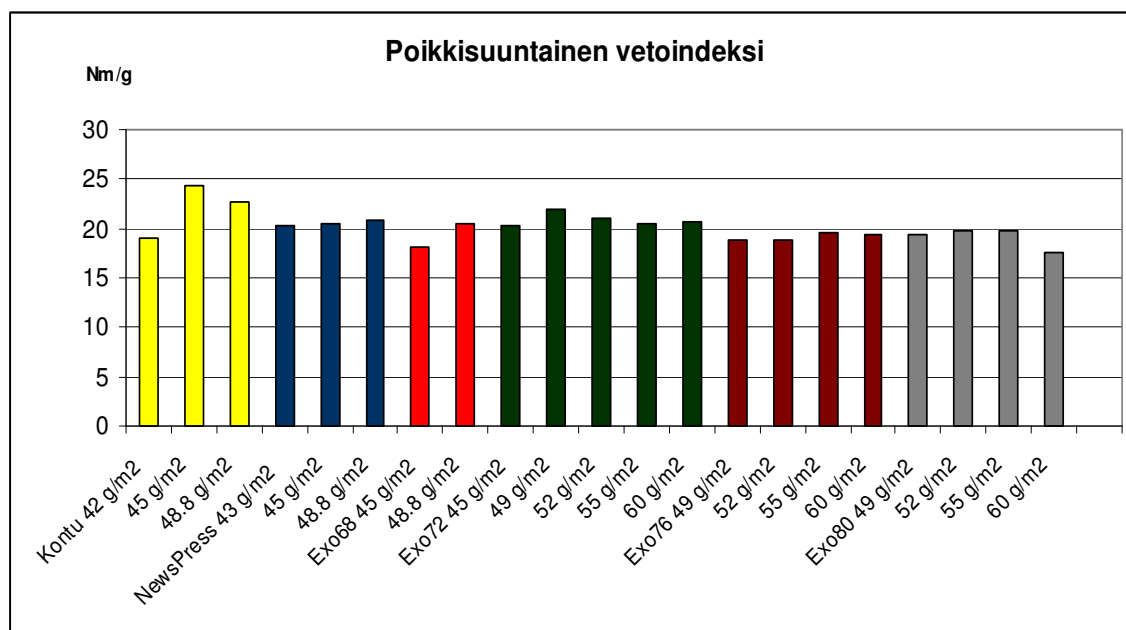
Kuva 17. Testiarkkien laskettu konesuuntainen vetoindeksi

Konesuuntaisen vetolujuuden lisäksi papereista mitattiin kuvassa 18 esitetyt poikkisuuntaisen vetolujuuden arvot. Poikkisuuntainen vetolujuus on papereilla konesuuntaista huomattavasti alhaisempi, mutta kasvaa konesuuntaisen vetolujuuden tavoin neliömassan kasvaessa. Mittaustulokset ovat pitkälti samansuuntaisia konesuuntaisen vetolujuuden kanssa. Ainoastaan Kontupohjan neliömassat 45 ja 48,8 g/m² saavuttivat yllättävän korkean arvon, joka on suhteessa konesuuntaiseen vetolujuuteen huomattavan paljon suurempi.



Kuva 18. Poikkisuuntaisen vetolujuuden mittaustulokset

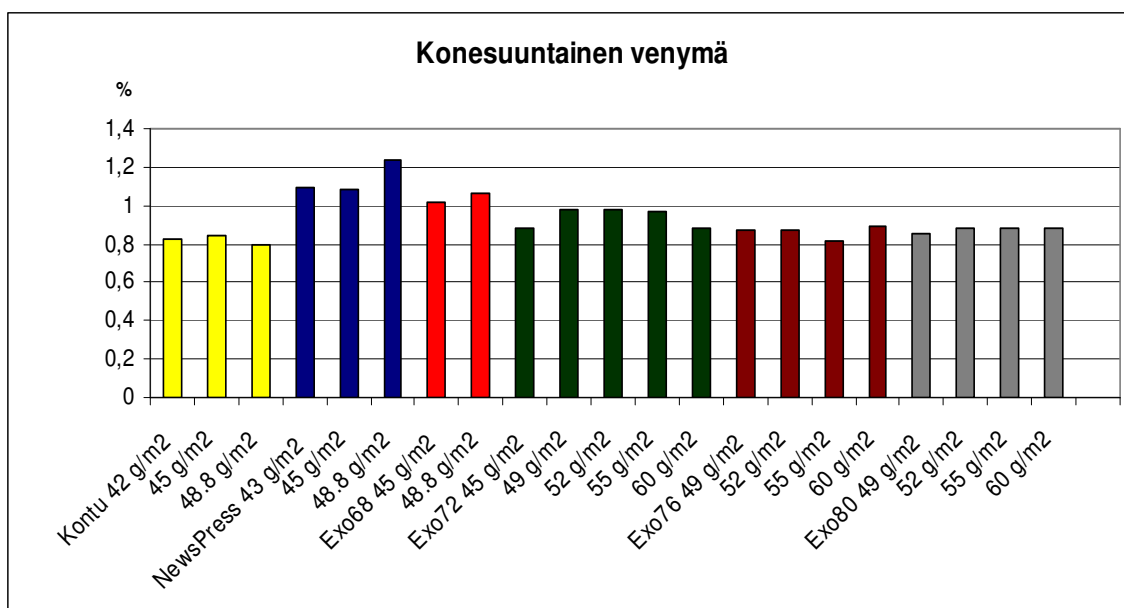
Myös poikkisuuntaiselle vetolujuudelle laskettiin vetoindeksi mitattujen vetolujuusarvojen avulla. Poikkisuuntaisessa vetoindeksissä neliömassan vaikutus ei ole havaittavissa samoin kuin konesuunnassa, vaan hajonta tulosten kesken on melko pientä neliömassasta riippumatta. Näin ollen kuvassa 19 esitetyt tulokset havainnollistavat onnistuneesti neliömassasta riippumatonta lujutta, kuten vetoindeksin kuuluukin. Paras konesuuntainen lujuus laskettiin Kontupohjan papereille neliömassoilla 43 ja 45 g/m².



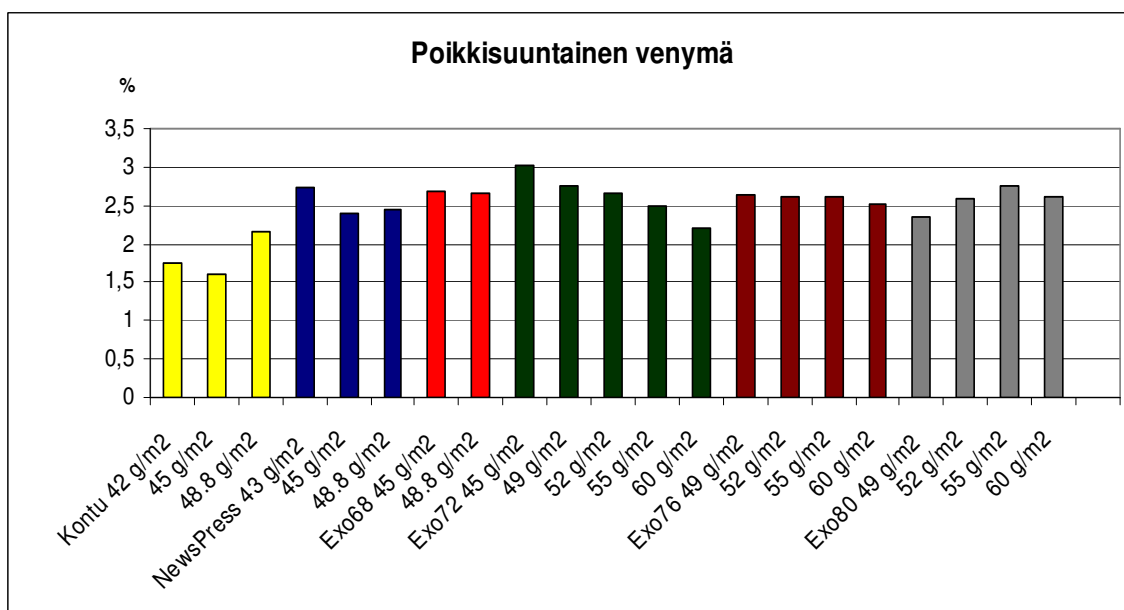
Kuva 19. Laskettu poikkisuuntainen vetoindeksi

8.2.4 Venymä

Korkea vetolujuus laskee usein venymää. Venymä on kuitenkin painopapereilla tärkeä ominaisuus, sillä painettaessa radan kireys vaihtelee, ja se vaatii paperilta kestävyyttä. Kuvassa 20 on esitetty konesuuntaisen ja kuvassa 21 poikkisuuntaisen venymän arvot. Selvästi pienin venymä niin kone- kuin poikkisuunnassa mitattiin Kontupohjan papereista, ja muiden paperien hajonta oli suurempaa. NewsPress-papereilla oli korkein konesuuntainen venymä kun taas poikkisuuntaisessa mittauksessa arvot olivat keskitasoa. Venymä pienenee neliömassan kasvaessa ainakin ExoPress 72:lla ja 76:lla, eli näiden laatujen osalta yhteys vetolujuuteen on nähtävissä selkeästi: vetolujuuden kasvaessa venymä pienenee.



Kuva 20. Konesuuntaisen venymän mittaustulokset



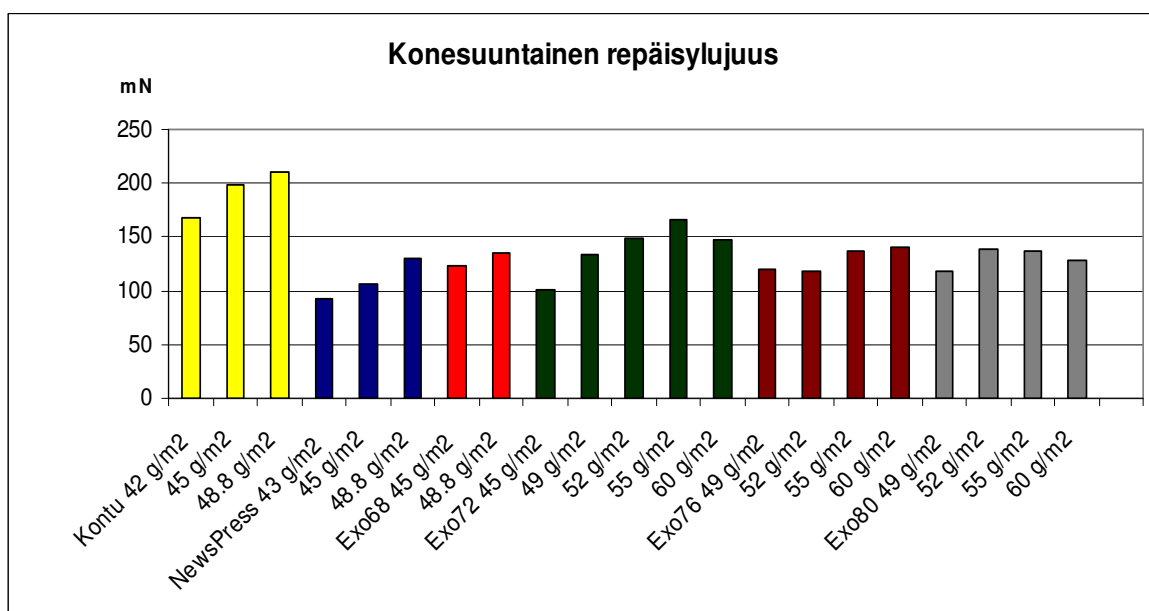
Kuva 21. Poikkisuuntaisen venymän mittaustulokset

8.2.5 Repäisylujuus

Paperin repäisylujuutta lisätään samoilla keinoilla kuin vetolujuutta eli orientoimalla pitkiä kuituja konesuuntaisesti. Kuvassa 22 on esitetty graafisesti konesuuntaisen repäisylujuuden mittaustulokset. Korkea poikkisuuntainen repäisylujuus on tärkeää ra-

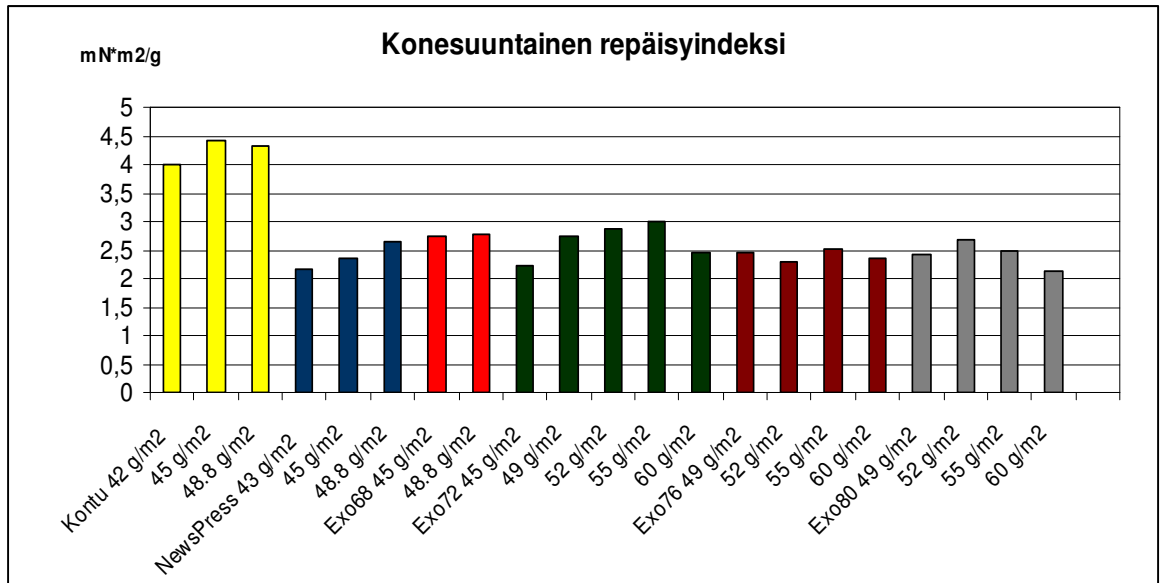
takatkojen ehkäisemisessä, jossa pienikin paperin vika voi aiheuttaa koko radan poikisuuntaisen repeämisen korkeissa ajonopeuksissa.

Korkeimmat konesuuntaisen repäisylujuuden arvot mitattiin Kontupohjan papereista, joiden lujuus oli muita papereita huomattavasti korkeampi. Neliömassa näyttäisi korreloivan ainakin osalla papereista repäisylujuuden kanssa. Ainoastaan ExoPress 76 ja 80 -papereilla hajonta eri neliömassojen kesken on melko suurta eikä yhteyttä näiden kahden ominaisuuden välille ole löydettävissä.



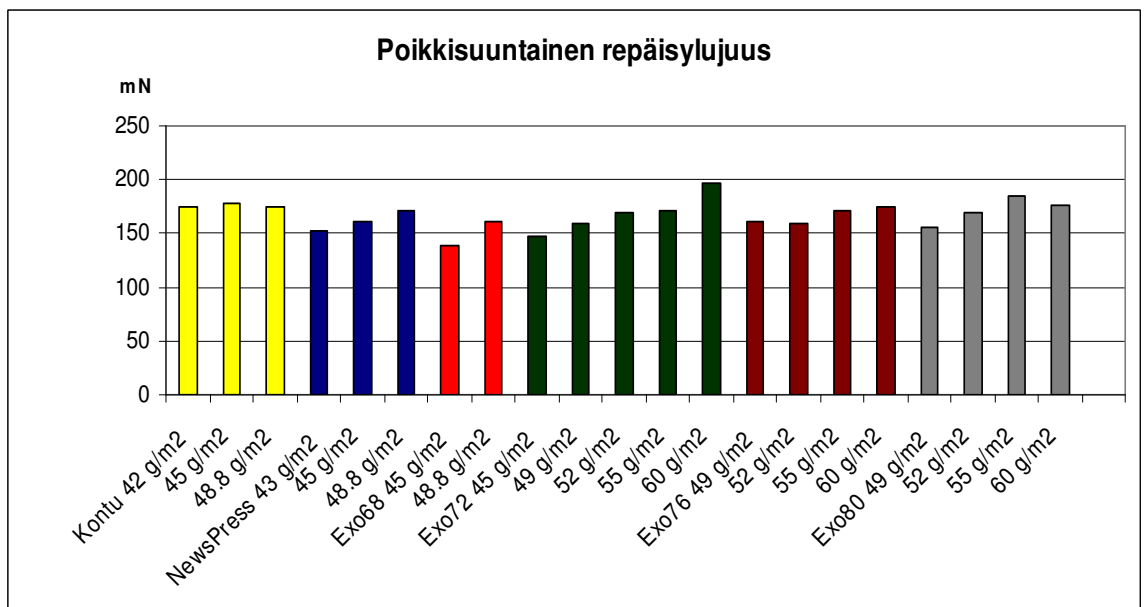
Kuva 22. Konesuuntaisen repäisylujuuden mittaustulokset

Suoritettujen repäisylujuuden mittausten lisäksi papereille laskettiin repäisyindeksi-arvot jakamalla saatu repäisylujuusarvo testiarkin neliömassalla. Konesuuntaisen repäisyindeksin arvot on esitetty kuvassa 23, ja pääsääntöisesti repäisyindeksi kasvaa neliömassan kasvaessa. Kontupohjan papereiden laskennallinen lujuus oli ylitse muiden, muilla papereilla hajonta oli melko pientä.



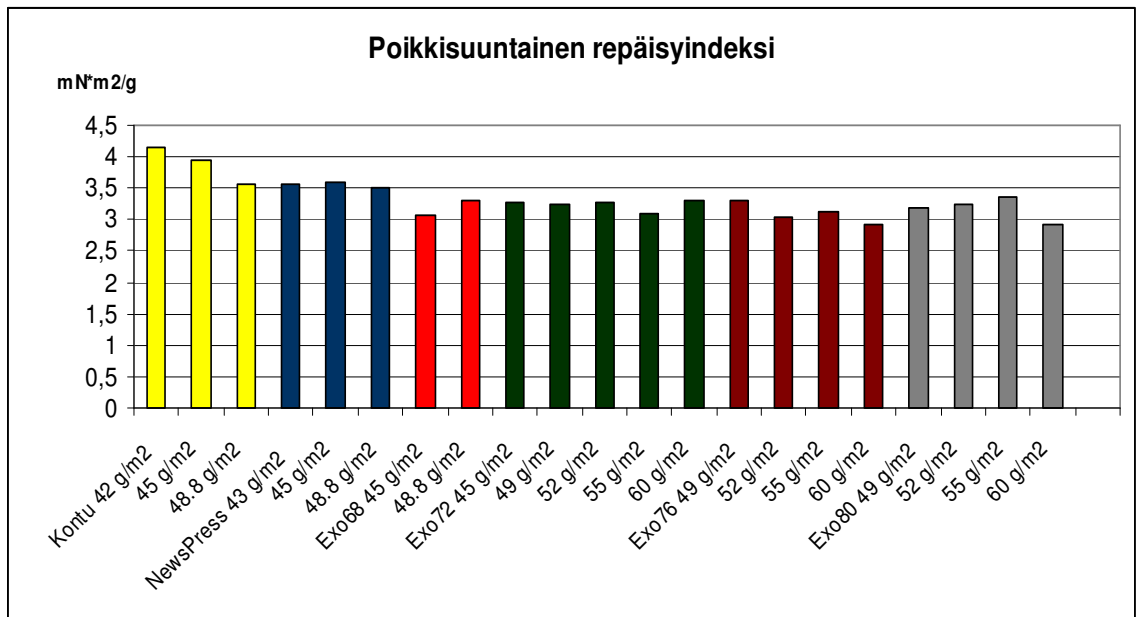
Kuva 23. Laskettu konesuuntainen repäisyindeksi

Kuvassa 24 nähdään painettaessa erityisen kriittisen poikkisuuntaisen repäisylujuuden arvot. Poikkisuuntainen repäisylujuus oli kaikilla papereilla oletetusti konesuuntaista korkeampi ja useimmilla papereilla repäisylujuus kasvoi neliömassan kasvaessa. Kriittisen poikkisuuntaisen repäisylujuuden mittauksissa mikään paperilaatu ei noussut selvästi ylitse muiden, ja korkein arvo mitattiin ExoPress 76 60 g/m²-paperista.



Kuva 24. Poikkisuuntaisen repäisylujuuden mittaustulokset

Kuvassa 25 nähdään lasketut poikkisuuntaiset repäisyindeksi-arvot. Arvot ovat neliömassasta riippumatta lähes kaikilla papereilla hyvin lähellä toisiaan. Ainut poikkeus ovat Kontupohjan paperit, joilla arvo pienenee samassa suhteessa neliömassan kanssa, mikä johtuu siitä, että mitatut poikkisuuntaisen repäisyyljuuden arvot olivat lähes samat kaikilla neliömassoilla. Erityisesti NewsPress-papereilla tulee selkeästi ilmi paperin puhdas lujuus, joka ei riipu neliömassasta, vaan arvot ovat kaikilla neliömassoilla melko vakiot.



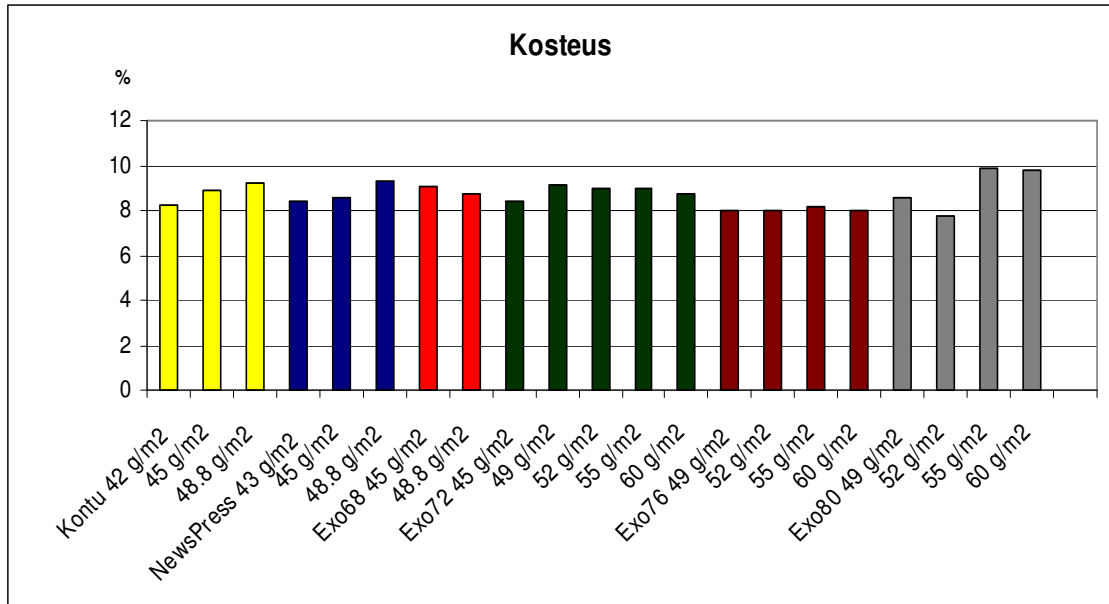
Kuva 25. Laskettu poikkisuuntainen repäisyindeksi

8.2.6 Kosteus

Kuvassa 26 esitetyt kosteusarvot ovat laboratoriomittaustulosten ja laskennallisten tulosten keskiarvoja. Laboratoriomittaustulokset on saatu digitaalisella kosteusmittarilla, mutta mittarin epäluotettavuuden vuoksi laskin papereiden kosteusarvot myös manuaalisesti käyttäen avuksi näytteiden massaa ennen ja jälkeen kuivatuksen. Liitteenä olevissa mittauspöytäkirjoissa kaksi ensimmäistä kosteuden mittaustulosta ovat mittarin antamia tuloksia, kaksi jälkimmäistä laskennallisia arvoja.

Kosteuden tulokset ovat kaikilla paperilaaduilla hyvin samanlaisia, eli merkittäviä eroja ei ole havaittavissa. Kaikkien paperien keskimääräinen kosteus oli hieman yli 8 pro-

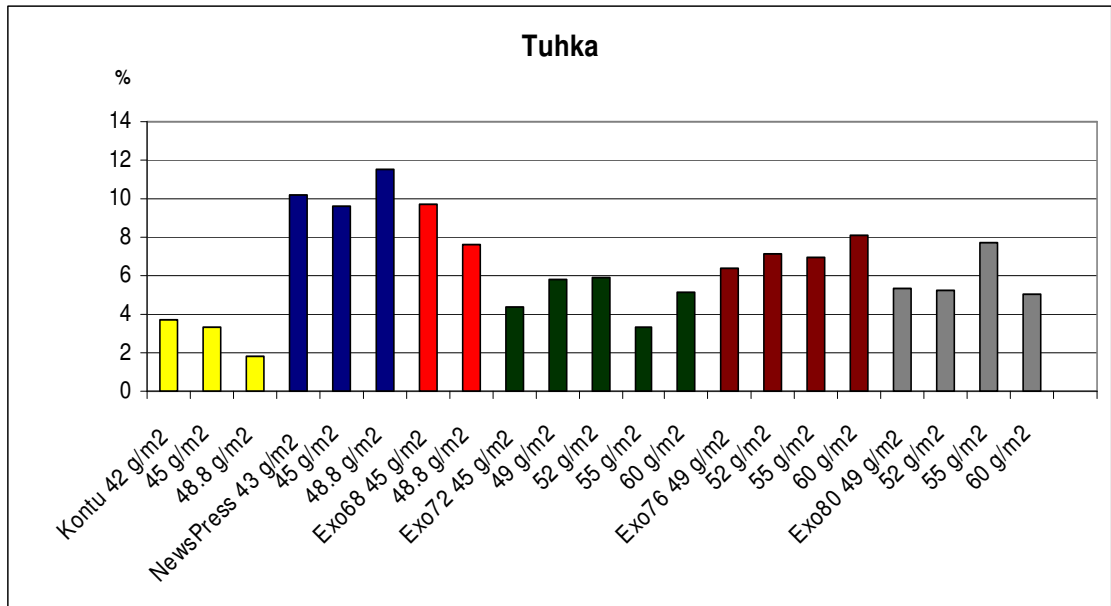
senttia; ainoastaan ExoPress 80 52 g/m² jäi alle tämän keskiarvon. Toisaalta taas saman paperilaadun kaksi korkeinta neliömassaa olivat kosteudeltaan suurimpia. Kaiken kaikkiaan alhaisimmat kosteudet saavutti ExoPress 76, jolla kosteuserot eri neliömassojen välillä olivat myös vähäisimmät.



Kuva 26. Testiarkkien kosteus

8.2.7 Tuhka

Näytteistä mitatut tuhkapitoisuudet ovat nähtävissä kuvassa 27. Erot eri paperilaatujen kesken ovat huomattavan suuria, ja myös saman paperilaadun eri neliömassojen kesken on havaittavissa usean prosenttiyksikön vaihtelua. Tuhkapitoisuuden mittaaminen hehkuttamalla on vaikea toistaa kerta toisensa jälkeen samanlaisena ja lisäksi joidenkin paperin komponenttien paino muuttuu hehkutuksen vuoksi, minkä vuoksi tuhkapitoisuuden arvoja voidaan pitää jotakuinkin kyseenalaisina. Suuntaa antavia ne kuitenkin ovat: oletettavasti Kontupohjan papereissa epäorgaanisen aineksen määrä on pienin kun taas NewsPress-papereilla suurin.



Kuva 27. Testiarkkien tuhkapitoisuudet

8.3 Paperiteknisistä mittauksista saatujen tulosten yhteenveto

Vaaleutta mitattaessa Anjalan tehtaan ExoPress 72, 76 ja 80 -laadut saavuttivat parhaat mittaustulokset ja hajonta eri neliömassojen kesken oli todella pientä. Vaaleudeltaan paras laatu oli ExoPress 76 neliömassalla 55g/m², ja kokonaisuutena parhaimmat mittaustulokset jakaantuivat ExoPress 76:n ja 80:n kesken. Vaaleudeltaan alhaisimpia papereita olivat NewsPress-laadun testiarkit, joissa vaaleuden kasvaessa neliömassa pieneni. Toiseksi alhaisimmat mittaustulokset saatiin Kontupohjan papereista, joissa, kuten myös NewsPress-papereissa, optisten vaalenteiden ja täyteaineiden määrä on pieni verrattuna vaaleudeltaan suurempiin ExoPress-laatuihin.

Suuri vaaleus pääsääntöisesti heikentää opasiteettiä. Opasiteetti kasvaa absorptio- ja valonsirontakerrointa kasvattamalla, mutta samalla absorptiokertoimen kasvaessa vaaleus heikkenee. Kokonaisuutena mittaustulokset noudattavat tätä sääntöä, mutta neliömassan vaikutus opasiteettiin on kiistaton, sillä ExoPress-laadut saavuttivat 60 gramman neliöpainoilla lähes vastaavia arvoja kuin NewsPress, josta mitattiin kaiken kaikkiaan parhaat arvot. Sironta- ja absorptiokertoimen mittaustulokset täydensivät käsitystä siitä, miten paperin eri ominaisuudet vaikuttavat toisiinsa.

Ajettavuuteen vaikuttavien paperitekhnisten ominaisuuksien mittaustulokset olivat suuntaa antavia ja johdonmukaisia ja antoivat hyödyllistä informaatiota painettavuusominaisuuksiltaan lupaavista paperilaaduista. Kokonaisuutena ajettavuusominaisuuksien mittauksista saadut arvot siis täydensivät painettavuuden mittauksista saatuja tuloksia.

8.4 Virhearviointi

Työssä suoritettujen manuaalisten laboratoriomittausten virhemarginaali on noin 4–7 %. Koska työssä käytetty mittausten otoskoko oli suhteellisen pieni, jokaisesta laadusta viisi tai kuusi testattavaa arkkia, mittausrvirheiden vaikutus tuloksiin on merkittävä. Mittausvirheitä pyritään minimoimaan kalibroimalla mittalaitteet esimerkiksi johonkin luonnonvakioon tai laitevalmistajan antamaan standardiin. Mittausvirheitä yritetään vähentää myös säännöllisellä mittalaitteiden huollolla, jonka lopuksi mittarit kalibroidaan.

Mittausvirheet voidaan jakaa karkeisiin, systemaattisiin ja satunnaisiin virheisiin. Mitta-asteikon väärin lukeminen, mittalaitteen toimintahäiriö tai mittaustulosten tallennuksessa tapahtuva virhe ovat karkeita virheitä. Ne on tässä työssä minimoitu moderneiden mittareiden ansiosta, jotka lukevat mittaustulokset automaattisesti ja laskevat hajonnat, joissa inhimillisen, mittaajan tekemän virheen mahdollisuus on todella pieni.

Käytetyt mittausrlaitteet ja mittausrmenetelmät aiheuttavat mahdollisen systemaattisen virheen, joka pysyy samana mittausta toistettaessa, joten sitä on vaikea huomata. Tällainen virhe syntyy esimerkiksi, jos mittari on viallinen ja näyttää tästä syystä jatkuvasti väärin. Systemaattisen virheen mahdollisuus tässä työssä on olemassa, jos käytetyt mittalaitteet on esimerkiksi kalibroitu väärin. Myös testiarkeista johtuvat systemaattiset virheet ovat mahdollisia, sillä ilmastoinnin puuttumisen vuoksi testattavien papereiden lähtökosteus ei oletettavasti ollut kaikilla papereilla sama. Tämä vaikuttaa erityisesti kosteusmittausten tuloksiin, joita ei voida tästä syystä pitää täysin luotettavina.

Satunnaiset virheet ovat mitattaessa aina mahdollisia, mutta niitä pystyttäisiin tehokkaasti vähentämään suurentamalla otoskoko huomattavasti, jolloin erisuuntaiset virheet kumoaisivat toisensa. Erityisesti tämän työn pieni otoskoko vaikutti karheuden, ilmanläpäisevyyden ja repäisylujuuden mittaustuloksiin, joissa mitattujen tulosten hajonta oli joillakin papereilla hyvinkin suurta.

8.5 Koepainatukset

Koepainatukset suoritettiin alla luetelluille viidelle Lehtikannan käytössä olevalle paperilaadulle, joista kaikille oli suoritettu ennen painatuksia paperitekniset mittaukset.

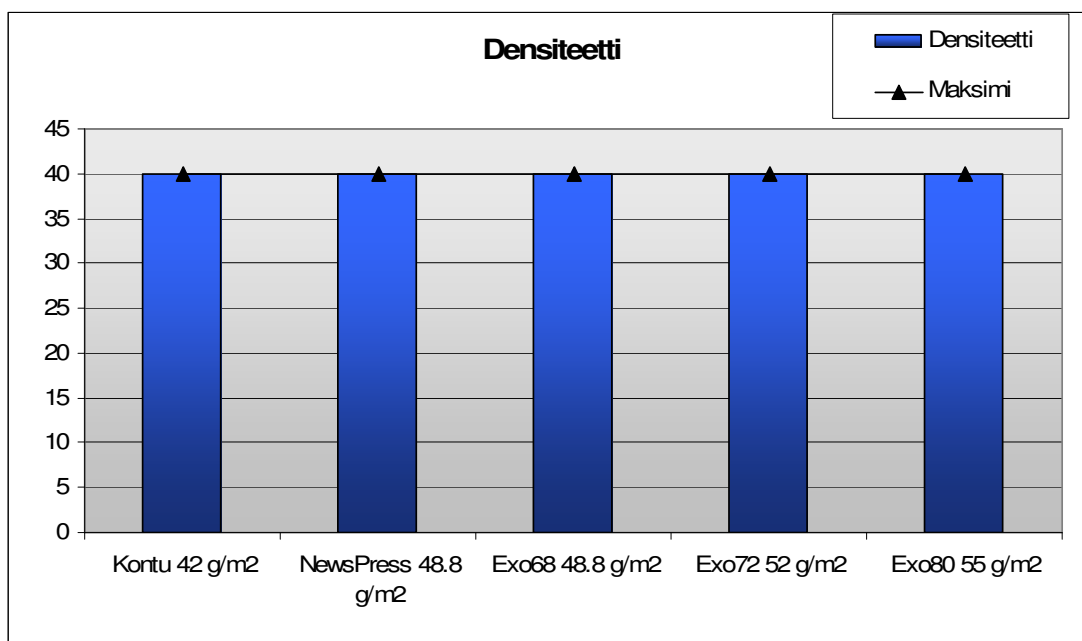
- Kontupohjan 42 g/m² Standard Newsprint
- Varkauden 48,8 g/m² NewsPress
- Varkauden 48,8 g/m² ExoPress 68
- Anjalan 52 g/m² ExoPress 72
- Anjalan 55 g/m² ExoPress 80.

Painettava testisivu oli joka paperilaadulla sama, ja painetusta sivusta tutkittaviksi ominaisuuksiksi määriteltiin densiteetti, pisteenkasvu, väripoikkeama, väriala ja kro-maattisuus, jotka mitattiin spektrofotometrillä. Mittausten lisäksi arvioin painetuista testiarkeista silmämääräisesti läpipainatusta, värien kirkkautta sekä kuvien terävyyttä ja selkeyttä.

Spektrofotometrillä mitatut tulokset on seuraavassa esitetty pisteinä, jotka koepainetut paperilaadut mittauksissa saavuttivat. Pisteet perustuvat Sanomalehtien liiton järjestämään sanomalehtipainatuksen nelivärikilpailuun, joka määrittää tavoitearvot mitattaville ominaisuuksille. Mitä lähemmäksi tavoitearvoa painettava paperi pääsee, sitä enemmän se saa pisteitä. Arvot ovat paperilaadusta riippumatta samat, ja pisteet annetaan värikohtaisesti CMYK-värien mukaan. Kuvissa esitetyt pistemäärät ovat kokonaispisteitä, joissa ovat siis mukana kaikkien värien saamat pisteet. Pisteiden käyttäminen helpottaa papereiden keskinäistä arviointia, minkä vuoksi se valittiin vertailuperusteeksi. Koepainatusten tarkat mittaustulokset ovat liitteessä 3.

8.5.1 Densiteetti

Koepainetuista papereista mitattiin erinomaiset densiteetit, sillä kaikki testattavat paperit saivat maksimaaliset 40 pistettä värin tummuudesta, kuten kuva 28 osoittaa. Käytännössä painettu väripinta on kaikilla mitatuilla papereilla tasainen ja näin ollen suuri osa paperiin kohdistuvasta valosta absorboituu painovärin ominaisuuksien mukaisesti. Densiteettiin vaikuttaa painovärin ominaisuuksien ja määrän sekä painonipin puristuksen lisäksi paperin absorptio-ominaisuudet, jotka esimerkiksi ilmanläpäisevyyden mittauksissa heikkenivät neliömassan kasvaessa. Neliömassalla ei kuitenkaan näyttäisi olevan vaikutusta näissä densiteetin tuloksissa, vaan paperit saivat identtiset pisteet riippumatta neliömassasta.

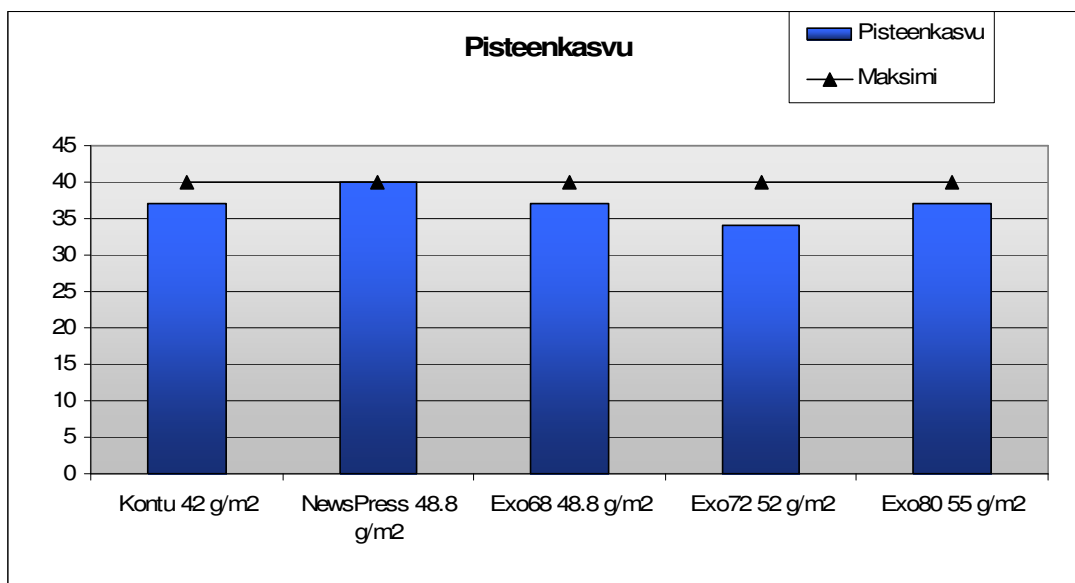


Kuva 28. Koepainettujen paperilaatujen densiteetistä saavuttamat pisteet

8.5.2 Pisteenkasvu

Pisteenkasvua tutkittaessa parhaiten menestyi 48,8 g/m² Varkauden NewsPress, joka sai täydet 40 pistettä vähäisimmästä pisteenkasvusta. Kuvassa 29 on nähtävissä, että eniten pisteenkasvua oli 52 g/m² ExoPress 72-laadulla muiden laatujen sijoittuessa tasan näiden kahden väliin. Kokonaisuutena hajonta eri laatujen kesken oli kuitenkin vähäistä, mikä todennäköisesti johtuu siitä, että sanomalehtipaperit ovat kaikki

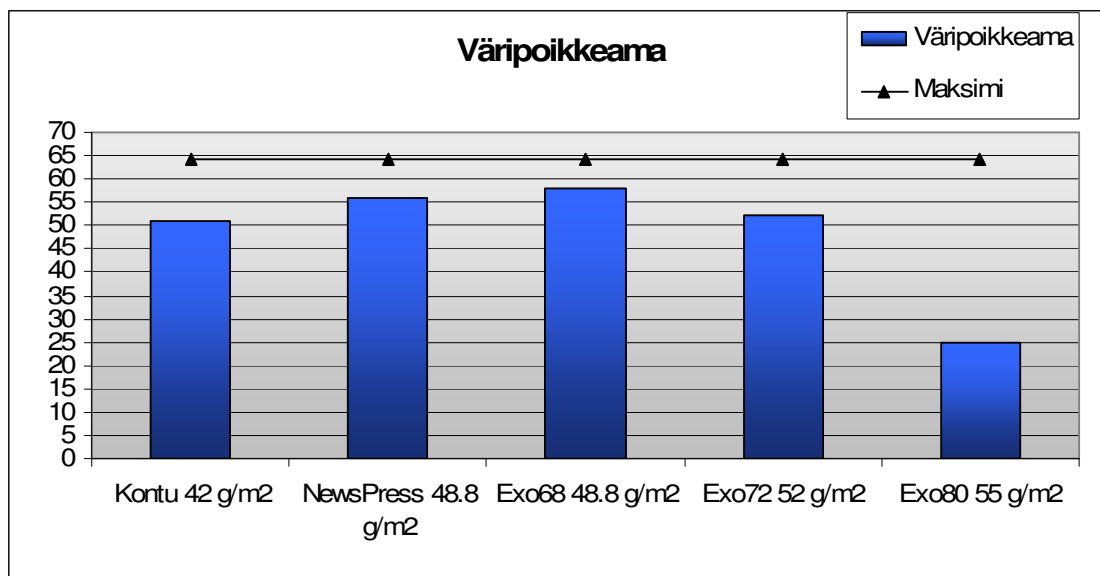
päällystämättömiä paperilaatuja ja pinnan ominaisuudet vaikuttavat merkittävästi pisteenkasvuun. Korkean opasiteetin tulisi myös parantaa pisteenkasvua, mikä toteutuu ainakin NewsPress-laadulla, josta mitattiin koepainetuista laaduista paras opasiteetti. Pisteenkasvuun vaikuttavat painoprosessissa paperin lisäksi lukuisat muut tekijät, kuten paperi, kumisylinteri, painolevyt, kostutusvedet ja painovärit, jotka kaikki voivat aiheuttaa muutoksia rasteripisteissä.



Kuva 29. Pisteenkasvulle annetut pisteet koepainetuissa papereissa

8.5.3 Väripoikkeama

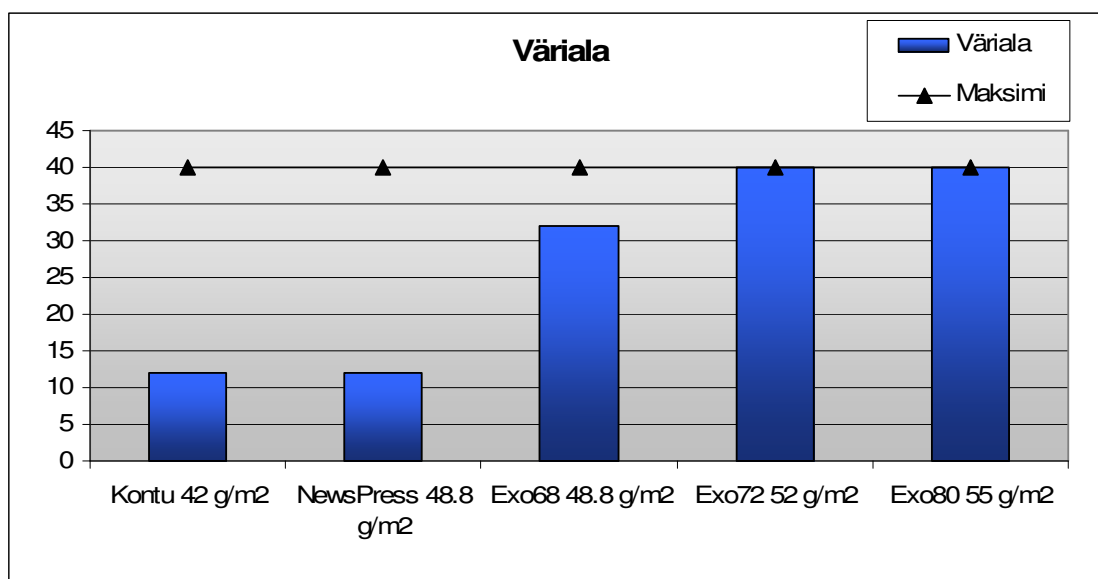
Kuvassa 30 on esitetty väripoikkeaman tulokset, joissa tavoitearvo on 64 pistettä. Väripoikkeama kertoo sen, kuinka hyvä painojälki lopulta saavutetaan vertaamalla määritettyyn standardiin. Selvästi alle määriteltyjen tavoitearvojen väripoikkeamaa tutkittaessa jäi 55 g/m² ExoPress 80, jonka saavuttamat pisteet jäivät alle puoleen muiden laatuojen vastaavista. Kokonaisuutena parhaat pisteet väripoikkeaman mittauksessa sai 48,8 g/m² ExoPress 68, ja muut laadut sijoittuivat hyvin tasaisesti tämän perään lukuun ottamatta ExoPress 80:tä.



Kuva 30. Väripoikkeamasta annetut pisteet

8.5.4 Värialala

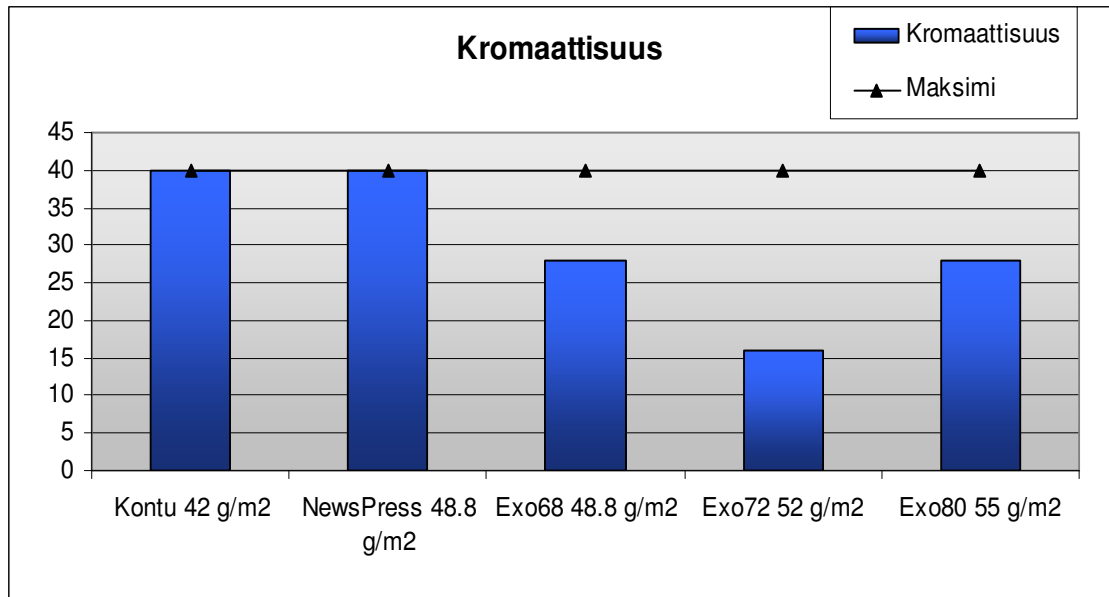
Värialalla tarkoitetaan aluetta, joka väreillä pystytään koko väriavaruudesta peittämään. Kuvassa 31 esitetyistä tuloksista käy ilmi, että vaaleilla papereilla värialala kasvaa ollen huomattavasti suurempi kuin Varkauden ja Kontupohjan perussanomalehtipapereilla. Mitä alhaisempi paperin vaaleus on, sitä enemmän se absorboi tulevaa valoa ja heikentää värikylläisyyttä. Värialan mittauksissa maksimaaliset pisteet saavutti kaksi vaaleudeltaan suurinta paperilaatua: 55 g/m² ExoPress 80 ja 52 g/m² ExoPress 72. Vastaavasti 55 g/m² ExoPress 80 -laadulla oli kuitenkin suurin väripoikkeama.



Kuva 31. Koepainetuille papereille värialaista annettut pisteet

8.5.5 Kromaattisuus

Väriala tutkittaessa heikoiten menestyneet paperit Kontupohjasta ja Varkaudesta saivat vastaavasti kromaattisuuden mittauksista maksimaaliset pisteet, mikä on nähtävissä kuvassa 32. Huonoimmat kromaattisuuden arvot mitattiin 52 g/m² ExoPress 72 -laadusta, josta mitattiin myös suurinta pisteenkasvua. Kromaattisuutta tutkittaessa kolmiväriharmaa pyritään ajamaan samansävyiseksi neutraaliharmaan kanssa, ja tuloksista käy ilmi, että paras mahdollinen arvo kromaattisuudelle testattiin Kontupohjan papereista sekä Varkauden NewsPressistä. Näin ollen voidaan päätellä, että alhainen vaaleus parantaa kromaattisuusarvoa, ja korkeampi vaaleus vastaavasti huonontaa sitä.



Kuva 32. Koepainettujen papereiden kromaattisuus

8.5.6 Silmämääräinen arvio painetuista paperilaaduista.

Ero vaaleiden ja vähemmän vaalenteita sisältävien papereiden välillä oli erittäin selkeästi nähtävissä heti ensivilkaisulla, Kontupohjan 42 g/m² sekä Varkauden NewsPress taittoivat sävyltään rusehtavankellertävään hyvin vaalean ExoPress 80-laadun rinnalla. Kontupohjan paperi oli kuitenkin selkeästi kellertävin, formaatio oli selkeästi nähtävillä ja pienen neliömassan vuoksi läpipainatus etenkin tummien värien kohdalla oli huomattavaa. Silmämääräisesti arvioituna korkeimman opasiteetti-arvon paperiteknisissä mittauksissa saavuttanut NewsPress -paperi painatti kaikista laaduista oletetusti vähiten läpi, mutta läpipainatus oli vähäistä myös 48,8 g/m² ExoPress 68:lla.

Vaaleilla papereilla sävyntoisto ja värien kirkkaus olivat huomattavasti paremmat kuin kellertävämmillä papereilla. Vaalea paperi antoi paremman kontrastin ja värit pääsivät paremmin esiin. Erityisesti tämä tuli esiin paljon erilaisia ja kirkkaita värejä sisältävissä kuvissa, mutta myös mustavalkoiset kuvat toistuivat paremmin vaalealla paperilla. Vähemmän vaalealla paperilla kuvat taittoivat samaan keltaiseen ja rusehtavaan kuin paperi itse, vaikka kaiken kaikkiaan kaikista testattavista papereista värit erottuivat hyvin. Ainoa ero oli värien kirkkaudessa, mihin pohjapaperin vaaleus ilmiselvästi vaikuttaa.

Kokonaisuutena 48,8 g/m² ExoPress 68 -paperille painetun testiarkin kuvat olivat silmämääräisesti arvioiden epätarkimpia, mutta muiden papereiden välille oli todella vaikea tehdä ratkaisevaa eroa. Missään paperissa ei ollut myöskään häiritsevää kiiltoa, ja kaikkien papereiden luettavuus oli hyvä.

9 VIIDEN KOEPAINETUN PAPERIN TULOSTEN TARKASTELU JA PÄÄTELMÄT

Koepainetuista laaduista Kontupohjan 42 g/m² menestyi kokonaisuutena toiseksi heikoin, jos lukuun otetaan kaikki koepainatuksen pisteytykseen vaikuttaneet osatekijät. Silmämääräisesti tarkasteltuna läpipainatus oli tällä paperilla suurinta ja formaatio selkeästi nähtävissä. Mittauksissa tästä paperista mitattiin viidestä koepainetusta laadusta heikoin opasiteetti ja suhteellisen alhainen vaaleus, kun taas kiilto ja sileys olivat näistä viidestä korkeimmat. Ilmanläpäisevyyttä ja huokoisuutta kuvaava tulos oli kaikkia muita papereita niin räikeästi korkeampi, että kyseessä voidaan olettaa olevan mittausrvirhe. Suuntaa-antavana saavutettuja tuloksia voidaan kuitenkin pitää, sillä etenkin silmämääräisesti arvioituna läpipainatus oli huomattavaa, mikä kertoo suuresta huokoisuudesta ja värin imeytymisestä. Myös mitattu densiteetti oli paras mahdollinen, mikä myös puoltaa paperin absorptio-ominaisuuksia.

Mitatut vetolujuudet tällä Kontupohjan paperilla olivat melko alhaiset, mutta repäisyjuuus niin kone- kuin kriittisessä poikkisuunnassakin oli hyvä. Tälle paperille laskettiin painetuista testilaaduista paras bulkki, mikä parantaa repäisyjuuutta, mutta sen pitäisi kasvattaa myös opasiteettia. Tälle paperille mitattiin kuitenkin koepainetuista laaduista heikoin opasiteetti, mikä on ristiriidassa muiden saavutettujen tulosten kanssa. Syynä tähän on todennäköisesti se, että tämän paperin bulkki on todellisuudessa hieman laskettua arvoa matalampi, sillä paksuusmittauksissa Kontupohjan testiarkkien kesken hajonta oli suurempaa kuin muilla papereilla. Epätarkkuus paksuusmittauksessa vaikuttaa laskettavaan tiheysarvoon, jossa neliömassa jaetaan paksuudella, ja tätä kautta luonnollisesti myös tiheyden käänteisarvoon eli bulkkiin. Kokonaisuutena tämän paperin mittaustulokset erityisesti ajettavuusominaisuuksilta kuitenkin puoltavat sen asemaa bulkkisena, laajaan levikkiin soveltuvana peruspaperina.

Varkauden NewsPress 48,8 g/m² saavutti painatuksessa kokonaisuutena toiseksi parhaat pisteet. Erityisesti pisteenkasvun vähydessä sekä kromaattisuutta tutkittaessa se oli muita papereita parempi. Väriala eli erilaisten sävyjen toisto ja niiden kattavuus oli tällä paperilla kuitenkin alhainen vaaleampiin papereihin verrattaessa. Tästä paperista mitattiin laboratoriomittauksissa koepainetuista papereista paras opasiteetti ja Kubelka-Munkin teorian mukaisesti alhaisin vaaleus. Bulkki tällä tuotteella oli hyvä, ja mitatuista voimavenymäominaisuuksista erityisesti vetolujuus ja venymä sekä kone- että poikkisuunnassa olivat papereiden saavuttamia arvoja vertailtaessa korkeimmat. Koepainetuista laaduista tämä oli Kontupohjan paperin lisäksi toinen niin kutsutuista perussanomalehtipapereista, ja kokonaisuutena se saavutti niin painettavuudessa kuin ajettavuudessaakin paremman tuloksen kuin Kontupohjan paperi. Toki täytyy ottaa huomioon ero papereiden neliömassoissa, joka vaikuttaa huomattavasti papereiden ominaisuuksiin ja saavutettuihin tuloksiin.

Koepainatuksissa kokonaisuutena parhaiten menestyi 48,8 g/m² ExoPress 68, joka sai korkeimmat pisteet. Kuitenkin silmämääräisesti arvioituna kuvien terävyys oli arvioituista papereista yllättävästi heikointa. Vaaleutta tutkittaessa tämä paperi sijoittui viiden koepainetun paperin joukossa keskikastiin, ja myös opasiteetti oli melko korkea, mikä vaikutti melko vähäiseen läpipainatukseen. Repäisyjuuden mittauksissa ExoPress 68 -paperista mitattiin huonoimmat arvot, mutta etenkin poikkisuuntaisen repäisyjuuden mittaustuloksissa oli suurta hajontaa, jolloin kyseessä todennäköisesti on mittausvirhe. Vetolujuutta ja erityisesti venymää mitattaessa tämän paperin saavuttamat arvot olivat keskimääräistä parempia, joten hyvän painatustuloksen lisäksi tämän paperin ajettavuusominaisuudet ovat erinomaiset. Verrattaessa tätä paperia Varkauden tehtaan neliömassaltaan vastaavaan NewsPressiin ajettavuusominaisuudet olivat lähes vastaavat, mutta painatustulos oli astetta parempi.

52 g/m² ExoPress 72 oli ilmanläpäisevyydeltään, kiilloiltaan ja sileydeltään keskimääräistä parempi. Mitattu vaaleus oli viidestä koepainetusta paperista suurin ja opasiteettikin oli melko hyvä. Voimavenymäominaisuudet olivat sekä kone- että poikkisuunnassa suhteellisen hyvät, ja erityisesti poikkisuuntainen vetolujuus oli korkea. Koepainatuksissa tämä paperi sai kolmanneksi parhaimmat pisteet, mutta sen saavuttama kokonaispistemäärää heikensi oleellisesti kromaattisuudesta saadut alhaiset pisteet. Muilla osa-alueilla tämä paperi menestyi huomattavasti paremmin.

Koepainetuista laaduista neliömassaltaan suurin Anjalan tehtaiden 55 g/m² ExoPress 80 sai koepainatuksissa kokonaisuutena alhaisimmat pisteet suuren väripoikkeaman vuoksi. Väriala vastaavasti oli muita papereita parempi suuren vaaleuden ansiosta. Vaaleuden vuoksi, Kubelka-Munkin teoriaa mukailleen, siitä mitattiin oletetusti alhainen opasiteetti. Rotaatiopainatuksessa kriittiset poikkisuuntaiset lujuusominaisuudet olivat viittä paperia vertailtaessa parhaimmat niin venymässä kuin repäisy- ja vetolujuudessa, ja myös konesuunnassa tulokset olivat hyvät. Bulkki oli kaikista laaduista alhaisin. Kosteusmittauksia voidaan tässä työssä pitää kyseenalaisina, mutta painetuista papereista tästä laadusta mitattiin korkein, lähes 10 prosentin kosteus muiden jäädessä keskimäärin alle 9 prosentin.

10 YHTEENVETO

Kokonaisuutena selvästi parasta laatua on vaikea määrittää, sillä ajettavuuden ollessa hyvä optiset ominaisuudet ja painatustulos pääsääntöisesti heikkenevät. Neliömassojen hajonta oli koepainetuissa laaduissa suuri, 42–55 g/m², mikä vaikeuttaa papereiden keskinäistä vertailua, sillä neliömassan vaikutus niin painettavuus- ja ajettavuusominaisuuksiin on kiistaton. Tämän todistivat lukuisat laboratoriomittaukset, joissa neliömassa korreloi useiden papereiden ominaisuuksien kanssa.

Kokonaisuutena työtä voidaan kuitenkin pitää onnistuneena, sillä erityisesti koepainetuista papereista saatiin paljon hyödyllistä informaatiota. Lisäksi niiden laatujen, joita ei koepainatettu, paperitekniset mittaukset antoivat hyvät pohjatiedot kustakin paperilaadusta. Kaiken kaikkiaan korrelaatiota eri paperiteknisten ominaisuuksien ja painatustulosten kesken löytyi, ja saavutetut tulokset olivat ennako-odotusten kaltaiset. Tutkimusta olisi mielenkiintoista jatkaa koepainamalla uusia sanomalehtipaperilaatuja, joita Lehtikanta Oy:llä ei ole käytössään, mutta jotka saavuttivat lupaavia tuloksia painojälkeä mitattaessa.

LÄHTEET

1. www.sanoma.com → Konzerni [viitattu 12.5.2009].
2. www.sanomapaino.fi → Palvelulupaus [viitattu 12.5.2009].
3. www.sanomapaino.fi → Ympäristöarvot [viitattu 12.5.2009].
4. Rossi, Vesa. Sähköposti 7.12.2009.
5. <http://www.storaenso.com/about-us/mills/finland/anjala-mill/Pages/welcome-to-anjala-mill.aspx> [viitattu 12.5.2009].
6. <http://www.storaenso.com/about-us/mills/finland/varkaus-mill/facts/Pages/key-facts-of-varkaus-mill.aspx> [viitattu 12.5.2009].
7. http://www.storaenso.com/about-us/capacities/Documents/NBP_2009.pdf [viitattu 12.5.2009].
8. <http://home.onego.ru/~avangard/> [viitattu 6.10.2009].
9. <http://www.flintgrp.fi/> [viitattu 6.10.2009].
10. <http://www.kba-print.de/de/unternehmen.html> [viitattu 6.10.2009].
11. Häggblom-Ahnger, Ulla. 2003. Paperin ja kartongin valmistus, 3. tarkistettu painos. Jyväskylä: Gummerus kirjapaino Oy.
12. <http://www.storaenso.com/products/publicationpapers/greencategory/Documents/newspress.pdf> [viitattu 8.10.2009].
13. <http://www.storaenso.com/products/publicationpapers/purplecategory/Documents/exopress-64-68-70-cswo.pdf> [viitattu 8.10.2009].
14. <http://www.storaenso.com/products/publicationpapers/purplecategory/Documents/exopress-72-76-80-cswo.pdf> [viitattu 8.10.2009].
15. Kaivonen, Satu. Sähköposti 25.11.2009.
16. Seppälä, Markku J. 2004. Paperin ja kartongin jalostus, 2. uudistettu painos. Jyväskylä: Gummerus Kirjapaino Oy.
17. www.volantis.fi/sivut/color-theory.html [viitattu 8.12.2009].
18. Koskinen, Pertti ja Inforviestintä Oy. 2001. Hyvä! painotuote. Hämeenlinna: Karisto Oy.
19. Seppälä, Markku J. (toim.). 2002. Paperin ja kartongin jalostus, 1-1 painos. Saarijärvi: Gummerus Kirjapaino Oy.

MITTAUSPÖYTÄKIRJA								
PAPERINÄYTE Kontupohja 42 g/m ²								
Suure	Yksikkö	1	2	3	4	5	6	x
Paksuus	µm	69,00	69,00	67,00	68,00	68,00	69,00	68,33
Paino	g	2,60	2,50	2,60	2,60	2,60	2,60	2,58
Neliömassa	g/m ²	42,00	42,00	42,00	42,00	42,00	42,00	42,00
Tiheys	kg/m ³	60,87	60,87	62,69	61,76	61,76	60,87	61,47
Bulkki	cm ³ /g	1,64	1,64	1,60	1,62	1,62	1,64	1,63
Tuhka	%	5,08	2,39					3,74
Kosteus	%	7,55	8,92					8,24
Vetolujuus, md	kN/m	2,71	2,38	2,55	2,67	2,60	2,15	2,51
Vetoindeksi, md	Nm/g	64,55	56,60	60,67	63,57	61,83	51,17	59,73
Venymä, md	%	0,88	0,79	0,82	0,91	0,84	0,69	0,82
TEA, md	J/m ²	13,70	10,88	11,91	14,07	12,56	8,25	11,89
Vetolujuus, cd	kN/m	0,81	0,67	0,85	0,84	0,82	0,81	0,80
Vetoindeksi, cd	Nm/g	19,19	15,89	20,16	19,96	19,57	19,19	18,99
Venymä, cd	%	1,78	1,39	1,94	1,87	1,69	1,80	1,75
TEA, cd	J/m ²	8,20	4,88	9,71	9,20	7,95	8,30	8,04
Repäisylujuus, md	mN	124,00	157,00	130,00	179,00	155,00	265,00	168,33
Repäisyindeksi, md	mNm ² /g	2,95	3,74	3,10	4,26	3,69	6,31	4,01
Repäisylujuus, cd	mN	182,00	170,00	182,00	162,00	175,00	172,00	173,83
Repäisyindeksi, cd	mNm ² /g	4,33	4,05	4,33	3,86	4,17	4,10	4,14
Karheus	ml/min	177,00	167,00	176,00	194,00	192,00	264,00	195,00
Ilmanläpäisevyys	ml/min	355,00	386,00	381,00	351,00	368,00	417,00	376,33
Kiilto		9,00	9,10	10,60	9,40	10,00	9,20	9,55
Sileys µm	0,5 Mpa	4,54	4,56	4,53	5,01	5,12	5,50	4,88
	1 Mpa	3,76	3,71	3,53	4,11	4,36	4,24	3,95
	2 Mpa	2,92	2,74	2,73	2,99	3,08	3,09	2,93
Vaaleus	%	85,12						85,12
Opasiteetti	%	92,05						92,05
Sirontakerroin		53,16						53,16
Absorptiokerroin		4,50						4,50

MITTAUSPÖYTÄKIRJA								
PAPERINÄYTE Kontupohja 45 g/m ²								
Suure	Yksikkö	1	2	3	4	5	6	x
Paksuus	µm	72,00	73,00	72,00	73,00	72,00	72,00	72,33
Paino	g	2,80	2,80	2,80	2,80	2,80	2,80	2,80
Neliömassa	g/m ²	45,00	45,00	45,00	45,00	45,00	45,00	45,00
Tiheys	kg/m ³	62,50	61,64	62,50	61,64	62,50	62,50	62,21
Bulkki	cm ³ /g	1,60	1,62	1,60	1,62	1,60	1,60	1,61
Tuhka	%	2,28	4,39					3,34
Kosteus	%	10,27	7,84	9,70	7,78			8,90
Vetolujuus, md	kN/m	2,08	2,72	2,57	2,50	2,30	2,45	2,44
Vetoindeksi, md	Nm/g	46,31	60,42	57,16	55,53	51,20	54,44	54,18
Venymä, md	%	0,65	1,03	0,90	0,87	0,78	0,81	0,84
TEA, md	J/m ²	7,51	16,47	13,27	12,37	1,03	11,19	10,31
Vetolujuus, cd	kN/m	1,03	1,22	1,03	1,03	1,07	1,16	1,09
Vetoindeksi, cd	Nm/g	22,80	27,13	22,98	22,98	23,87	25,87	24,27
Venymä, cd	%	1,40	1,95	1,44	1,39	1,57	1,85	1,60
TEA, cd	J/m ²	8,37	15,14	8,90	8,53	10,30	13,33	10,76
Repäisylujuus, md	mN	246,00	188,00	193,00	173,00	173,00	219,00	198,67
Repäisyindeksi, md	mNm ² /g	5,47	4,18	4,29	3,84	3,84	4,87	4,41
Repäisylujuus, cd	mN	184,00	179,00	175,00	179,00	168,00	184,00	178,17
Repäisyindeksi, cd	mNm ² /g	4,09	3,98	3,89	3,98	3,73	4,09	3,96
Karheus	ml/min	136,00	183,00	165,00	154,00	143,00	184,00	160,83
Ilmanläpäisevyys	ml/min	254,00	251,00	256,00	261,00	249,00	301,00	262,00
Kiilto		12,90	11,60	10,60	11,50	11,30	10,30	11,37
Sileys µm	0,5 Mpa	4,10	4,57	4,72	4,67	4,88	4,68	4,60
	1 Mpa	3,31	3,81	3,62	3,63	3,72	3,85	3,66
	2 Mpa	2,65	2,91	2,89	2,63	2,98	2,99	2,84
Vaaleus	%	85,18						85,18
Opasiteetti	%	93,36						93,36
Sirontakerroin		57,87						57,87
Absorptiokerroin		4,86						4,86

MITTAUSPÖYTÄKIRJA								
PAPERINÄYTE		Kontupohja 48,8 g/m ²						
Suure	Yksikkö	1	2	3	4	5	6	x
Paksuus	µm	77,00	76,00	76,00	76,00	76,00	76,00	76,17
Paino	g	3,10	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,02
Neliömassa	g/m ²	48,80	48,80	48,80	48,80	48,80	48,80	48,80
Tiheys	kg/m ³	63,38	64,21	64,21	64,21	64,21	64,21	64,07
Bulkki	cm ³ /g	1,58	1,56	1,56	1,56	1,56	1,56	1,56
Tuhka	%	1,75	1,85					1,80
Kosteus	%	10,19	8,32	10,17	8,33			9,25
Vetolujuus, md	kN/m	2,76	2,89	2,17	2,88	2,48	2,44	2,60
Vetoindeksi, md	Nm/g	56,54	59,22	44,36	59,06	50,72	50,04	53,32
Venymä, md	%	0,80	0,99	0,60	0,92	0,75	0,72	0,80
TEA, md	J/m ²	12,43	16,67	6,95	15,20	10,34	9,93	11,92
Vetolujuus, cd	kN/m	1,15	1,12	0,95	1,16	1,17	1,09	1,11
Vetoindeksi, cd	Nm/g	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
Venymä, cd	%	2,10	2,23	1,66	2,41	2,43	2,13	2,16
TEA, cd	J/m ²	15,11	15,90	9,28	17,77	18,21	14,38	15,11
Repäisylujuus, md	mN	199,00	179,00	217,00	199,00	247,00	226,00	211,17
Repäisyindeksi, md	mNm ² /g	4,08	3,67	4,45	4,08	5,06	4,63	4,33
Repäisylujuus, cd	mN	175,00	175,00	170,00	168,00	177,00	182,00	174,50
Repäisyindeksi, cd	mNm ² /g	3,59	3,59	3,48	3,44	3,63	3,73	3,58
Karheus	ml/min	189,00	194,00	161,00	206,00	187,00	187,00	187,33
Ilmanläpäisevyys	ml/min	324,00	353,00	280,00	331,00	286,00	220,00	299,00
Kiilto		9,20	9,20	10,80	11,60	9,70	10,70	10,20
Sileys µm	0,5 Mpa	4,86	5,20	4,79	5,10	5,03	5,01	5,00
	1 Mpa	3,78	4,06	3,90	4,09	4,23	3,82	3,98
	2 Mpa	3,05	3,10	2,91	3,11	2,96	2,96	3,02
Vaaleus	%	84,93						84,93
Opasiteetti	%	94,56						94,56
Sirontakerroin		58,03						58,03
Absorptiokerroin		5,08						5,08

MITTAUSPÖYTÄKIRJA								
PAPERINÄYTE		Stora Enso Varkaus NewsPress 43 g/m ²						
Suure	Yksikkö	1	2	3	4	5	6	x
Paksuus	µm	68,00	68,00	68,00	68,00	68,00	68,00	68,00
Paino	g	2,60	2,60	2,60	2,60	2,60	2,60	2,60
Neliömassa	g/m ²	43,00	43,00	43,00	43,00	43,00	43,00	43,00
Tiheys	kg/m ³	63,24	63,24	63,24	63,24	63,24	63,24	63,24
Bulkki	cm ³ /g	1,58	1,58	1,58	1,58	1,58	1,58	1,58
Tuhka	%	11,49	8,87					10,18
Kosteus	%	9,56	8,17	8,18	7,70			8,40
Vetolujuus, md	kN/m	2,91	3,15	2,63	3,02	2,92	2,96	2,93
Vetoindeksi, md	Nm/g	67,77	73,26	61,14	70,23	67,95	68,72	68,18
Venymä, md	%	1,09	1,14	0,91	1,17	1,13	1,12	1,09
TEA, md	J/m ²	19,02	21,33	13,57	21,01	19,48	19,41	18,97
Vetolujuus, cd	kN/m	0,87	0,82	0,89	0,85	0,92	0,89	0,87
Vetoindeksi, cd	Nm/g	20,26	19,12	20,63	19,69	21,39	20,63	20,29
Venymä, cd	%	2,94	2,48	2,89	2,27	2,90	2,87	2,73
TEA, cd	J/m ²	15,93	12,00	15,87	11,15	16,94	15,52	14,57
Repäisylujuus, md	mN	95,00	80,00	107,00	86,00	88,00	101,00	92,83
Repäisyindeksi, md	mNm ² /g	2,21	1,86	2,49	2,00	2,05	2,35	2,16
Repäisylujuus, cd	mN	149,00	149,00	151,00	164,00	151,00	153,00	152,83
Repäisyindeksi, cd	mNm ² /g	3,47	3,47	3,51	3,81	3,51	3,56	3,55
Karheus	ml/min	266,00	236,00	272,00	247,00	235,00	245,00	250,17
Ilmanläpäisevyys	ml/min	220,00	203,00	208,00	220,00	238,00	204,00	215,50
Kiilto		6,60	8,10	7,70	7,90	7,20	7,10	7,43
Sileys µm	0,5 Mpa	6,33	5,60	6,09	5,69	5,74	6,01	5,91
	1 Mpa	4,85	4,62	4,82	4,56	4,33	4,36	4,59
	2 Mpa	3,38	3,24	3,23	3,07	3,19	3,40	3,25
Vaaleus	%	84,10						84,10
Opasiteetti	%	93,91						93,91
Sirontakerroin		59,06						59,06
Absorptiokerroin		5,79						5,79

MITTAUSPÖYTÄKIRJA								
PAPERINÄYTE Stora Enso Varkaus NewsPress 45 g/m ²								
Suure	Yksikkö	1	2	3	4	5	6	x
Paksuus	µm	71,00	71,00	71,00	71,00	71,00	71,00	71,00
Paino	g	2,70	2,70	2,70	2,70	2,70	2,70	2,70
Neliömassa	g/m ²	45,00	45,00	45,00	45,00	45,00	45,00	45,00
Tiheys	kg/m ³	63,38	63,38	63,38	63,38	63,38	63,38	63,38
Bulkki	cm ³ /g	1,58	1,58	1,58	1,58	1,58	1,58	1,58
Tuhka	%	7,68	11,63					9,66
Kosteus	%	9,10	7,74	9,55	7,84			8,56
Vetolujuus, md	kN/m	3,04	3,04	3,02	3,18	3,02	3,05	3,06
Vetoindeksi, md	Nm/g	67,47	67,64	67,11	70,73	67,11	67,84	67,99
Venymä, md	%	1,06	1,12	1,09	1,16	0,99	1,09	1,09
TEA, md	J/m ²	18,90	20,06	19,34	22,01	17,10	19,31	19,45
Vetolujuus, cd	kN/m	0,92	0,90	0,92	0,92	0,94	0,90	0,92
Vetoindeksi, cd	Nm/g	20,44	20,08	20,44	20,44	20,98	20,08	20,41
Venymä, cd	%	2,43	2,42	2,28	2,34	2,56	2,29	2,39
TEA, cd	J/m ²	13,58	13,34	12,66	13,16	14,98	12,32	13,34
Repäisylujuus, md	mN	107,00	107,00	107,00	97,00	111,00	109,00	106,33
Repäisyindeksi, md	mNm ² /g	2,38	2,38	2,38	2,16	2,47	2,42	2,36
Repäisylujuus, cd	mN	159,00	164,00	172,00	159,00	157,00	159,00	161,67
Repäisyindeksi, cd	mNm ² /g	3,53	3,64	3,82	3,53	3,49	3,53	3,59
Karheus	ml/min	183,00	225,00	180,00	183,00	192,00	168,00	188,50
Ilmanläpäisevyys	ml/min	254,00	264,00	274,00	286,00	212,00	289,00	263,17
Kiilto		9,60	8,70	9,30	8,80	8,80	9,80	9,17
Sileys µm	0,5 Mpa	5,05	5,13	5,15	5,27	4,99	4,89	5,08
	1 Mpa	4,09	3,83	4,18	4,33	4,09	4,06	4,10
	2 Mpa	3,14	3,01	3,10	3,08	3,05	3,08	3,08
Vaaleus	%	83,89						83,89
Opasiteetti	%	94,88						94,88
Sirontakerroin		59,96						59,96
Absorptiokerroin		6,02						6,02

MITTAUSPÖYTÄKIRJA								
PAPERINÄYTE Stora Enso Varkaus NewsPress 48,8 g/m ²								
Suure	Yksikkö	1	2	3	4	5	6	x
Paksuus	µm	75,00	76,00	76,00	76,00	76,00	76,00	75,83
Paino	g	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00
Neliömassa	g/m ²	48,80	48,80	48,80	48,80	48,80	48,80	48,80
Tiheys	kg/m ³	65,07	64,21	64,21	64,21	64,21	64,21	64,35
Bulkki	cm ³ /g	1,54	1,56	1,56	1,56	1,56	1,56	1,55
Tuhka	%	10,51	12,55					11,53
Kosteus	%	10,01	8,29	10,79	8,02			9,28
Vetolujuus, md	kN/m	3,37	3,35	3,54	3,39	3,47	3,43	3,42
Vetoindeksi, md	Nm/g	69,06	68,57	72,56	69,39	71,07	70,23	70,14
Venymä, md	%	1,14	1,20	1,34	1,23	1,24	1,26	1,24
TEA, md	J/m ²	22,89	24,20	29,40	25,05	25,94	26,12	25,60
Vetolujuus, cd	kN/m	1,03	1,07	0,95	1,01	1,01	1,06	1,02
Vetoindeksi, cd	Nm/g	21,19	21,84	19,52	20,68	20,68	21,68	20,93
Venymä, cd	%	2,49	2,84	2,15	2,34	2,19	2,71	2,45
TEA, cd	J/m ²	16,25	19,79	12,37	15,03	13,44	18,47	15,89
Repäisylujuus, md	mN	126,00	145,00	126,00	130,00	118,00	132,00	129,50
Repäisyindeksi, md	mNm ² /g	2,58	2,97	2,58	2,66	2,42	2,70	2,65
Repäisylujuus, cd	mN	180,00	168,00	172,00	166,00	174,00	170,00	171,67
Repäisyindeksi, cd	mNm ² /g	3,69	3,44	3,52	3,40	3,57	3,48	3,52
Karheus	ml/min	190,00	178,00	197,00	216,00	198,00	189,00	194,67
Ilmanläpäisevyys	ml/min	185,00	182,00	202,00	173,00	195,00	193,00	188,33
Kiilto		9,00	7,70	8,20	8,60	7,60	8,40	8,25
Sileys µm	0,5 Mpa	5,12	5,38	5,25	5,05	5,35	5,48	5,27
	1 Mpa	3,86	4,03	3,96	4,10	4,05	4,02	4,00
	2 Mpa	2,99	2,97	2,75	3,02	3,01	2,94	2,95
Vaaleus	%	83,85						83,85
Opasiteetti	%	95,99						95,99
Sirontakerroin		61,47						61,47
Absorptiokerroin		6,20						6,20

MITTAUSPÖYTÄKIRJA								
PAPERINÄYTE Stora Enso Varkaus ExoPress 68 45 g/m ²								
Suure	Yksikkö	1	2	3	4	5	6	x
Paksuus	µm	57,40	56,60	55,00	55,00	55,00	55,00	55,67
Paino	g	2,80	2,80	2,80	2,80	2,80	2,80	2,80
Neliömassa	g/m ²	45,00	45,00	45,00	45,00	45,00	45,00	45,00
Tiheys	kg/m ³	78,40	79,51	81,82	81,82	81,82	81,82	80,86
Bulkki	cm ³ /g	1,28	1,26	1,22	1,22	1,22	1,22	1,24
Tuhka	%	9,11	10,63	9,43				9,72
Kosteus	%	9,59	8,88	9,46	8,35			9,07
Vetolujuus, md	kN/m	2,88	2,97	2,90	2,96	2,73		2,89
Vetoindeksi, md	Nm/g	64,04	66,02	64,40	65,67	60,60		64,15
Venymä, md	%	1,00	1,07	1,01	1,07	0,94		1,02
TEA, md	J/m ²	16,64	18,60	17,06	18,45	14,67		17,08
Vetolujuus, cd	kN/m	0,81	0,78	0,83	0,83	0,84		0,82
Vetoindeksi, cd	Nm/g	17,91	17,36	18,45	18,45	18,63		18,16
Venymä, cd	%	2,50	2,56	2,73	2,72	2,90		2,68
TEA, cd	J/m ²	11,44	11,20	13,34	13,18	14,77		12,79
Repäisylujuus, md	mN	132,00	120,00	120,00	120,00	126,00	121,00	123,17
Repäisyindeksi, md	mNm ² /g	2,93	2,67	2,67	2,67	2,80	2,69	2,74
Repäisylujuus, cd	mN	137,00	141,00	135,00	128,00	155,00	132,00	138,00
Repäisyindeksi, cd	mNm ² /g	3,04	3,13	3,00	2,84	3,44	2,93	3,07
Karheus	ml/min	98,00	76,00	63,00	75,00	86,00		79,60
Ilmanläpäisevyys	ml/min	120,00	136,00	123,00	151,00	113,00		128,60
Kiilto		12,30	13,80	14,90	14,20	13,20	13,50	13,65
Sileys µm	0,5 Mpa	3,26	3,39	3,21	2,94	3,21	3,07	3,18
	1 Mpa	2,42	2,59	2,42	2,19	2,47	2,54	2,44
	2 Mpa	1,91	1,84	1,87	1,96	1,85	1,77	1,87
Vaaleus	%	87,44						87,44
Opasiteetti	%	92,77						92,77
Sirontakerroin		63,32						63,32
Absorptiokerroin		3,78						3,78

MITTAUSPÖYTÄKIRJA								
PAPERINÄYTE Stora Enso Varkaus ExoPress 68 48,8 g/m ²								
Suure	Yksikkö	1	2	3	4	5	6	x
Paksuus	µm	77,70	77,70	77,70	77,70	77,70	77,70	77,70
Paino	g	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00
Neliömassa	g/m ²	48,80	48,80	48,80	48,80	48,80	48,80	48,80
Tiheys	kg/m ³	62,81	62,81	62,81	62,81	62,81	62,81	62,81
Bulkki	cm ³ /g	1,59	1,59	1,59	1,59	1,59	1,59	1,59
Tuhka	%	7,70	7,47					7,59
Kosteus	%	7,63	9,04	9,73	8,50			8,73
Vetolujuus, md	kN/m	3,47	2,87	3,36	3,31	3,45		3,29
Vetoindeksi, md	Nm/g	71,07	58,71	68,89	67,73	70,72		67,42
Venymä, md	%	1,15	0,83	1,07	1,09	1,17		1,06
TEA, md	J/m ²	24,04	13,28	21,38	21,63	24,38		20,94
Vetolujuus, cd	kN/m	1,01	0,97	1,00	0,97	1,03		1,00
Vetoindeksi, cd	Nm/g	20,68	19,85	20,51	19,85	21,19		20,42
Venymä, cd	%	2,80	2,61	2,74	2,58	2,61		2,67
TEA, cd	J/m ²	18,23	16,09	17,68	15,94	17,50		17,09
Repäisylujuus, md	mN	132,00	149,00	135,00	130,00	130,00		135,20
Repäisyindeksi, md	mNm ² /g	2,70	3,05	2,77	2,66	2,66		2,77
Repäisylujuus, cd	mN	168,00	155,00	160,00	160,00	164,00		161,40
Repäisyindeksi, cd	mNm ² /g	3,44	3,18	3,28	3,28	3,36		3,31
Karheus	ml/min	201,00	221,00	271,00	249,00	234,00		235,20
Ilmanläpäisevyys	ml/min	281,00	277,00	271,00	310,00	301,00		288,00
Kiilto		7,40	7,20	6,60	7,10	7,30	7,00	7,10
Sileys µm	0,5 Mpa	5,10	4,89	5,34	5,35	5,22	5,04	5,16
	1 Mpa	3,94	3,91	4,12	4,32	3,87	4,26	4,07
	2 Mpa	3,11	2,89	3,04	3,04	3,06	2,94	3,01
Vaaleus	%	87,43						87,43
Opasiteetti	%	94,22						94,22
Sirontakerroin		64,20						64,20
Absorptiokerroin		3,85						3,85

MITTAUSPÖYTÄKIRJA								
PAPERINÄYTE Stora Enso Anjala ExoPress 72 45 g/m ²								
Suure	Yksikkö	1	2	3	4	5	6	x
Paksuus	µm	66,00	65,00	65,00	66,00	65,00	65,00	65,33
Paino	g	2,80	2,80	2,80	2,80	2,80	2,80	2,80
Neliömassa	g/m ²	45,00	45,00	45,00	45,00	45,00	45,00	45,00
Tiheys	kg/m ³	68,18	69,23	69,23	68,18	69,23	69,23	68,88
Bulkki	cm ³ /g	1,47	1,44	1,44	1,47	1,44	1,44	1,45
Tuhka	%	4,42	4,39					4,41
Kosteus	%	9,02	7,78	9,07	7,72			8,40
Vetolujuus, md	kN/m	2,91	2,79	3,05	2,95	2,67	2,69	2,85
Vetoindeksi, md	Nm/g	64,76	62,04	67,84	65,49	59,33	59,87	63,22
Venymä, md	%	0,92	0,87	0,93	0,92	0,85	0,79	0,88
TEA, md	J/m ²	15,47	13,83	16,50	15,65	12,76	11,98	14,37
Vetolujuus, cd	kN/m	0,98	0,91	0,90	0,93	0,91	0,87	0,92
Vetoindeksi, cd	Nm/g	21,71	20,26	20,08	20,62	20,26	19,36	20,38
Venymä, cd	%	3,17	3,10	2,97	3,01	3,05	2,83	3,02
TEA, cd	J/m ²	19,71	17,85	16,38	17,32	17,11	14,85	17,20
Repäisylujuus, md	mN	105,00	103,00	99,00	99,00	90,00	109,00	100,83
Repäisyindeksi, md	mNm ² /g	2,33	2,29	2,20	2,20	2,00	2,42	2,24
Repäisylujuus, cd	mN	141,00	149,00	149,00	149,00	145,00	153,00	147,67
Repäisyindeksi, cd	mNm ² /g	3,13	3,31	3,31	3,31	3,22	3,40	3,28
Karheus	ml/min	97,00	72,00	104,00	81,00	99,00	101,00	92,33
Ilmanläpäisevyys	ml/min	210,00	231,00	227,00	227,00	224,00	224,00	223,83
Kiilto		12,30	10,10	10,70	13,60	11,30	12,40	11,73
Sileys µm	0,5 Mpa	3,92	4,46	4,58	4,27	4,19	4,40	4,30
	1 Mpa	3,64	3,47	3,50	3,37	3,39	3,52	3,48
	2 Mpa	2,80	2,87	2,99	2,76	2,85	2,92	2,87
Vaaleus	%	89,26						89,26
Opasiteetti	%	88,85						88,85
Sirontakerroin		56,63						56,63
Absorptiokerroin		2,43						2,43

MITTAUSPÖYTÄKIRJA								
PAPERINÄYTE Stora Enso Anjala ExoPress 72 49 g/m ²								
Suure	Yksikkö	1	2	3	4	5	6	x
Paksuus	µm	72,00	71,00	72,00	72,00	72,00	72,00	71,83
Paino	g	3,10	3,10	3,10	3,10	3,10	3,10	3,10
Neliömassa	g/m ²	49,00	49,00	49,00	49,00	49,00	49,00	49,00
Tiheys	kg/m ³	68,06	69,01	68,06	68,06	68,06	68,06	68,22
Bulkki	cm ³ /g	1,47	1,45	1,47	1,47	1,47	1,47	1,47
Tuhka	%	5,53	6,10					5,82
Kosteus	%	10,41	8,82	9,45	7,90			9,15
Vetolujuus, md	kN/m	2,83	3,30	3,39	3,45	3,03	2,98	3,16
Vetoindeksi, md	Nm/g	0,06	0,07	0,07	0,07	0,06	0,06	0,06
Venymä, md	%	0,85	1,04	1,11	1,03	0,92	0,93	0,98
TEA, md	J/m ²	13,46	20,20	22,49	20,83	15,88	15,62	18,08
Vetolujuus, cd	kN/m	1,12	1,07	1,04	1,07	1,04	1,10	1,08
Vetoindeksi, cd	Nm/g	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
Venymä, cd	%	2,91	2,91	2,40	2,70	2,73	2,89	2,76
TEA, cd	J/m ²	21,43	20,35	15,66	18,44	18,28	20,84	19,17
Repäisylujuus, md	mN	134,00	116,00	141,00	145,00	136,00	130,00	133,67
Repäisyindeksi, md	mNm ² /g	2,73	2,37	2,88	2,96	2,78	2,65	2,73
Repäisylujuus, cd	mN	153,00	157,00	159,00	162,00	164,00	162,00	159,50
Repäisyindeksi, cd	mNm ² /g	3,12	3,20	3,24	3,31	3,35	3,31	3,26
Karheus	ml/min	110,00	115,00	126,00	109,00	130,00	127,00	119,50
Ilmanläpäisevyys	ml/min	185,00	193,00	153,00	179,00	177,00	163,00	175,00
Kiilto		9,30	8,60	9,00	9,50	8,70	8,80	8,98
Sileys µm	0,5 Mpa	5,44	5,09	5,03	5,36	4,51	5,13	5,09
	1 Mpa	4,51	4,22	4,41	4,22	4,36	4,26	4,33
	2 Mpa	3,46	3,30	3,36	3,28	3,17	3,32	3,32
Vaaleus	%	88,59						88,59
Opasiteetti	%	92,03						92,03
Sirontakerroin		59,65						59,65
Absorptiokerroin		2,91						2,91

MITTAUSPÖYTÄKIRJA								
PAPERINÄYTE Stora Enso Anjala ExoPress 72 52 g/m ²								
Suure	Yksikkö	1	2	3	4	5	6	x
Paksuus	µm	77,00	77,00	77,00	77,00	77,00	75,00	76,67
Paino	g	3,20	3,20	3,20	3,20	3,20	3,20	3,20
Neliömassa	g/m ²	52,00	52,00	52,00	52,00	52,00	52,00	52,00
Tiheys	kg/m ³	67,53	67,53	67,53	67,53	67,53	69,33	67,83
Bulkki	cm ³ /g	1,48	1,48	1,48	1,48	1,48	1,44	1,47
Tuhka	%	5,89	5,91					5,90
Kosteus	%	10,22	8,04	9,38	8,17			8,95
Vetolujuus, md	kN/m	3,43	3,33	3,36	3,27	3,18	3,25	3,30
Vetoindeksi, md	Nm/g	65,90	64,02	64,65	62,92	61,06	62,46	63,50
Venymä, md	%	1,01	0,93	1,01	1,07	0,93	0,91	0,98
TEA, md	J/m ²	20,07	17,62	19,78	20,50	16,75	16,95	18,61
Vetolujuus, cd	kN/m	1,08	1,17	1,11	1,01	1,07	1,13	1,10
Vetoindeksi, cd	Nm/g	20,83	22,54	21,29	19,40	20,65	21,75	21,08
Venymä, cd	%	2,46	2,99	2,61	2,16	2,75	2,93	2,65
TEA, cd	J/m ²	16,74	23,53	18,37	13,26	18,73	21,48	18,69
Repäisylujuus, md	mN	153,00	145,00	136,00	149,00	155,00	155,00	148,83
Repäisyindeksi, md	mNm ² /g	2,94	2,79	2,62	2,87	2,98	2,98	2,86
Repäisylujuus, cd	mN	182,00	166,00	164,00	164,00	172,00	172,00	170,00
Repäisyindeksi, cd	mNm ² /g	3,50	3,19	3,15	3,15	3,31	3,31	3,27
Karheus	ml/min	112,00	123,00	133,00	158,00	132,00	161,00	136,50
Ilmanläpäisevyys	ml/min	154,00	152,00	135,00	159,00	174,00	167,00	156,83
Kiilto		9,10	8,90	8,90	9,20	8,30	8,50	8,82
Sileys µm	0,5 Mpa	5,03	4,97	4,79	5,40	5,43	5,35	5,16
	1 Mpa	4,33	4,03	4,14	4,09	4,08	3,83	4,08
	2 Mpa	3,04	2,93	3,13	3,21	3,07	3,31	3,12
Vaaleus	%	88,93						88,93
Opasiteetti	%	93,67						93,67
Sirontakerroin		64,11						64,11
Absorptiokerroin		2,94						2,94

MITTAUSPÖYTÄKIRJA								
PAPERINÄYTE Stora Enso Anjala ExoPress 72 55 g/m ²								
Suure	Yksikkö	1	2	3	4	5	6	x
Paksuus	µm	80,00	81,00	81,00	81,00	82,00	81,00	81,00
Paino	g	3,40	3,40	3,40	3,40	3,40	3,40	3,40
Neliömassa	g/m ²	55,00	55,00	55,00	55,00	55,00	55,00	55,00
Tiheys	kg/m ³	68,75	67,90	67,90	67,90	67,07	67,90	67,90
Bulkki	cm ³ /g	1,45	1,47	1,47	1,47	1,49	1,47	1,47
Tuhka	%	3,13	3,56					3,35
Kosteus	%	9,63	8,02	10,19	7,98			8,96
Vetolujuus, md	kN/m	3,48	3,60	3,25	3,24	3,38	3,39	3,39
Vetoindeksi, md	Nm/g	63,35	65,42	59,05	58,91	61,42	61,71	61,64
Venymä, md	%	0,97	1,08	0,93	0,89	0,99	0,95	0,97
TEA, md	J/m ²	19,37	22,83	17,20	16,04	19,16	18,51	18,85
Vetolujuus, cd	kN/m	1,12	1,19	1,08	1,12	1,17	1,08	1,13
Vetoindeksi, cd	Nm/g	20,27	21,60	19,69	20,42	21,31	19,69	20,50
Venymä, cd	%	2,22	2,87	2,32	2,46	2,70	2,45	2,50
TEA, cd	J/m ²	15,36	22,40	15,66	17,41	20,40	16,59	17,97
Repäisylujuus, md	mN	159,00	159,00	153,00	168,00	162,00	193,00	165,67
Repäisyindeksi, md	mNm ² /g	2,89	2,89	2,78	3,05	2,95	3,51	3,01
Repäisylujuus, cd	mN	178,00	176,00	174,00	162,00	166,00	170,00	171,00
Repäisyindeksi, cd	mNm ² /g	3,24	3,20	3,16	2,95	3,02	3,09	3,11
Karheus	ml/min	135,00	121,00	155,00	112,00	148,00	130,00	133,50
Ilmanläpäisevyys	ml/min	157,00	127,00	181,00	161,00	176,00	136,00	156,33
Kiilto		9,60	9,30	9,70	8,70	9,60	11,20	9,68
Sileys µm	0,5 Mpa	5,01	5,25	5,35	4,86	5,86	5,06	5,23
	1 Mpa	4,10	3,93	4,13	3,97	4,70	4,30	4,19
	2 Mpa	3,38	3,20	3,06	3,26	2,73	3,44	3,18
Vaaleus	%	88,73						88,73
Opasiteetti	%	94,10						94,10
Sirontakerroin		61,87						61,87
Absorptiokerroin		2,93						2,93

MITTAUSPÖYTÄKIRJA								
PAPERINÄYTE Stora Enso Anjala ExoPress 72 60 g/m ²								
Suure	Yksikkö	1	2	3	4	5	6	x
Paksuus	µm	92	93	93	94	92	92	92,67
Paino	g	3,80	3,80	3,80	3,80	3,80	3,80	3,80
Neliömassa	g/m ²	60,00	60,00	60,00	60,00	60,00	60,00	60,00
Tiheys	kg/m ³	65,22	64,52	64,52	63,83	65,22	65,22	64,75
Bulkki	cm ³ /g	1,53	1,55	1,55	1,57	1,53	1,53	1,54
Tuhka	%	5,04	5,33					5,19
Kosteus	%	9,93	8,99	7,71	8,21			8,71
Vetolujuus, md	kN/m	3,53	3,57	3,70	3,62	3,96	3,57	3,66
Vetoindeksi, md	Nm/g	58,75	59,55	61,60	60,37	66,07	59,55	60,98
Venymä, md	%	0,80	0,91	0,88	0,87	0,99	0,86	0,89
TEA, md	J/m ²	15,70	18,36	18,26	17,88	22,73	17,18	18,35
Vetolujuus, cd	kN/m	1,27	1,23	1,29	1,19	1,19	1,26	1,24
Vetoindeksi, cd	Nm/g	21,17	20,48	21,43	19,80	19,80	21,03	20,62
Venymä, cd	%	2,11	2,01	2,42	2,11	2,28	2,37	2,22
TEA, cd	J/m ²	16,94	15,56	20,04	15,63	16,99	19,25	17,40
Repäisylujuus, md	mN	170,00	139,00	153,00	168,00	134,00	122,00	147,67
Repäisyindeksi, md	mNm ² /g	2,83	2,32	2,55	2,80	2,23	2,03	2,46
Repäisylujuus, cd	mN	197,00	193,00	197,00	199,00	205,00	195,00	197,67
Repäisyindeksi, cd	mNm ² /g	3,28	3,22	3,28	3,32	3,42	3,25	3,29
Karheus	ml/min	136,00	156,00	151,00	146,00	176,00	165,00	155,00
Ilmanläpäisevyys	ml/min	143,00	142,00	149,00	165,00	159,00	177,00	155,83
Kiilto		8,60	9,70	8,80	9,50	8,70	9,30	9,10
Sileys µm	0,5 Mpa	5,13	5,55	5,51	5,07	5,33	5,51	5,35
	1 Mpa	4,49	4,35	4,33	4,04	4,26	4,31	4,30
	2 Mpa	3,36	3,45	3,42	3,19	3,48	3,53	3,41
Vaaleus	%	89,03						89,03
Opasiteetti	%	95,43						95,43
Sirontakerroin		64,50						64,50
Absorptiokerroin		2,80						2,80

MITTAUSPÖYTÄKIRJA								
PAPERINÄYTE Stora Enso Varkaus ExoPress 76 49 g/m ²								
Suure	Yksikkö	1	2	3	4	5	6	x
Paksuus	µm	74,00	74,00	74,00	74,00	74,00	74,00	74,00
Paino	g	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00
Neliömassa	g/m ²	49,00	49,00	49,00	49,00	49,00	49,00	49,00
Tiheys	kg/m ³	66,22	66,22	66,22	66,22	66,22	66,22	66,22
Bulkki	cm ³ /g	1,51	1,51	1,51	1,51	1,51	1,51	1,51
Tuhka	%	6,34	6,41					6,38
Kosteus	%	8,84	7,08	8,74	7,24			7,98
Vetolujuus, md	kN/m	2,83	2,89	2,70	2,91	2,73	2,78	2,80
Vetoindeksi, md	Nm/g	57,65	58,98	55,14	59,31	55,65	56,65	57,23
Venymä, md	%	0,92	0,89	0,83	0,90	0,84	0,88	0,88
TEA, md	J/m ²	14,84	14,53	12,55	14,75	12,80	13,68	13,86
Vetolujuus, cd	kN/m	0,94	0,90	0,90	0,94	0,92	0,93	0,92
Vetoindeksi, cd	Nm/g	19,10	18,27	18,27	19,27	18,77	18,94	18,77
Venymä, cd	%	2,74	2,52	2,37	2,60	2,66	2,92	2,64
TEA, cd	J/m ²	15,94	13,31	12,42	14,84	14,96	16,52	14,67
Repäisylujuus, md	mN	118,00	113,00	124,00	116,00	118,00	128,00	119,50
Repäisyindeksi, md	mNm ² /g	2,41	2,31	2,53	2,37	2,41	2,61	2,44
Repäisylujuus, cd	mN	159,00	162,00	164,00	162,00	166,00	155,00	161,33
Repäisyindeksi, cd	mNm ² /g	3,24	3,31	3,35	3,31	3,39	3,16	3,29
Karheus	ml/min	101,00	104,00	90,00	88,00	116,00	102,00	100,17
Ilmanläpäisevyys	ml/min	250,00	260,00	315,00	209,00	265,00	250,00	258,17
Kiilto		10,50	11,40	12,10	11,50	11,70	10,20	11,23
Sileys µm	0,5 Mpa	4,25	4,22	3,80	4,54	4,39	4,40	4,27
	1 Mpa	3,50	3,00	3,15	3,52	3,53	3,31	3,34
	2 Mpa	2,76	2,80	2,63	2,75	2,89	2,69	2,75
Vaaleus	%	90,53						90,53
Opasiteetti	%	92,20						92,20
Sirontakerroin		68,96						68,96
Absorptiokerroin		2,27						2,27

MITTAUSPÖYTÄKIRJA								
PAPERINÄYTE Stora Enso Varkaus ExoPress 76 52 g/m ²								
Suure		1	2	3	4	5	6	x
Paksuus	µm	76,00	76,00	76,00	76,00	76,00	76,00	76,00
Paino	g	3,20	3,20	3,20	3,20	3,20	3,20	3,20
Neliömassa	g/m ²	52,00	52,00	52,00	52,00	52,00	52,00	52,00
Tiheys	kg/m ³	68,42	68,42	68,42	68,42	68,42	68,42	68,42
Bulkki	cm ³ /g	1,46	1,46	1,46	1,46	1,46	1,46	1,46
Tuhka	%	6,25	8,08					7,17
Kosteus	%	9,59	7,17	8,30	7,09			8,04
Vetolujuus, md	kN/m	2,83	2,86	3,18	2,98	3,00	2,93	2,96
Vetoindeksi, md	Nm/g	54,48	54,94	61,06	57,29	57,62	56,35	56,96
Venymä, md	%	0,86	0,87	0,94	0,87	0,89	0,80	0,87
TEA, md	J/m ²	13,80	13,99	17,07	14,62	15,16	13,00	14,61
Vetolujuus, cd	kN/m	0,97	1,00	0,93	1,03	0,94	1,02	0,98
Vetoindeksi, cd	Nm/g	18,63	19,25	17,94	19,73	18,16	19,58	18,88
Venymä, cd	%	2,74	2,53	2,70	2,65	2,39	2,67	2,61
TEA, cd	J/m ²	16,29	15,72	16,55	16,68	13,71	16,87	15,97
Repäisylujuus, md	mN	120,00	111,00	128,00	122,00	111,00	118,00	118,33
Repäisyindeksi, md	mNm ² /g	2,31	2,13	2,46	2,35	2,13	2,27	2,28
Repäisylujuus, cd	mN	168,00	153,00	155,00	159,00	157,00	159,00	158,50
Repäisyindeksi, cd	mNm ² /g	3,23	2,94	2,98	3,06	3,02	3,06	3,05
Karheus	ml/min	103,00	111,00	100,00	105,00	118,00	97,00	105,67
Ilmanläpäisevyys	ml/min	247,00	238,00	199,00	199,00	196,00	198,00	212,83
Kiilto		10,30	12,20	12,60	11,90	11,10	13,40	11,92
Sileys µm	0,5 Mpa	4,12	4,02	4,41	4,13	3,92	4,11	4,12
	1 Mpa	3,35	3,21	3,49	3,32	3,55	3,19	3,35
	2 Mpa	2,85	2,78	2,77	2,63	2,73	2,63	2,73
Vaaleus	%	90,57						90,57
Opasiteetti	%	92,57						92,57
Sirontakerroin		66,60						66,60
Absorptiokerroin		2,19						2,19

MITTAUSPÖYTÄKIRJA								
PAPERINÄYTE Stora Enso Varkaus ExoPress 76 55 g/m ²								
Suure	Yksikkö	1	2	3	4	5	6	x
Paksuus	µm	83,00	83,00	83,00	83,00	83,00	83,00	83,00
Paino	g	3,50	3,50	3,50	3,50	3,50	3,50	3,50
Neliömassa	g/m ²	55,00	55,00	55,00	55,00	55,00	55,00	55,00
Tiheys	kg/m ³	66,27	66,27	66,27	66,27	66,27	66,27	66,27
Bulkki	cm ³ /g	1,51	1,51	1,51	1,51	1,51	1,51	1,51
Tuhka	%	7,21	6,70					6,96
Kosteus	%	8,92	7,14	9,37	7,08			8,13
Vetolujuus, md	kN/m	2,95	2,65	2,77	2,89	3,00	2,62	2,81
Vetoindeksi, md	Nm/g	53,58	48,25	50,33	52,55	54,62	47,65	51,16
Venymä, md	%	0,92	0,75	0,77	0,82	0,86	0,76	0,81
TEA, md	J/m ²	15,58	11,04	11,69	13,15	14,45	10,89	12,80
Vetolujuus, cd	kN/m	1,12	1,11	1,10	0,98	1,07	1,08	1,08
Vetoindeksi, cd	Nm/g	20,27	20,13	19,98	17,91	19,38	19,69	19,56
Venymä, cd	%	2,96	2,61	2,68	2,22	2,57	2,69	2,62
TEA, cd	J/m ²	21,19	18,11	18,48	13,22	17,09	18,53	17,77
Repäisylujuus, md	mN	128,00	136,00	141,00	134,00	130,00	157,00	137,67
Repäisyindeksi, md	mNm ² /g	2,33	2,47	2,56	2,44	2,36	2,85	2,50
Repäisylujuus, cd	mN	174,00	168,00	178,00	172,00	168,00	170,00	171,67
Repäisyindeksi, cd	mNm ² /g	3,16	3,05	3,24	3,13	3,05	3,09	3,12
Karheus	ml/min	131,00	126,00	157,00	137,00	115,00	119,00	130,83
Ilmanläpäisevyys	ml/min	219,00	220,00	204,00	204,00	200,00	188,00	205,83
Kiilto		11,40	11,60	10,40	11,00	11,60	11,10	11,18
Sileys µm	0,5 Mpa	4,50	4,76	4,63	4,75	4,48	4,53	4,61
	1 Mpa	3,65	3,65	3,75	3,61	3,46	3,69	3,64
	2 Mpa	2,84	2,91	3,05	3,13	2,74	2,86	2,92
Vaaleus	%	90,90						90,90
Opasiteetti	%	92,85						92,85
Sirontakerroin		65,70						65,70
Absorptiokerroin		2,01						2,01

MITTAUSPÖYTÄKIRJA								
PAPERINÄYTE Stora Enso Varkaus ExoPress 76 60 g/m ²								
Suure	Yksikkö	1	2	3	4	5	6	x
Paksuus	µm	90,00	90,00	90,00	90,00	90,00	90,00	90,00
Paino	g	3,70	3,70	3,70	3,70	3,70	3,70	3,70
Neliömassa	g/m ²	60,00	60,00	60,00	60,00	60,00	60,00	60,00
Tiheys	kg/m ³	66,67	66,67	66,67	66,67	66,67	66,67	66,67
Bulkki	cm ³ /g	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50
Tuhka	%	7,32	8,80					8,06
Kosteus	%	9,02	7,14	8,95	6,79			7,98
Vetolujuus, md	kN/m	3,38	3,20	3,21	3,21	3,30	2,85	3,19
Vetoindeksi, md	Nm/g	56,30	53,32	53,45	53,45	54,95	47,48	53,16
Venymä, md	%	0,98	0,83	0,89	0,92	0,96	0,79	0,90
TEA, md	J/m ²	19,22	14,67	15,90	16,70	18,03	12,34	16,14
Vetolujuus, cd	kN/m	1,21	1,16	1,20	1,12	1,13	1,16	1,16
Vetoindeksi, cd	Nm/g	20,08	19,40	19,95	18,72	18,85	19,40	19,40
Venymä, cd	%	2,67	2,49	2,64	2,24	2,46	2,63	2,52
TEA, cd	J/m ²	20,76	18,21	20,10	15,65	17,20	19,36	18,55
Repäisylujuus, md	mN	145,00	145,00	136,00	136,00	143,00	139,00	140,67
Repäisyindeksi, md	mNm ² /g	2,42	2,42	2,27	2,27	2,38	2,32	2,34
Repäisylujuus, cd	mN	174,00	184,00	178,00	164,00	168,00	184,00	175,33
Repäisyindeksi, cd	mNm ² /g	2,90	3,07	2,97	2,73	2,80	3,07	2,92
Karheus	ml/min	82,00	116,00	127,00	141,00	109,00	123,00	116,33
Ilmanläpäisevyys	ml/min	168,00	137,00	167,00	178,00	180,00	171,00	166,83
Kiilto		11,80	10,20	13,30	10,70	10,50	10,30	11,13
Sileys µm	0,5 Mpa	4,29	4,53	4,06	4,74	4,13	4,32	4,35
	1 Mpa	3,58	3,48	3,20	3,91	3,28	3,31	3,46
	2 Mpa	2,91	2,79	2,76	3,11	2,86	2,82	2,88
Vaaleus	%	90,86						90,86
Opasiteetti	%	94,62						94,62
Sirontakerroin		68,80						68,80
Absorptiokerroin		2,11						2,11

MITTAUSPÖYTÄKIRJA								
PAPERINÄYTE Stora Enso Anjala ExoPress 80 49 g/m ²								
Suure	Yksikkö	1	2	3	4	5	6	x
Paksuus	µm	72,00	72,00	72,00	72,00	72,00	72,00	72,00
Paino	g	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00
Neliömassa	g/m ²	49,00	49,00	49,00	49,00	49,00	49,00	49,00
Tiheys	kg/m ³	68,06	68,06	68,06	68,06	68,06	68,06	68,06
Bulkki	cm ³ /g	1,47	1,47	1,47	1,47	1,47	1,47	1,47
Tuhka	%	6,23	4,44					5,34
Kosteus	%	9,13	7,71	9,57	7,99			8,60
Vetolujuus, md	kN/m	2,79	2,75	2,76	2,71	2,90	2,65	2,76
Vetoindeksi, md	Nm/g	56,98	56,14	56,31	55,33	59,14	54,00	56,32
Venymä, md	%	0,81	0,85	0,82	0,90	0,91	0,81	0,85
TEA, md	J/m ²	12,59	13,13	12,68	14,00	15,19	12,04	13,27
Vetolujuus, cd	kN/m	0,90	0,98	0,95	0,95	0,92	1,00	0,95
Vetoindeksi, cd	Nm/g	18,44	20,10	19,44	19,44	18,77	20,43	19,44
Venymä, cd	%	1,96	2,46	2,59	2,36	2,13	2,54	2,34
TEA, cd	J/m ²	10,34	14,92	15,45	13,88	11,52	15,83	13,66
Repäisylujuus, md	mN	122,00	109,00	141,00	113,00	107,00	122,00	119,00
Repäisyindeksi, md	mNm ² /g	2,49	2,22	2,88	2,31	2,18	2,49	2,43
Repäisylujuus, cd	mN	155,00	143,00	164,00	164,00	153,00	157,00	156,00
Repäisyindeksi, cd	mNm ² /g	3,16	2,92	3,35	3,35	3,12	3,20	3,18
Karheus	ml/min	104,00	109,00	122,00	127,00	116,00	117,00	115,83
Ilmanläpäisevyys	ml/min	245,00	242,00	205,00	220,00	192,00	236,00	223,33
Kiilto		12,20	8,50	9,70	9,00	10,50	9,60	9,92
Sileys µm	0,5 Mpa	4,72	5,35	4,69	4,71	4,29	4,24	4,67
	1 Mpa	3,55	3,69	3,81	4,02	3,74	4,01	3,80
	2 Mpa	2,74	2,91	2,86	3,14	2,82	3,03	2,92
Vaaleus	%	89,98						89,98
Opasiteetti	%	90,89						90,89
Sirontakerroin		60,48						60,48
Absorptiokerroin		2,31						2,31

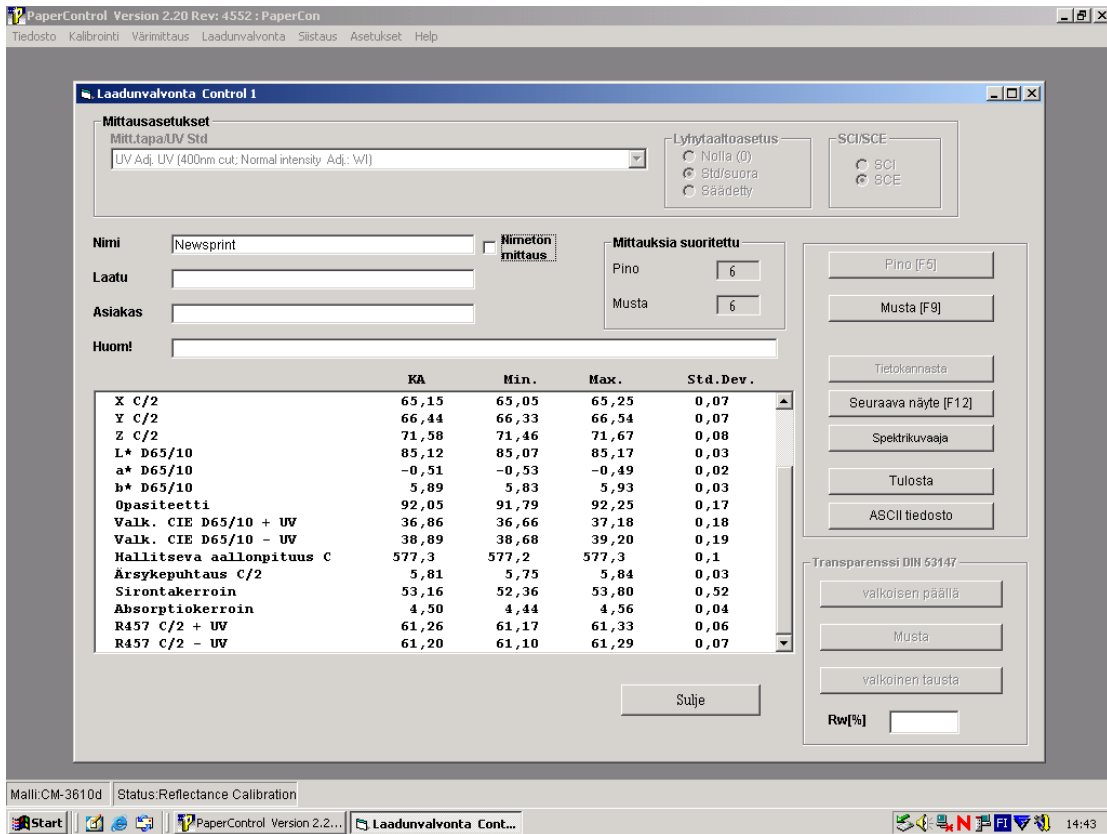
MITTAUSPÖYTÄKIRJA								
PAPERINÄYTE Stora Enso Anjala ExoPress 80 52 g/m ²								
Suure	Yksikkö	1	2	3	4	5	6	x
Paksuus	µm	76,00	76,00	76,00	76,00	76,00	76,00	76,00
Paino	g	3,20	3,20	3,20	3,20	3,20	3,20	3,20
Neliömassa	g/m ²	52,00	52,00	52,00	52,00	52,00	52,00	52,00
Tiheys	kg/m ³	68,42	68,42	68,42	68,42	68,42	68,42	68,42
Bulkki	cm ³ /g	1,46	1,46	1,46	1,46	1,46	1,46	1,46
Tuhka	%	4,75	5,80					5,28
Kosteus	%	8,70	7,08	8,25	6,95			7,75
Vetolujuus, md	kN/m	2,91	3,01	2,95	2,83	3,12	2,83	2,94
Vetoindeksi, md	Nm/g	56,04	57,92	56,67	54,48	59,96	54,33	56,57
Venymä, md	%	0,92	0,89	0,91	0,84	0,95	0,81	0,89
TEA, md	J/m ²	15,29	15,28	15,33	13,64	17,04	12,74	14,89
Vetolujuus, cd	kN/m	1,03	1,04	1,03	1,04	1,04	1,00	1,03
Vetoindeksi, cd	Nm/g	19,88	20,04	19,73	20,04	20,04	19,25	19,83
Venymä, cd	%	2,82	2,55	2,59	2,55	2,60	2,44	2,59
TEA, cd	J/m ²	18,80	16,98	16,72	17,18	17,32	15,03	17,01
Repäisylujuus, md	mN	141,00	162,00	122,00	126,00	124,00	157,00	138,67
Repäisyindeksi, md	mNm ² /g	2,71	3,12	2,35	2,42	2,38	3,02	2,67
Repäisylujuus, cd	mN	164,00	172,00	172,00	166,00	172,00	170,00	169,33
Repäisyindeksi, cd	mNm ² /g	3,15	3,31	3,31	3,19	3,31	3,27	3,26
Karheus	ml/min	127,00	124,00	128,00	141,00	141,00	172,00	138,83
Ilmanläpäisevyys	ml/min	171,00	158,00	212,00	203,00	148,00	168,00	176,67
Kiilto		8,80	9,40	8,30	9,60	10,00	9,30	9,23
Sileys µm	0,5 Mpa	5,10	4,72	5,07	5,18	5,11	5,45	5,11
	1 Mpa	4,08	3,77	4,29	3,91	4,00	4,40	4,08
	2 Mpa	3,23	2,88	2,89	2,95	2,98	3,12	3,01
Vaaleus	%	90,61						90,61
Opasiteetti	%	91,87						91,87
Sirontakerroin		63,27						63,27
Absorptiokerroin		2,11						2,11

MITTAUSPÖYTÄKIRJA

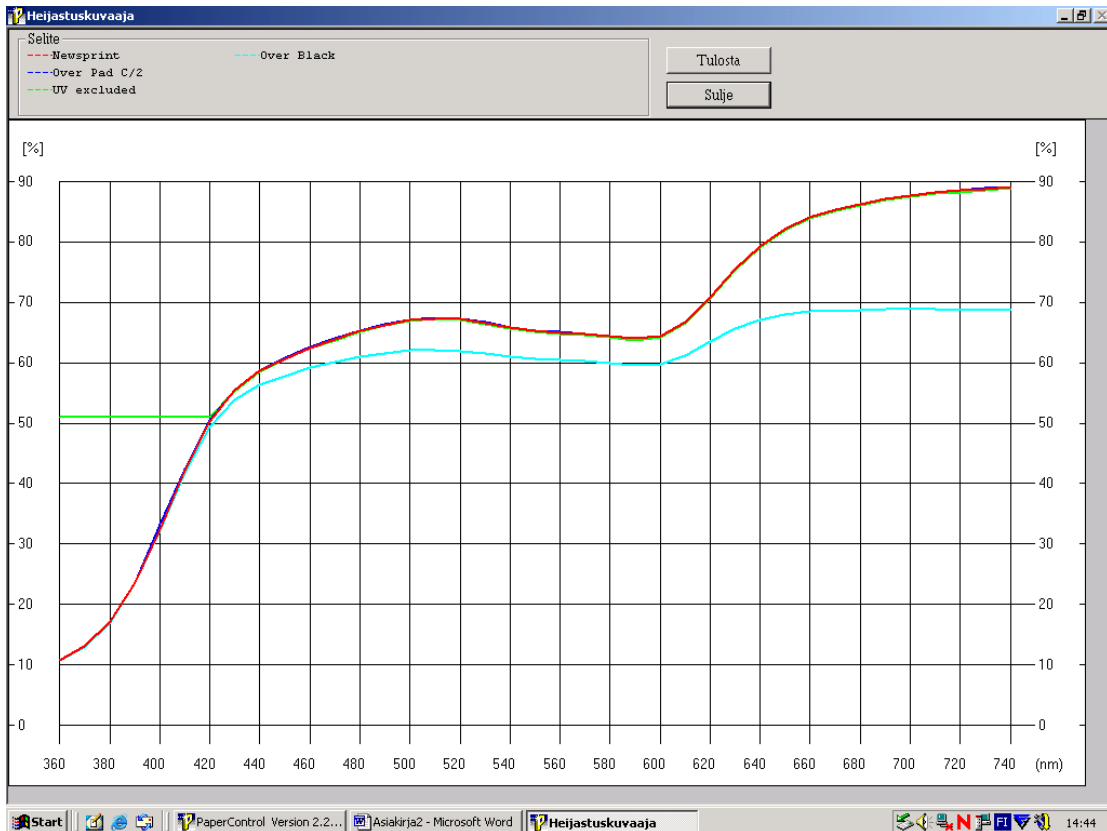
PAPERINÄYTE Stora Enso Anjala ExoPress 80 55 g/m²

Suure	Yksikkö	1	2	3	4	5	6	x
Paksuus	µm	80,00	80,00	80,00	80,00	80,00	80,00	80,00
Paino	g	3,40	3,40	3,40	3,40	3,40	3,40	3,40
Neliömassa	g/m ²	55,00	55,00	55,00	55,00	55,00	55,00	55,00
Tiheys	kg/m ³	68,75	68,75	68,75	68,75	68,75	68,75	68,75
Bulkki	cm ³ /g	1,45	1,45	1,45	1,45	1,45	1,45	1,45
Tuhka	%	7,44	7,92					7,68
Kosteus	%	11,66	9,52	9,56	8,79			9,88
Vetolujuus, md	kN/m	2,67	3,18	3,08	2,87	2,82	2,83	2,91
Vetoindeksi, md	Nm/g	48,55	57,87	55,95	52,09	51,20	51,51	52,86
Venymä, md	%	0,78	1,04	0,94	0,85	0,87	0,82	0,88
TEA, md	J/m ²	11,71	19,50	16,59	13,88	13,89	13,00	14,76
Vetolujuus, cd	kN/m	1,17	1,01	1,09	1,08	1,12	1,04	1,09
Vetoindeksi, cd	Nm/g	21,31	18,35	19,84	19,69	20,27	18,95	19,73
Venymä, cd	%	3,10	2,47	2,61	2,98	2,74	2,59	2,75
TEA, cd	J/m ²	24,52	15,58	18,01	20,98	19,90	17,37	19,39
Repäisylujuus, md	mN	136,00	130,00	141,00	141,00	139,00	132,00	136,50
Repäisyindeksi, md	mNm ² /g	2,47	2,36	2,56	2,56	2,53	2,40	2,48
Repäisylujuus, cd	mN	193,00	191,00	184,00	178,00	189,00	174,00	184,83
Repäisyindeksi, cd	mNm ² /g	3,51	3,47	3,35	3,24	3,44	3,16	3,36
Karheus	ml/min	148,00	157,00	140,00	176,00	137,00	176,00	155,67
Ilmanläpäisevyys	ml/min	149,00	200,00	203,00	144,00	191,00	166,00	175,50
Kiilto		8,30	7,60	8,10	8,80	8,30	8,40	8,25
Sileys µm	0,5 Mpa	5,33	5,42	5,23	5,49	5,51	5,15	5,36
	1 Mpa	3,76	4,02	4,14	4,48	4,19	4,15	4,12
	2 Mpa	3,19	3,54	3,38	3,19	3,30	3,27	3,31
Vaaleus	%	90,19						90,19
Opasiteetti	%	93,58						93,58
Sirontakerroin		65,10						65,10
Absorptiokerroin		2,39						2,39

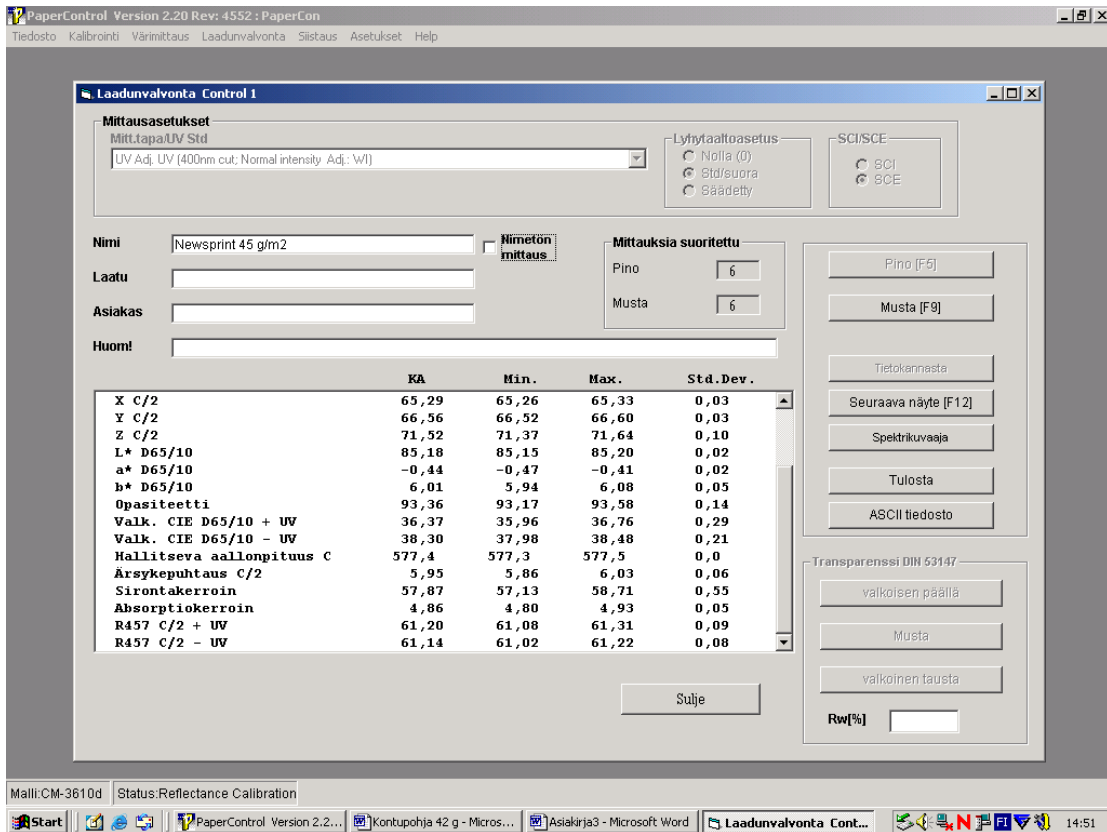
MITTAUSPÖYTÄKIRJA								
PAPERINÄYTE Stora Enso Anjala ExoPress 80 60 g/m ²								
Suure	Yksikkö	1	2	3	4	5	6	x
Paksuus	µm	88,00	88,00	88,00	88,00	88,00	88,00	88,00
Paino	g	3,60	3,60	3,60	3,60	3,60	3,60	3,60
Neliömassa	g/m ²	60,00	60,00	60,00	60,00	60,00	60,00	60,00
Tiheys	kg/m ³	68,18	68,18	68,18	68,18	68,18	68,18	68,18
Bulkki	cm ³ /g	1,47	1,47	1,47	1,47	1,47	1,47	1,47
Tuhka	%	1,47	8,70					5,09
Kosteus	%	10,23	9,12	10,68	9,00			9,76
Vetolujuus, md	kN/m	2,78	2,85	2,97	2,69	2,69	2,87	2,81
Vetoindeksi, md	Nm/g	46,27	47,48	49,52	44,77	44,90	47,88	46,80
Venymä, md	%	0,91	0,93	0,93	0,83	0,79	0,90	0,88
TEA, md	J/m ²	14,42	15,36	15,90	12,59	11,93	14,76	14,16
Vetolujuus, cd	kN/m	1,08	1,04	0,98	1,07	1,06	1,08	1,05
Vetoindeksi, cd	Nm/g	18,05	17,37	16,42	17,77	17,63	18,05	17,55
Venymä, cd	%	2,99	2,62	2,21	2,65	2,40	2,87	2,62
TEA, cd	J/m ²	21,28	17,08	13,49	18,08	16,08	20,26	17,71
Repäisylujuus, md	mN	132,00	118,00	122,00	122,00	143,00	132,00	128,17
Repäisyindeksi, md	mNm ² /g	2,20	1,97	2,03	2,03	2,38	2,20	2,14
Repäisylujuus, cd	mN	172,00	187,00	168,00	170,00	187,00	170,00	175,67
Repäisyindeksi, cd	mNm ² /g	2,87	3,12	2,80	2,83	3,12	2,83	2,93
Karheus	ml/min	135,00	136,00	111,00	122,00	140,00	140,00	130,67
Ilmanläpäisevyys	ml/min	198,00	180,00	173,00	139,00	181,00	154,00	170,83
Kiilto		8,70	11,40	10,30	10,00	10,90	12,00	10,55
Sileys µm	0,5 Mpa	4,82	4,55	4,47	4,86	4,68	4,45	4,64
	1 Mpa	3,88	3,73	3,51	3,56	3,43	3,61	3,62
	2 Mpa	3,17	2,95	2,99	2,82	2,87	2,78	2,93
Vaaleus	%	90,40						90,40
Opasiteetti	%	95,18						95,18
Sirontakerroin		68,94						68,94
Absorptiokerroin		2,41						2,41



Kontupohjan 42 g/m² optiset ominaisuudet mitattuna Minoltan spektrofotometrillä 12.1.2009.



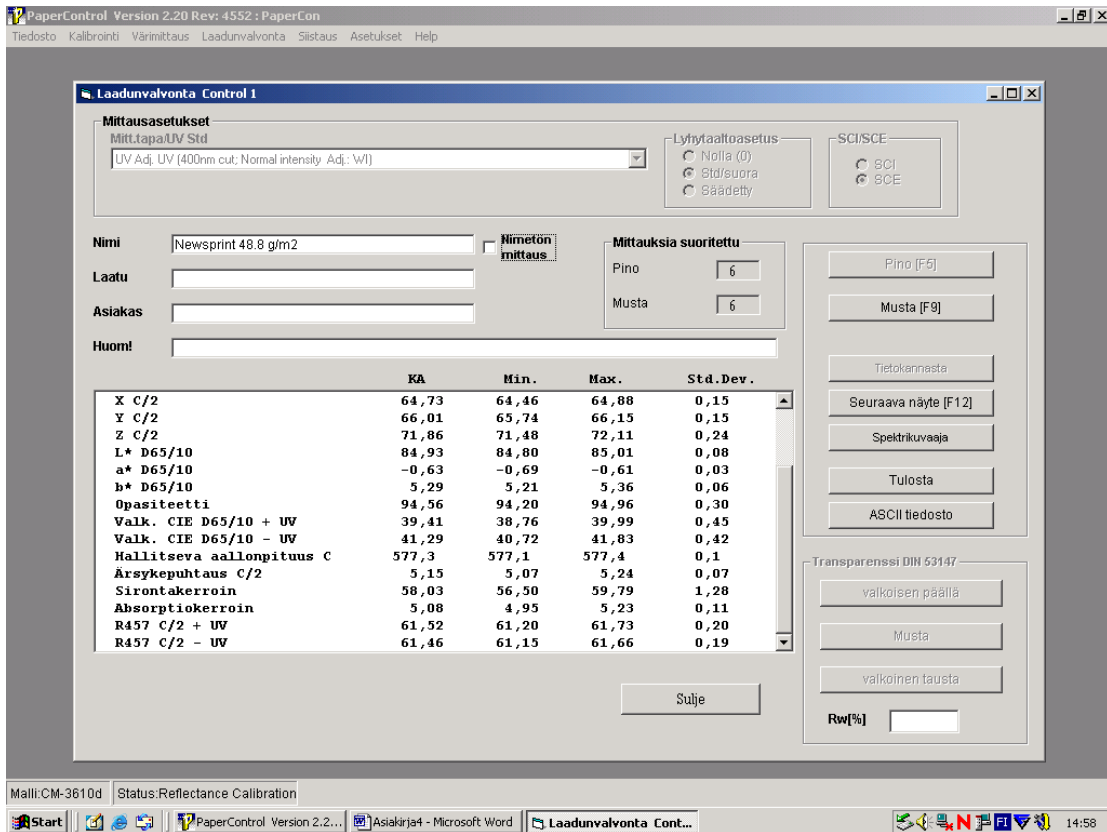
Kontupohjan 42 g/m² värin intensiteettijakauma mitattuna aallonpituusalueella 420–470 nm Minoltan spektrofotometrillä 12.1.2009.



Kontupohjan 45 g/m² optiset ominaisuudet mitattuna Minolta spektrofotometrillä 12.1.2009.



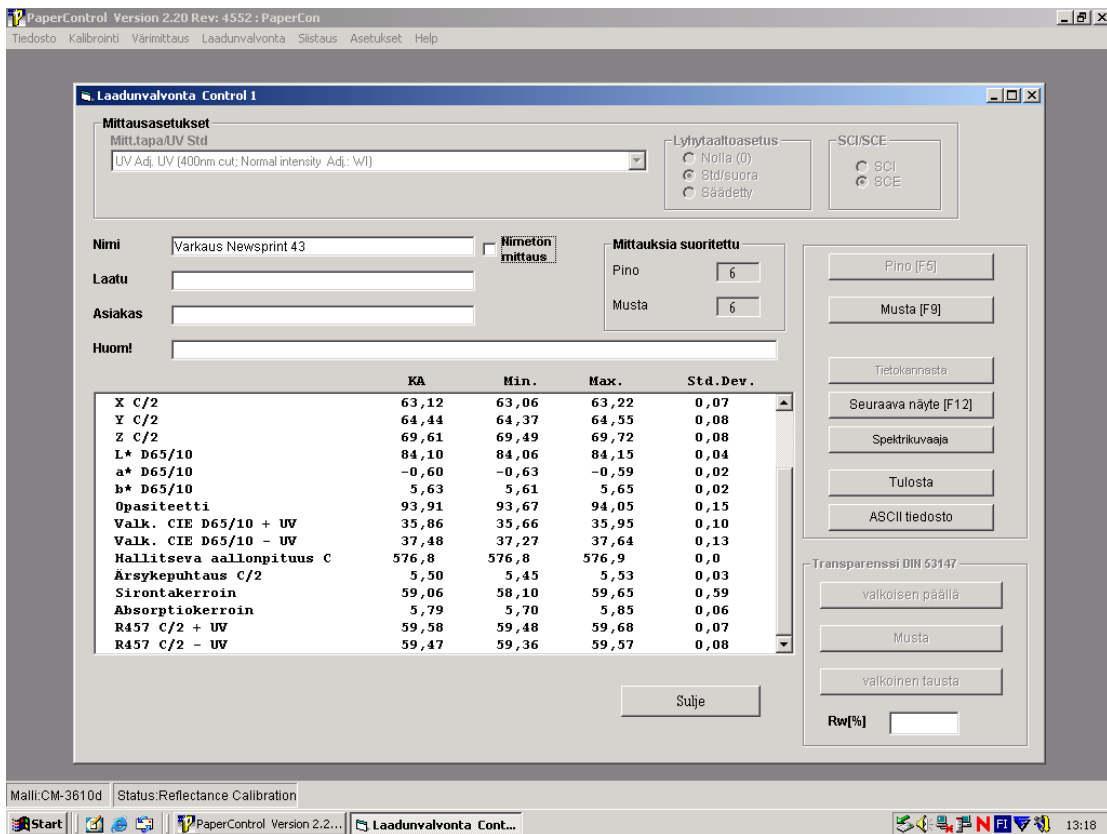
Kontupohjan 45 g/m² värin intensiteettijakauma mitattuna aallonpituusalueella 420–470 nm Minolta spektrofotometrillä 12.1.2009.



Kontupohjan 48,8 g/m² optiset ominaisuudet mitattuna Minolta spektrofotometrillä 12.1.2009.



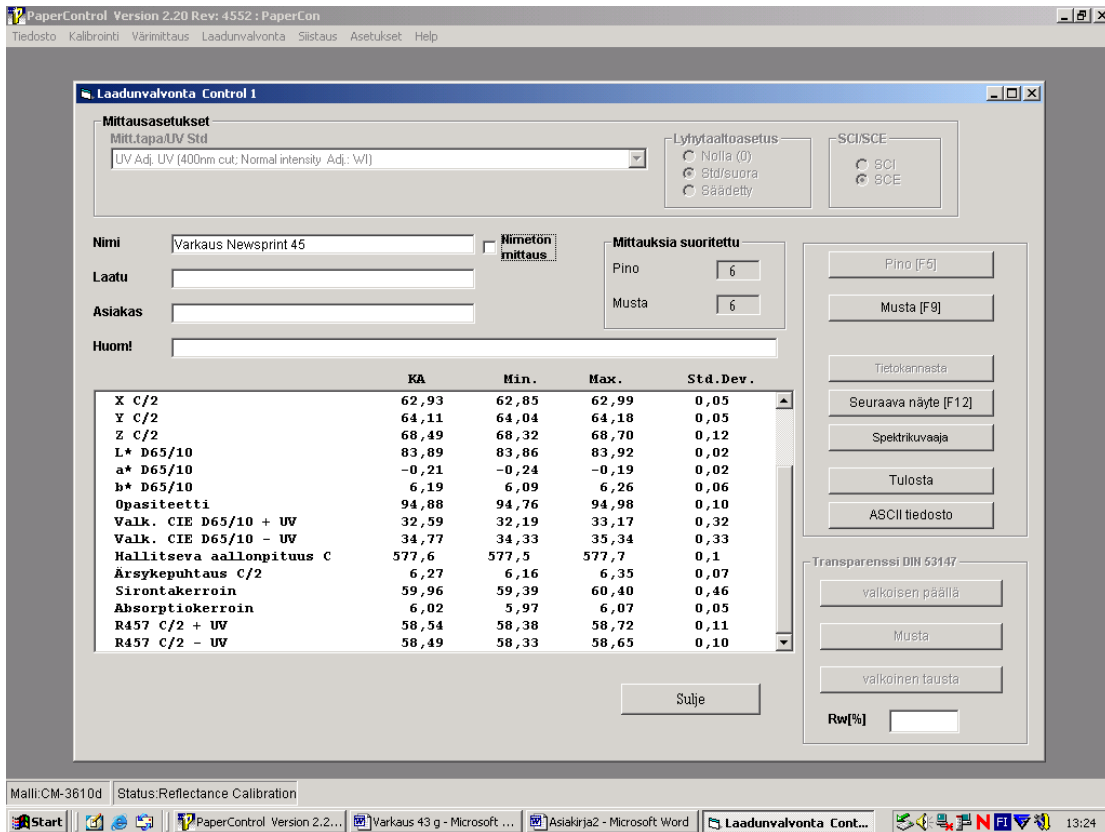
Kontupohjan 48,8 g/m² värin intensiteettijakauma mitattuna aallonpituusalueella 420–470 nm Minolta spektrofotometrillä 12.1.2009.



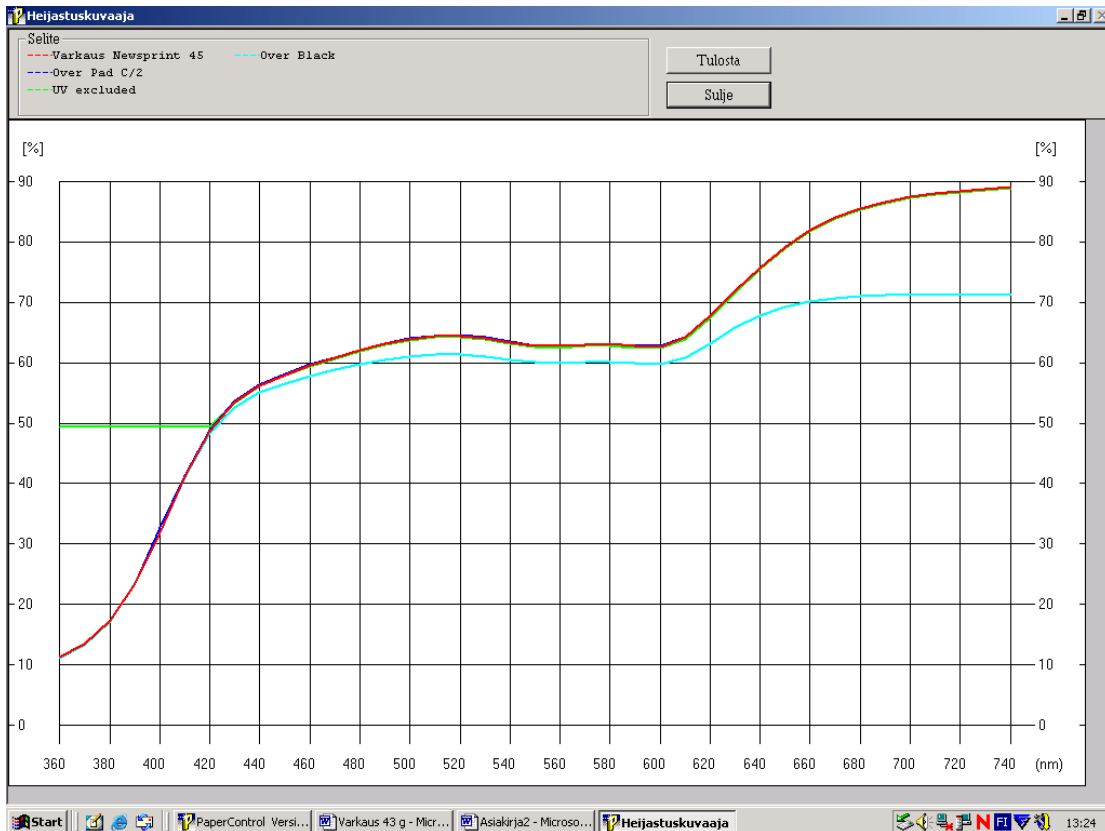
Stora Enso Varkaus NewsPress 43 g/m² optiset ominaisuudet mitattuna Minoltan spektrofotometrillä 26.1.2009.



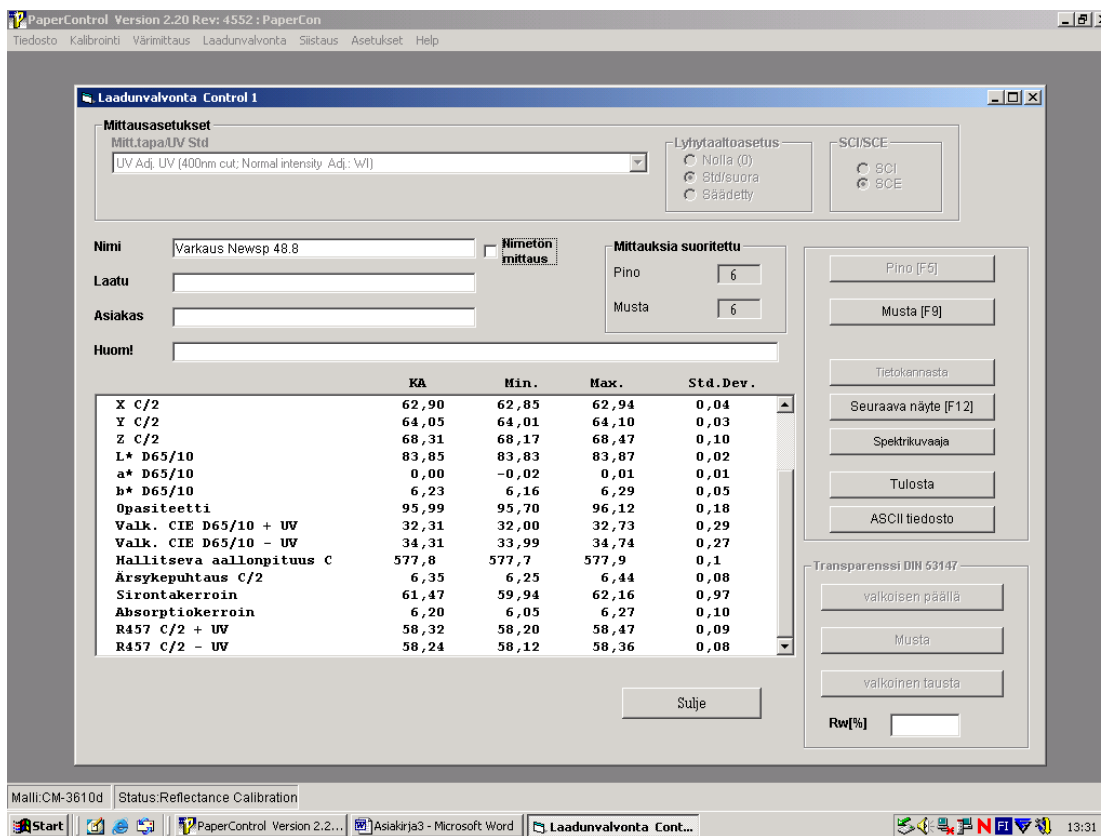
Stora Enso Varkaus NewsPress 43 g/m² värin intensiteettijakauma mitattuna aallonpituusalueella 420–470 nm Minoltan spektrofotometrillä 26.1.2009.



Stora Enso Varkaus NewsPress 45 g/m² optiset ominaisuudet mitattuna Minoltan spektrofotometrillä 26.1.2009.



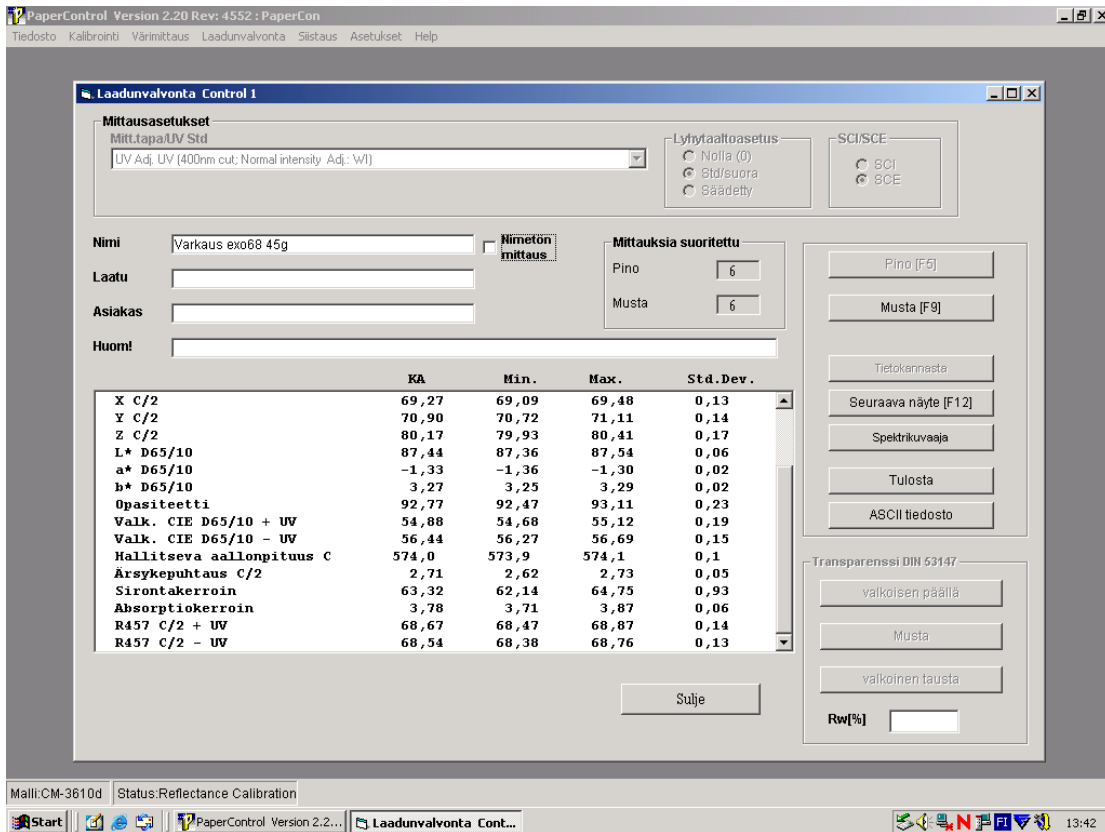
Stora Enso Varkaus NewsPress 45 g/m² värin intensiteettijakauma mitattuna aallonpituusalueella 420–470 nm Minoltan spektrofotometrillä 26.1.2009.



Stora Enso Varkaus NewsPress 48,8 g/m² optiset ominaisuudet mitattuna Minoltan spektrofotometrillä 26.1.2009.



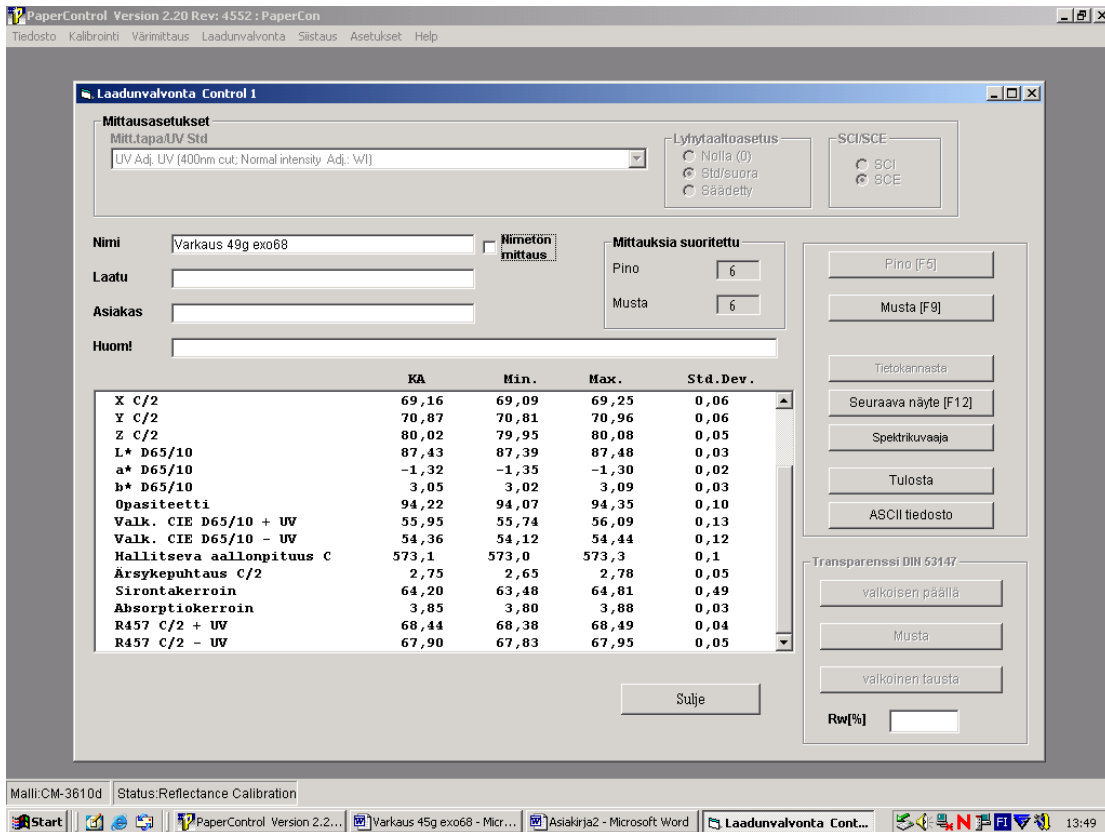
Stora Enso Varkaus NewsPress 48,8 g/m² värin intensiteettijakauma mitattuna aallonpituusalueella 420–470 nm Minoltan spektrofotometrillä 26.1.2009.



Stora Enso Varkaus ExoPress 68 45 g/m² optiset ominaisuudet mitattuna Minolta spektrofotometrillä 8.5.2009.



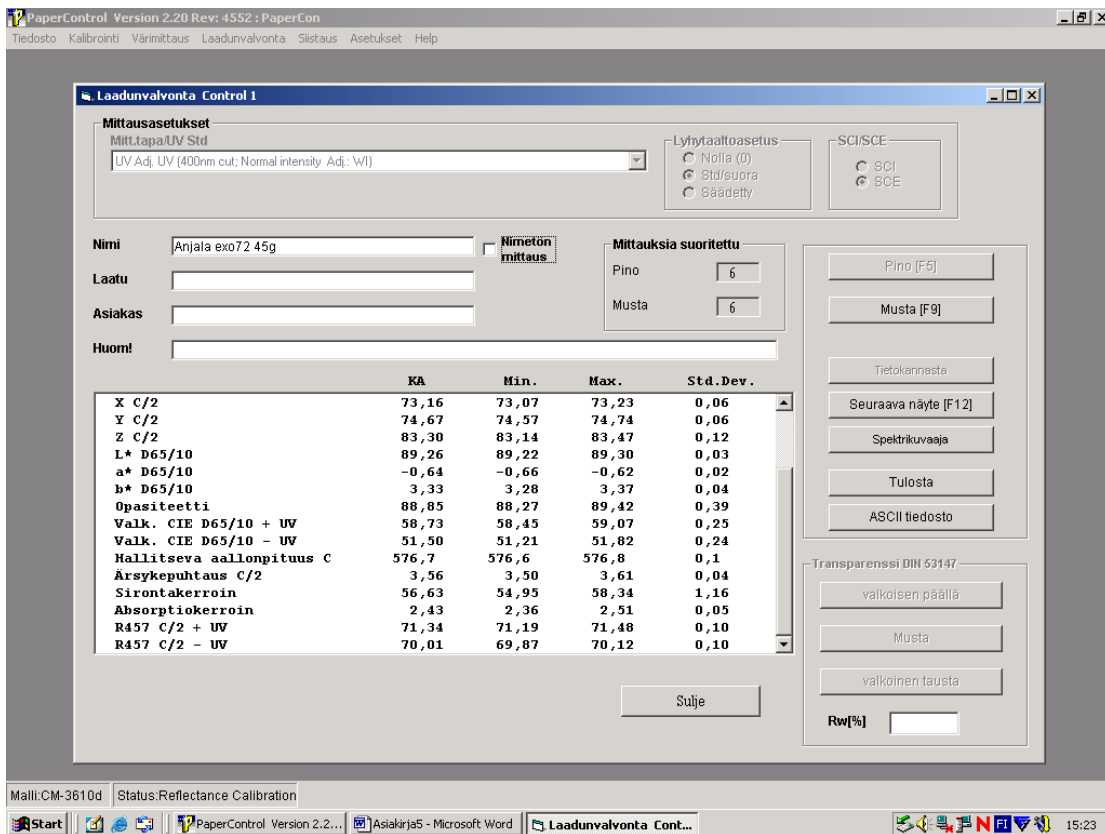
Stora Enso Varkaus ExoPress 68 45 g/m² värin intensiteettijakauma mitattuna aallonpituusalueella 420–470 nm Minolta spektrofotometrillä 8.5.2009.



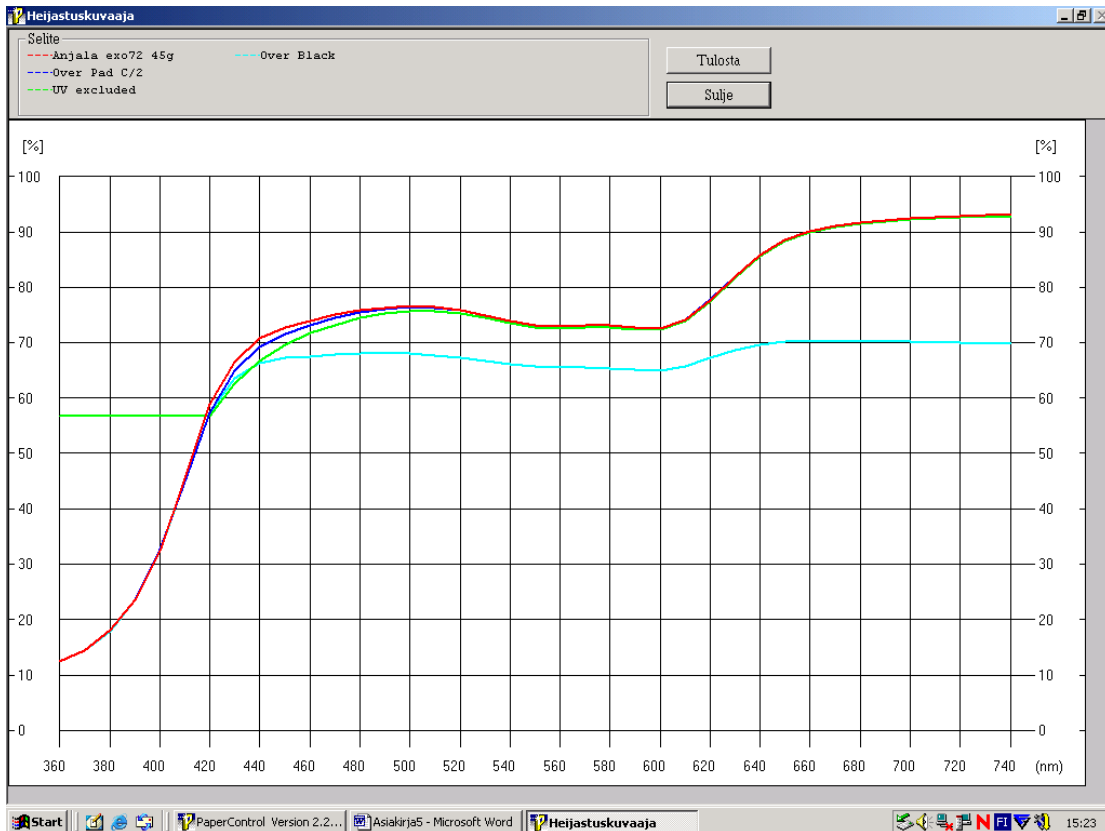
Stora Enso Varkaus ExoPress 68 48,8 g/m² optiset ominaisuudet mitattuna Minolta spektrofotometrillä 8.5.2009.



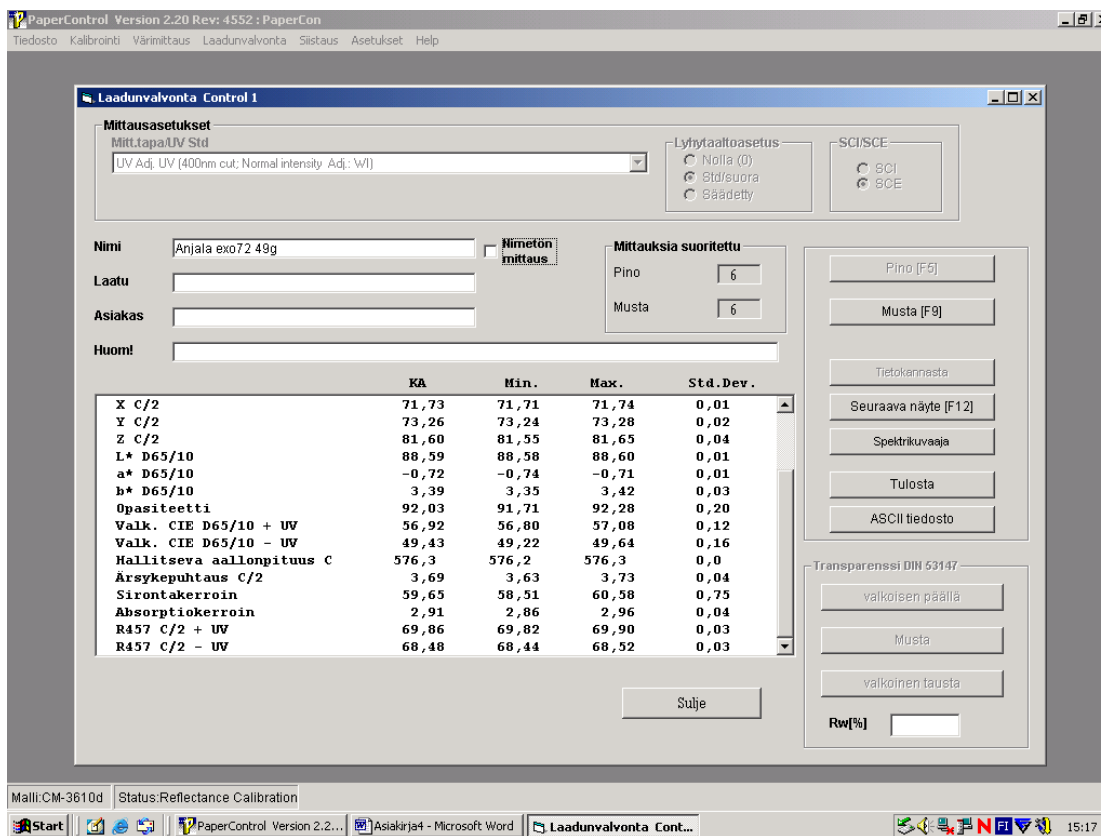
Stora Enso Varkaus ExoPress 68 48,8 g/m² värin intensiteettijakauma mitattuna aallonpituusalueella 420–470 nm Minolta spektrofotometrillä 8.5.2009.



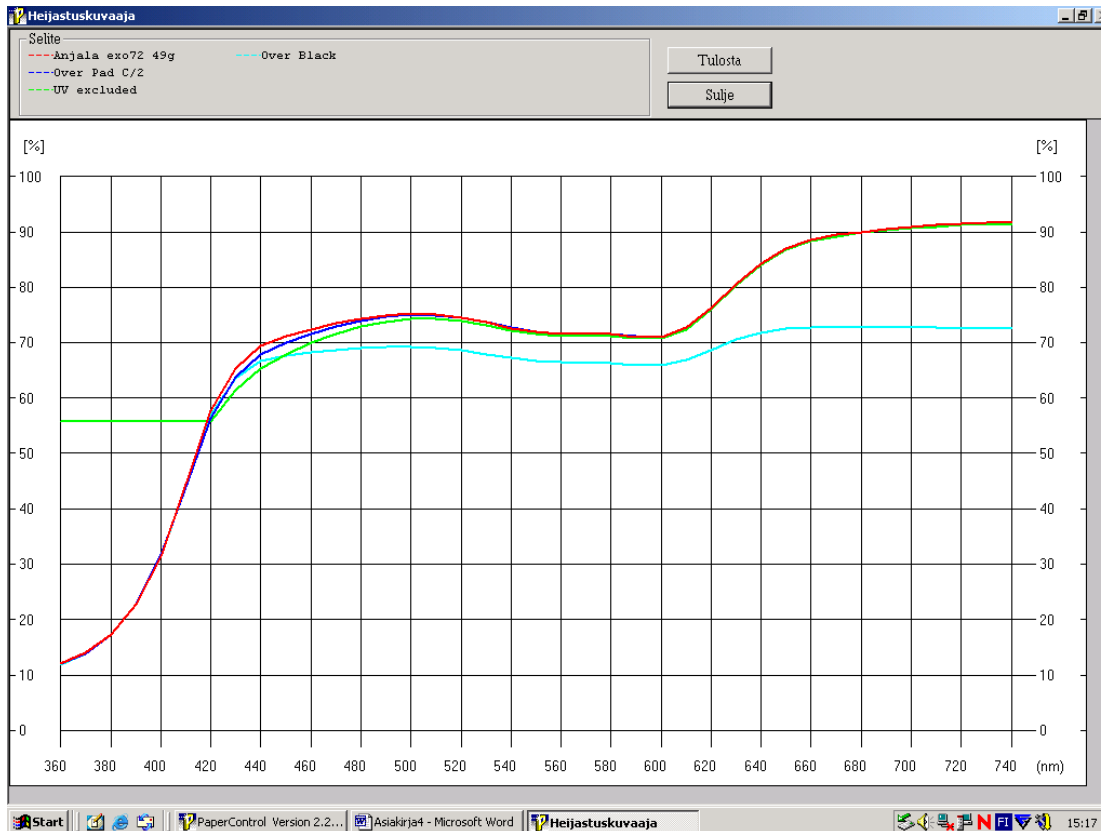
Stora Enso Anjala ExoPress 72 45 g/m² optiset ominaisuudet mitattuna Minoltan spektrofotometrillä 26.1.2009.



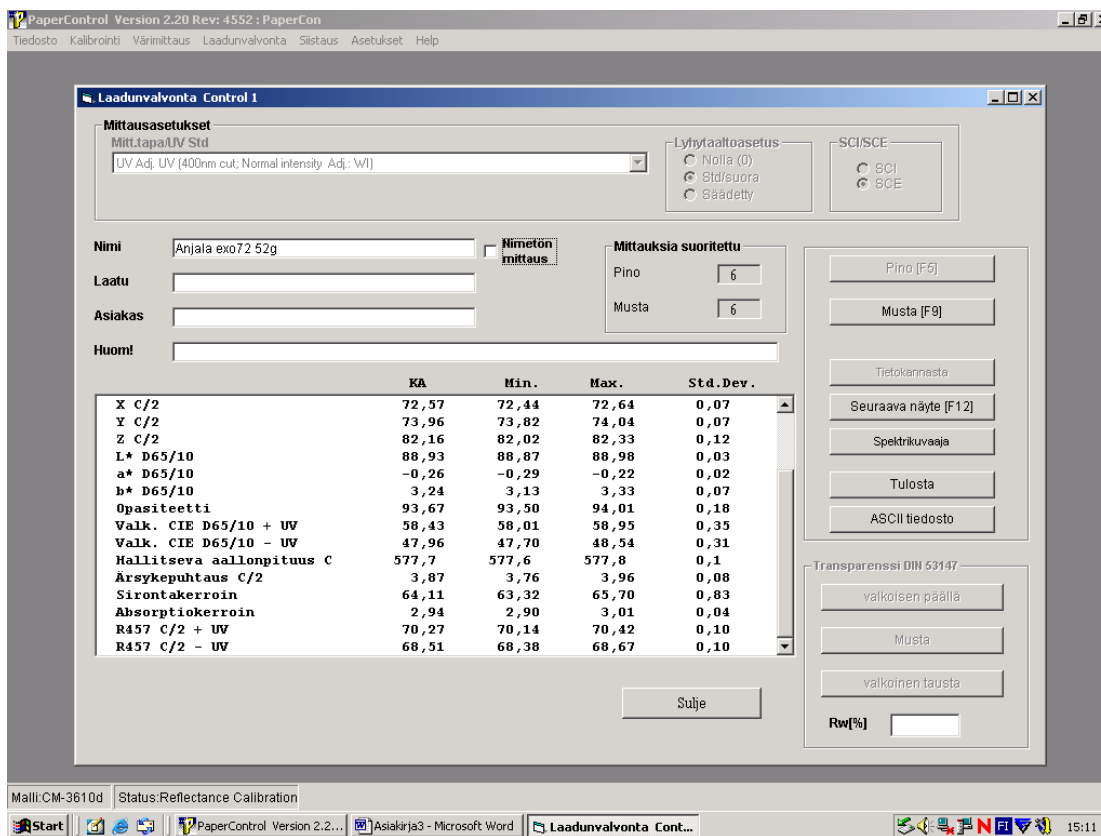
Stora Enso Anjala ExoPress 72 45 g/m² värin intensiteettijakauma mitattuna aallonpituusalueella 420–470 nm Minoltan spektrofotometrillä 26.1.2009.



Stora Enso Anjala ExoPress 72 49 g/m² optiset ominaisuudet mitattuna Minoltan spektrofotometrillä 26.1.2009.



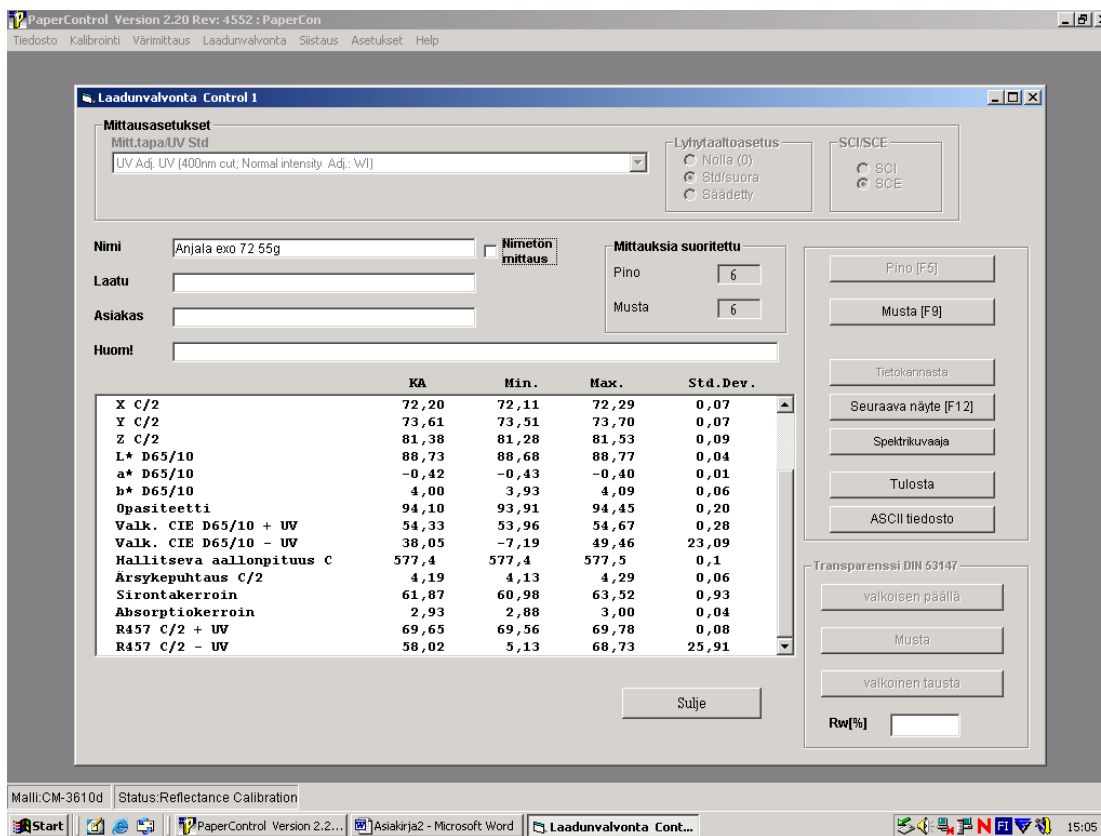
Stora Enso Anjala ExoPress 72 49 g/m² värin intensiteettijakauma mitattuna aallonpituusalueella 420–470 nm Minoltan spektrofotometrillä 26.1.2009.



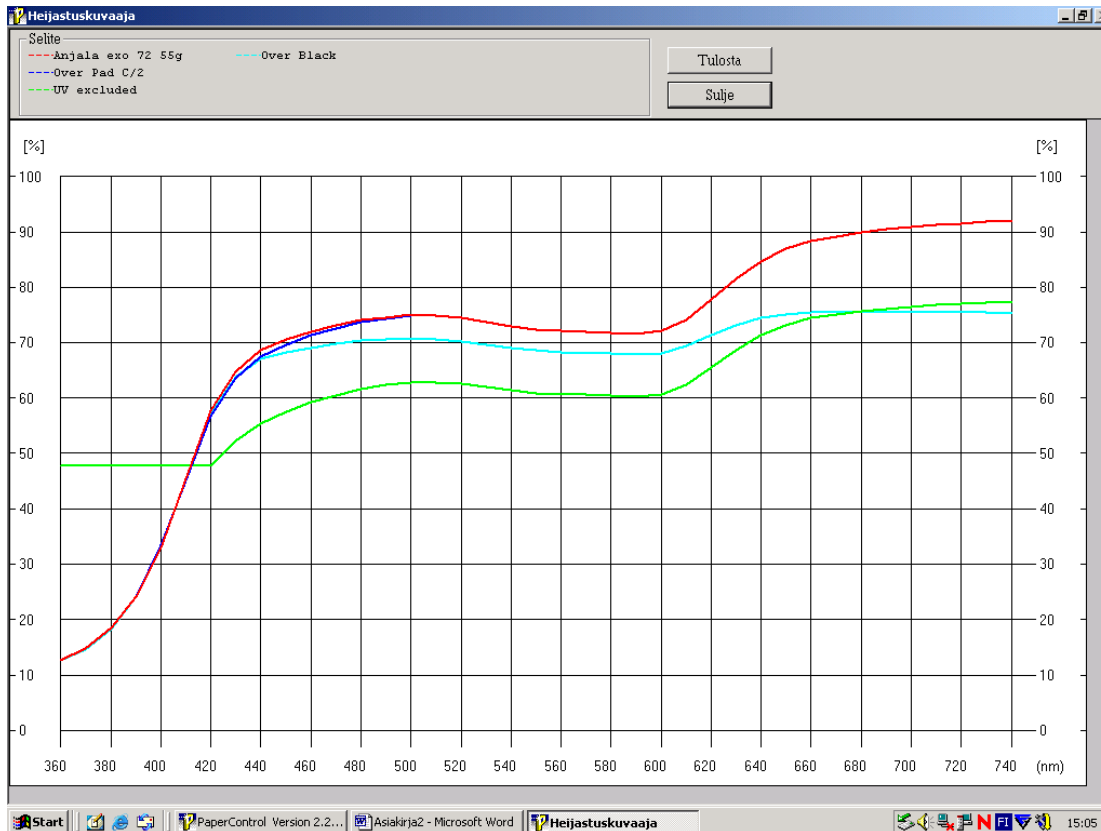
Stora Enso Anjala ExoPress 72 52 g/m² optiset ominaisuudet mitattuna Minoltan spektrofotometrillä 26.1.2009.



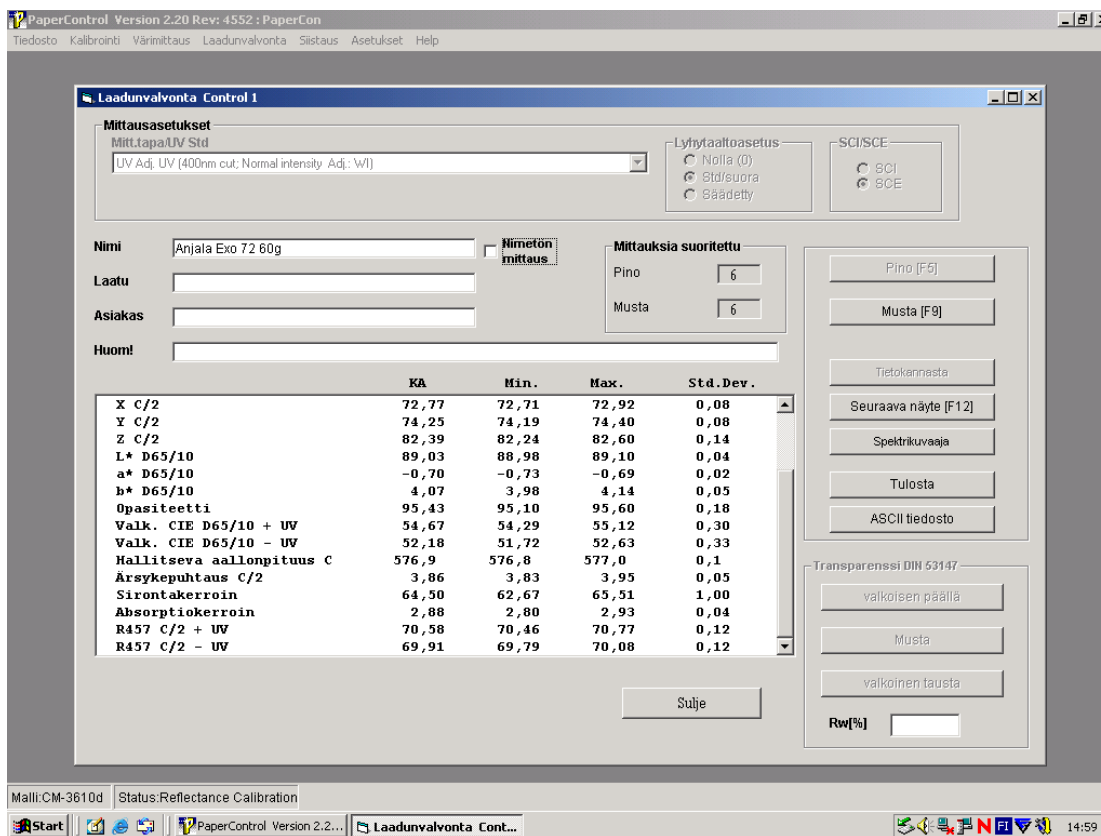
Stora Enso Anjala ExoPress 72 52 g/m² värin intensiteettijakauma mitattuna aallonpituusalueella 420–470 nm Minoltan spektrofotometrillä 26.1.2009.



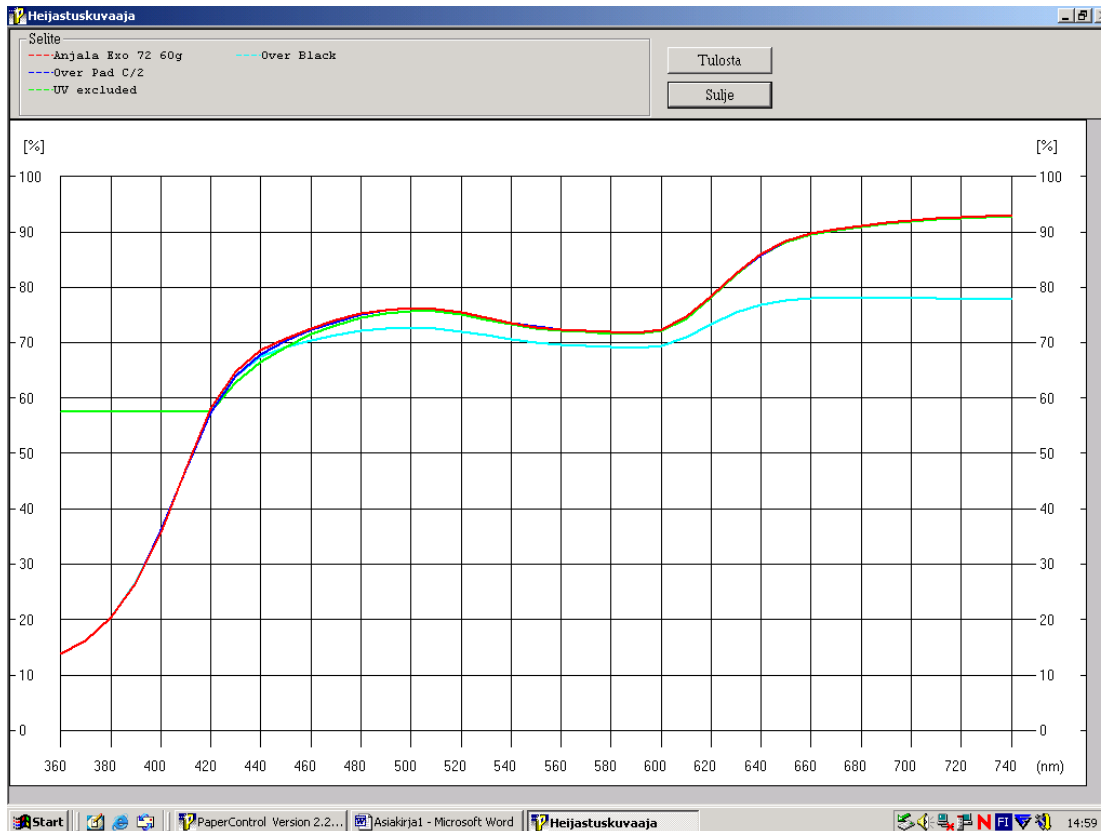
Stora Enso Anjala ExoPress 72 55 g/m² optiset ominaisuudet mitattuna Minoltan spektrofotometrillä 26.1.2009.



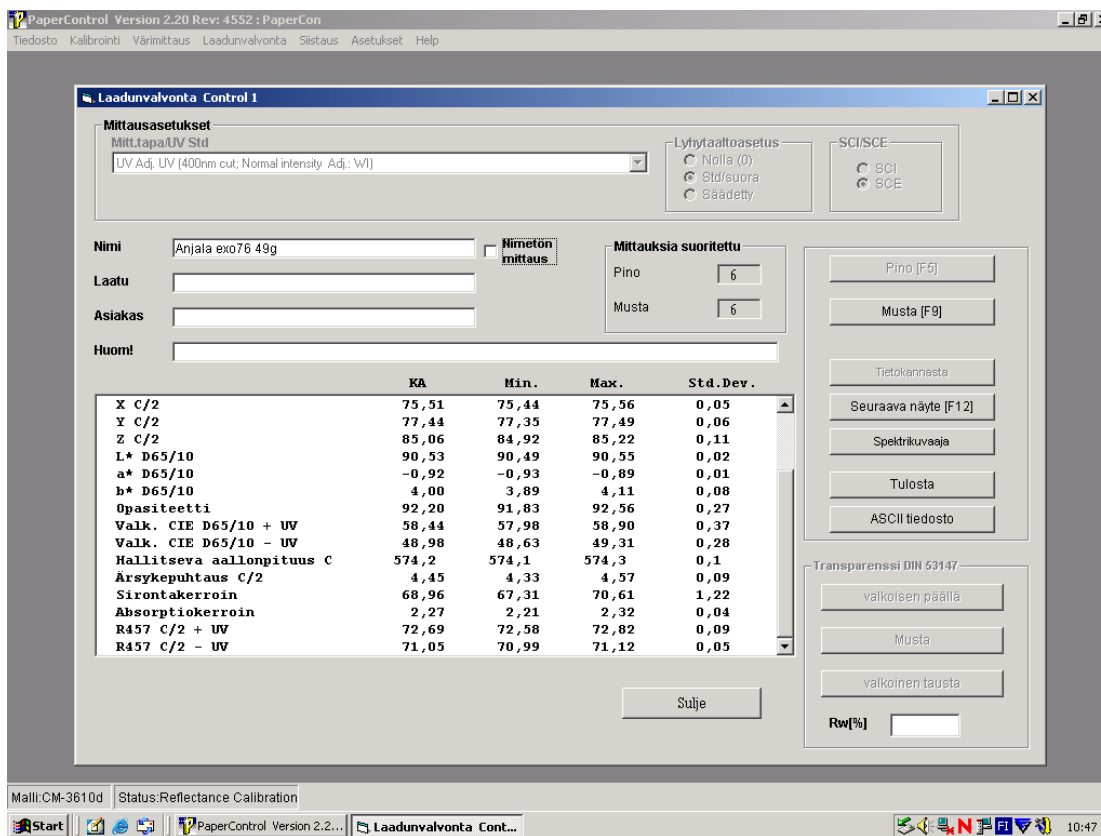
Stora Enso Anjala ExoPress 72 55 g/m² värin intensiteettijakauma mitattuna aallonpituusalueella 420–470 nm Minoltan spektrofotometrillä 26.1.2009.



Stora Enso Anjala ExoPress 72 60 g/m² optiset ominaisuudet mitattuna Minoltan spektrofotometrillä 26.1.2009.



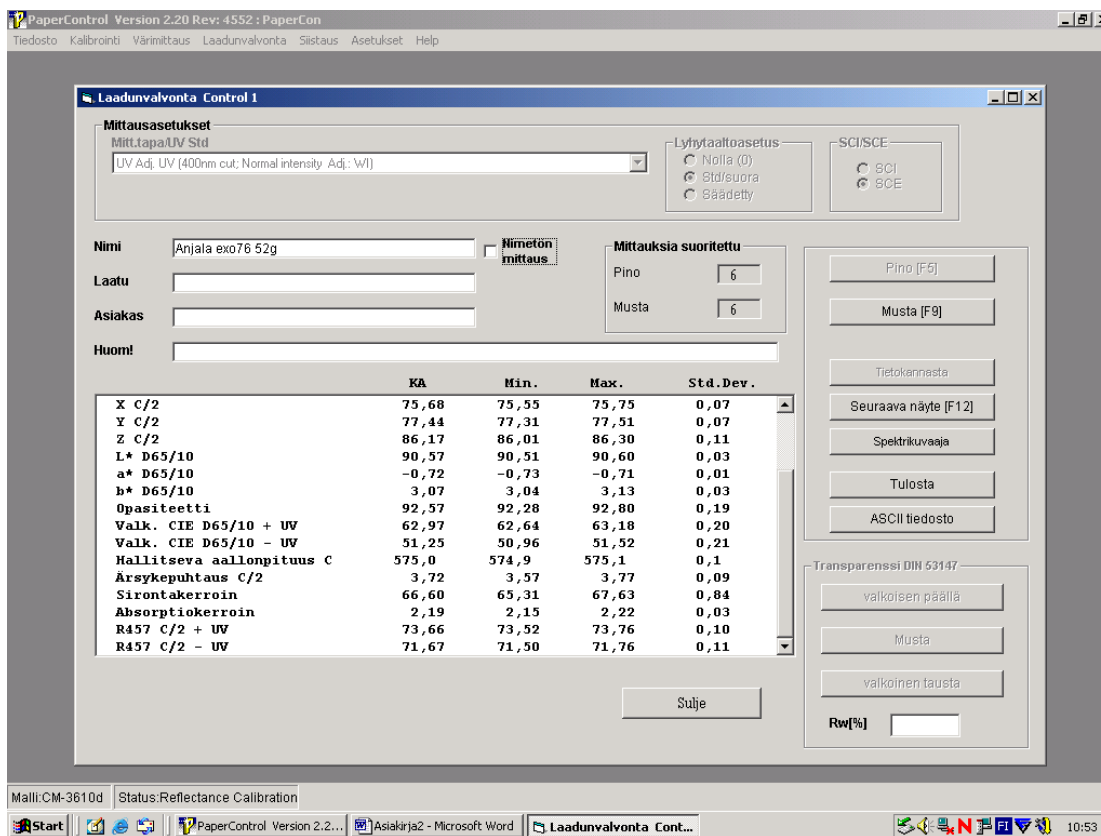
Stora Enso Anjala ExoPress 72 60 g/m² värin intensiteettijakauma mitattuna aallonpituusalueella 420–470 nm Minoltan spektrofotometrillä 26.1.2009.



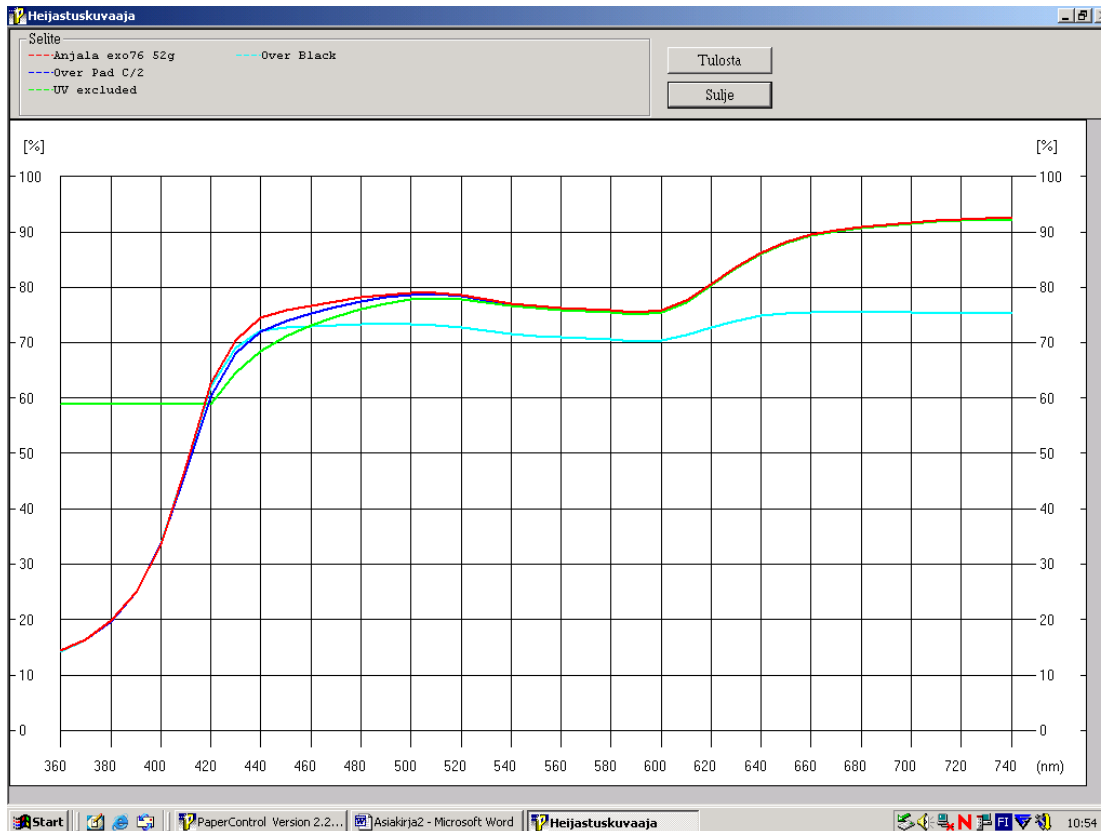
Stora Enso Anjala ExoPress 76 49 g/m² optiset ominaisuudet mitattuna Minoltan spektrofotometrillä 28.1.2009.



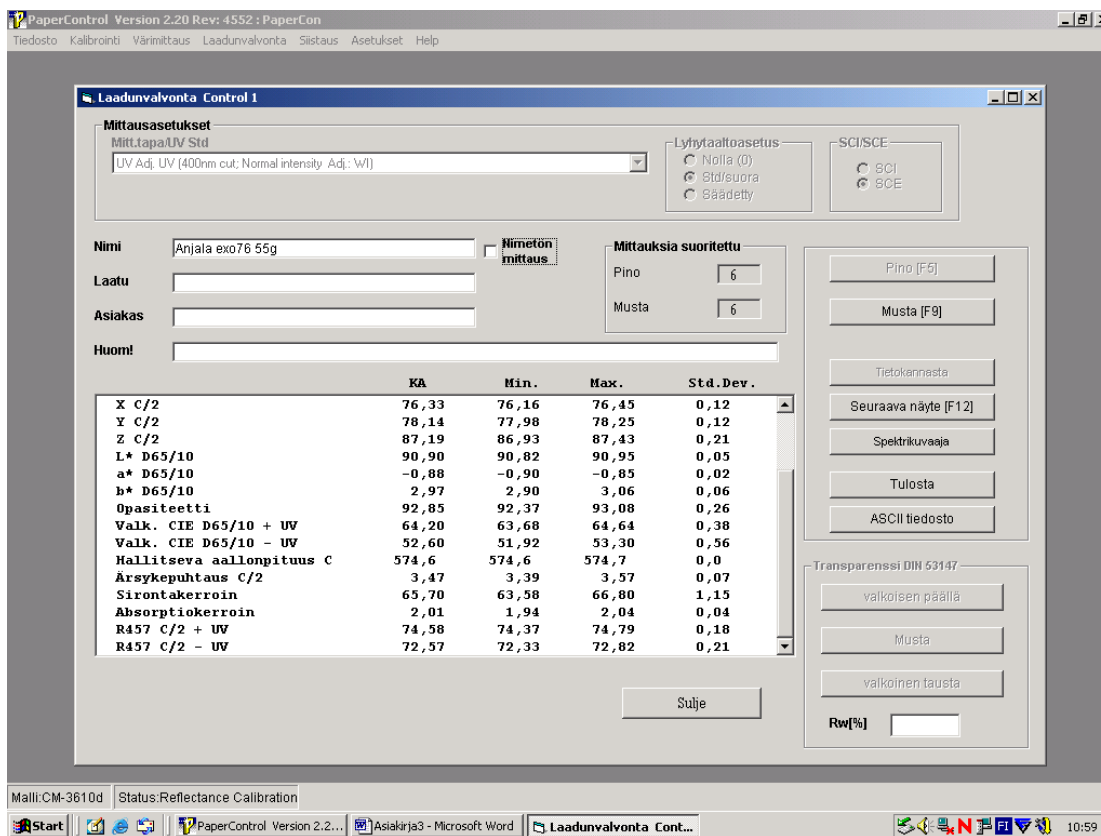
Stora Enso Anjala ExoPress 76 49 g/m² värin intensiteettijakauma mitattuna aallonpituusalueella 420–470 nm Minoltan spektrofotometrillä 28.1.2009.



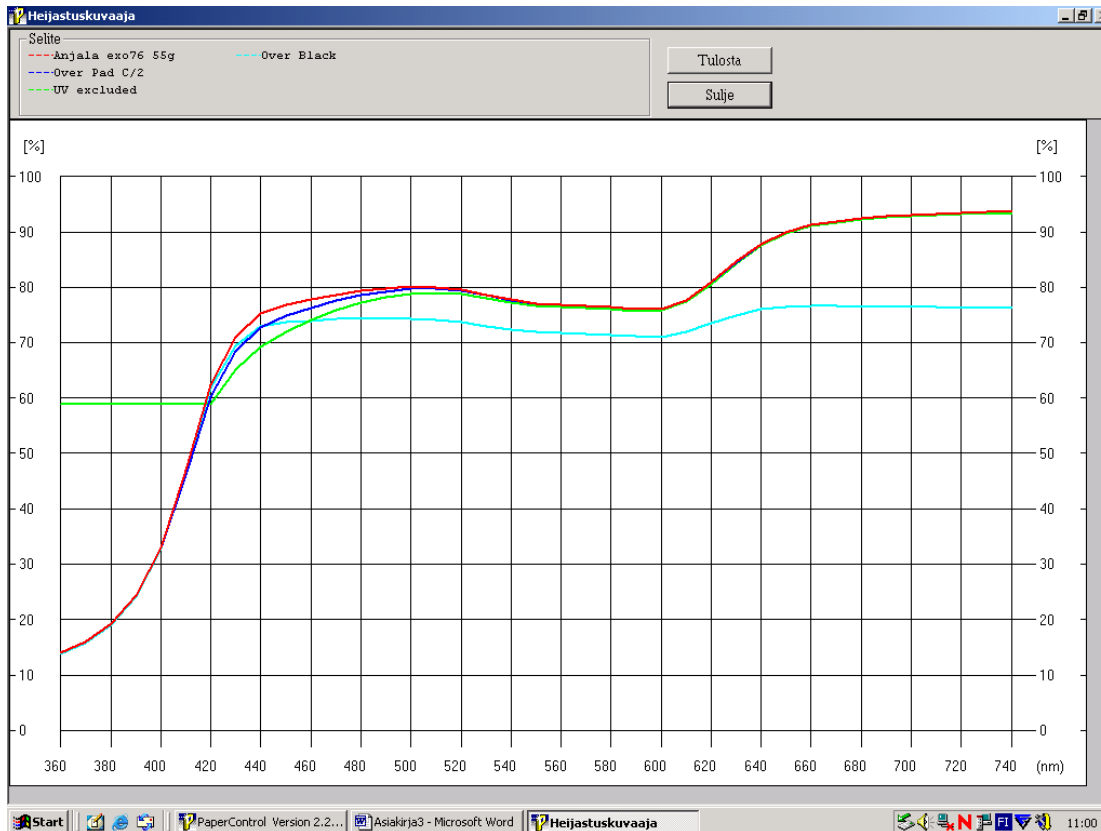
Stora Enso Anjala ExoPress 76 52 g/m² optiset ominaisuudet mitattuna Minoltan spektrofotometrillä 28.1.2009.



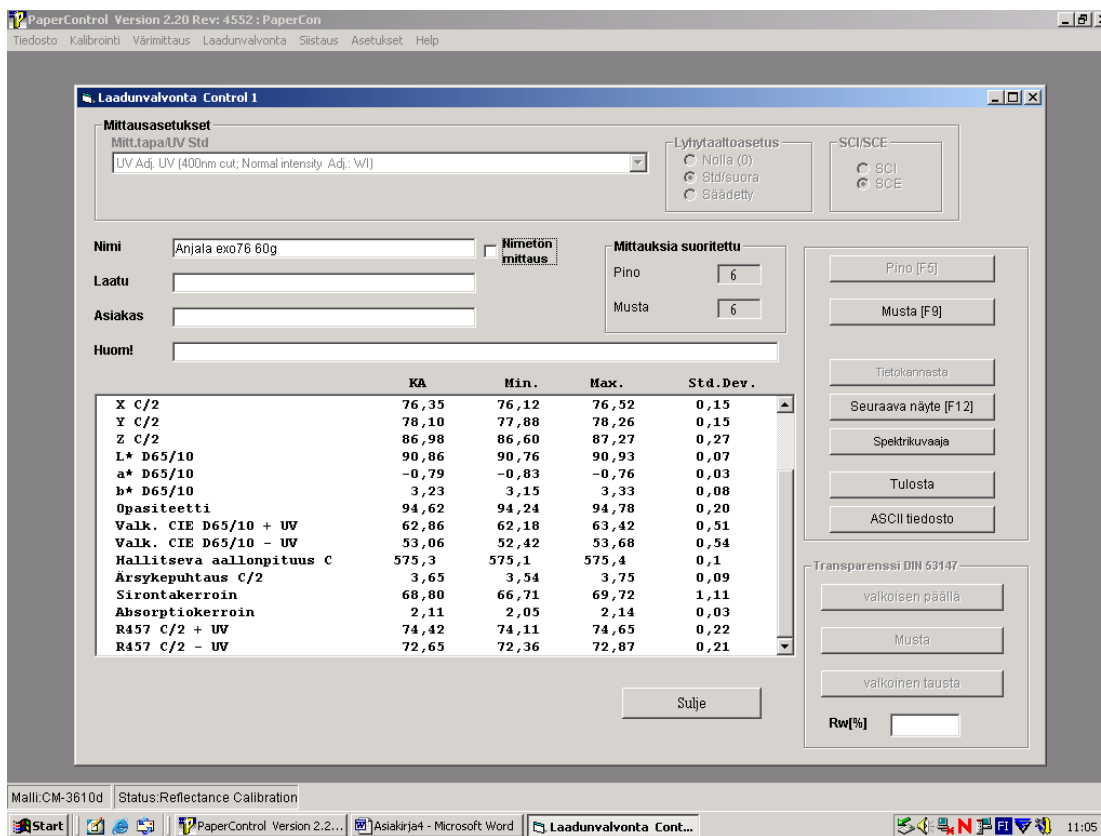
Stora Enso Anjala ExoPress 76 52 g/m² värin intensiteettijakauma mitattuna aallonpituusalueella 420–470 nm Minoltan spektrofotometrillä 28.1.2009.



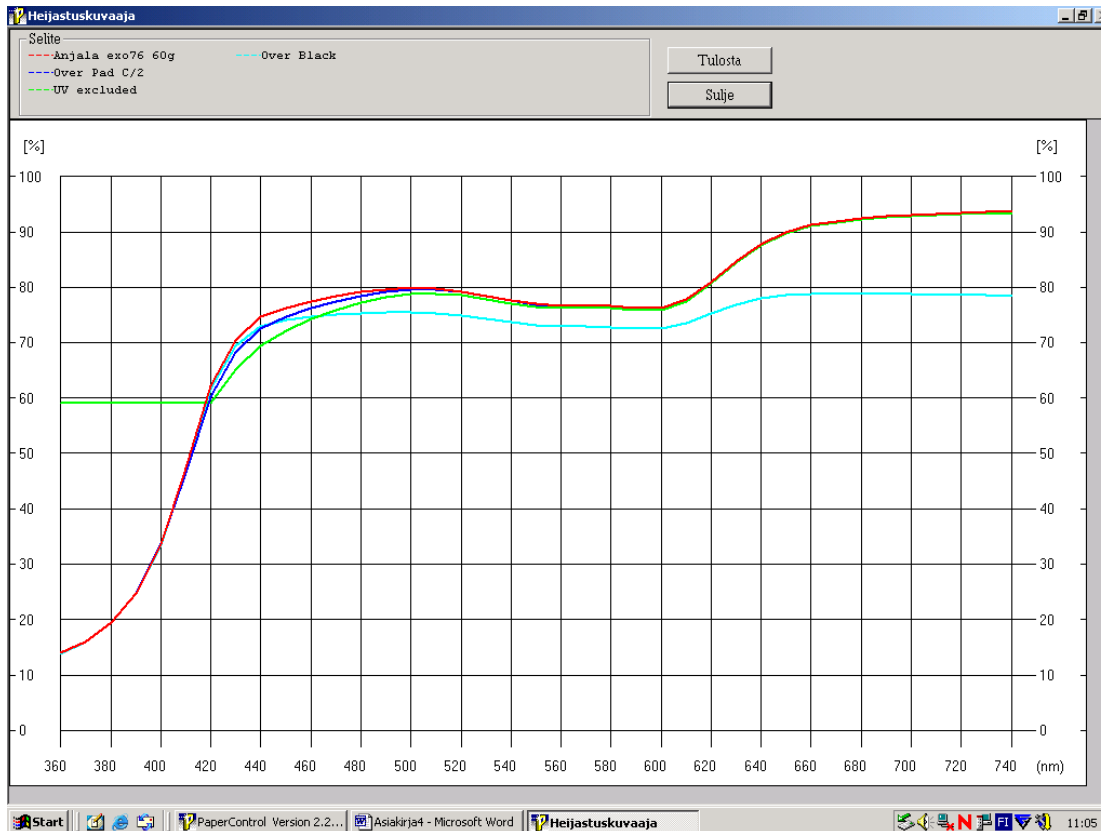
Stora Enso Anjala ExoPress 76 55 g/m² optiset ominaisuudet mitattuna Minoltan spektrofotometrillä 28.1.2009.



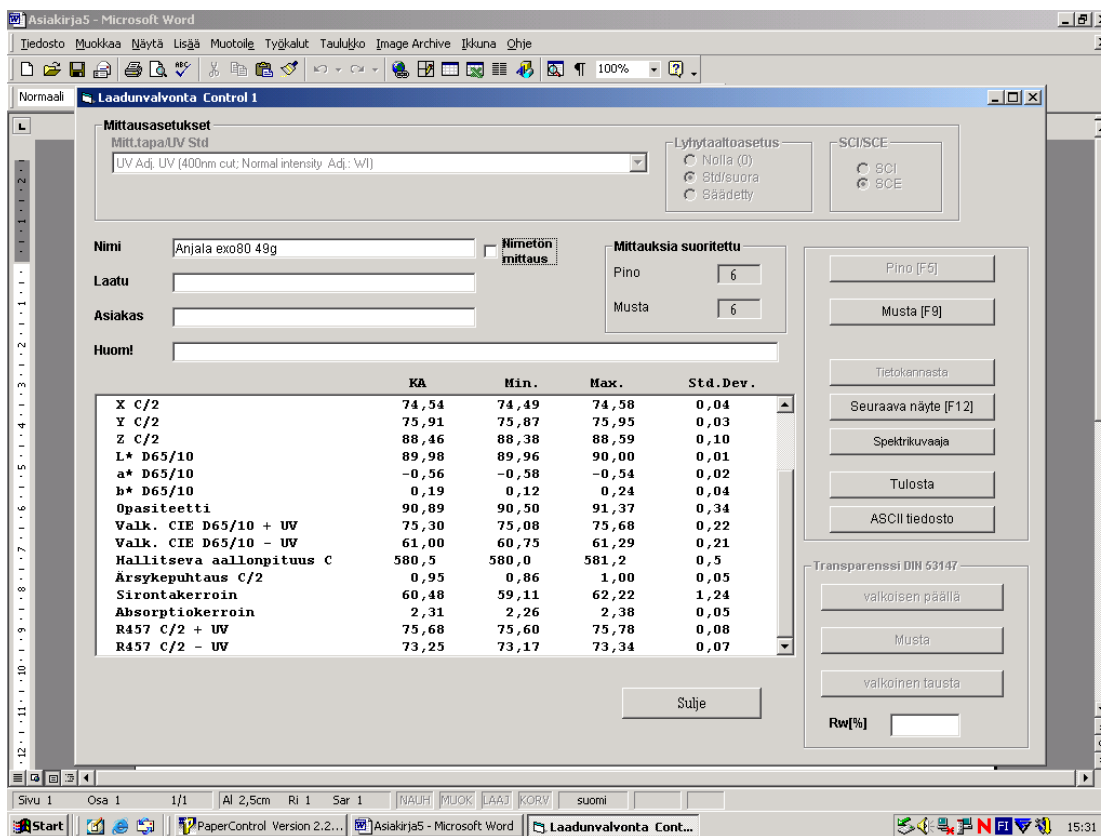
Stora Enso Anjala ExoPress 76 55 g/m² värin intensiteettijakauma mitattuna aallonpituusalueella 420–470 nm Minoltan spektrofotometrillä 28.1.2009.



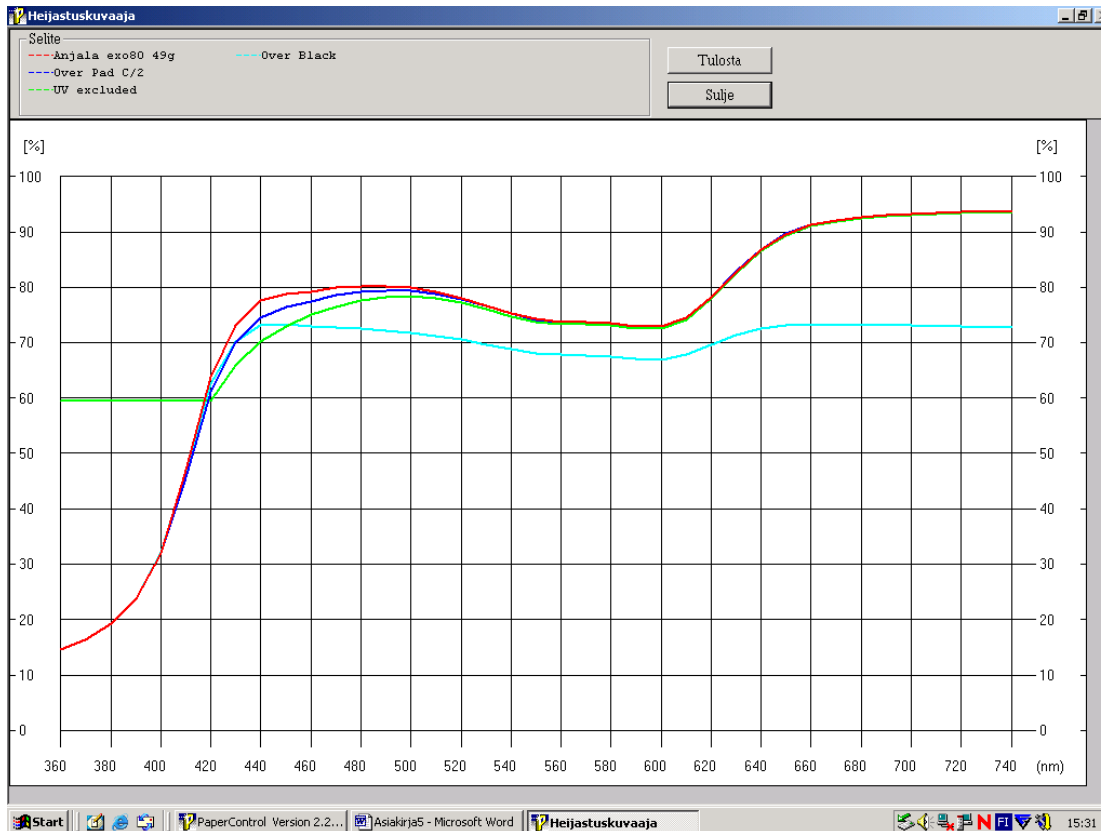
Stora Enso Anjala ExoPress 76 60 g/m² optiset ominaisuudet mitattuna Minoltan spektrofotometrillä 28.1.2009.



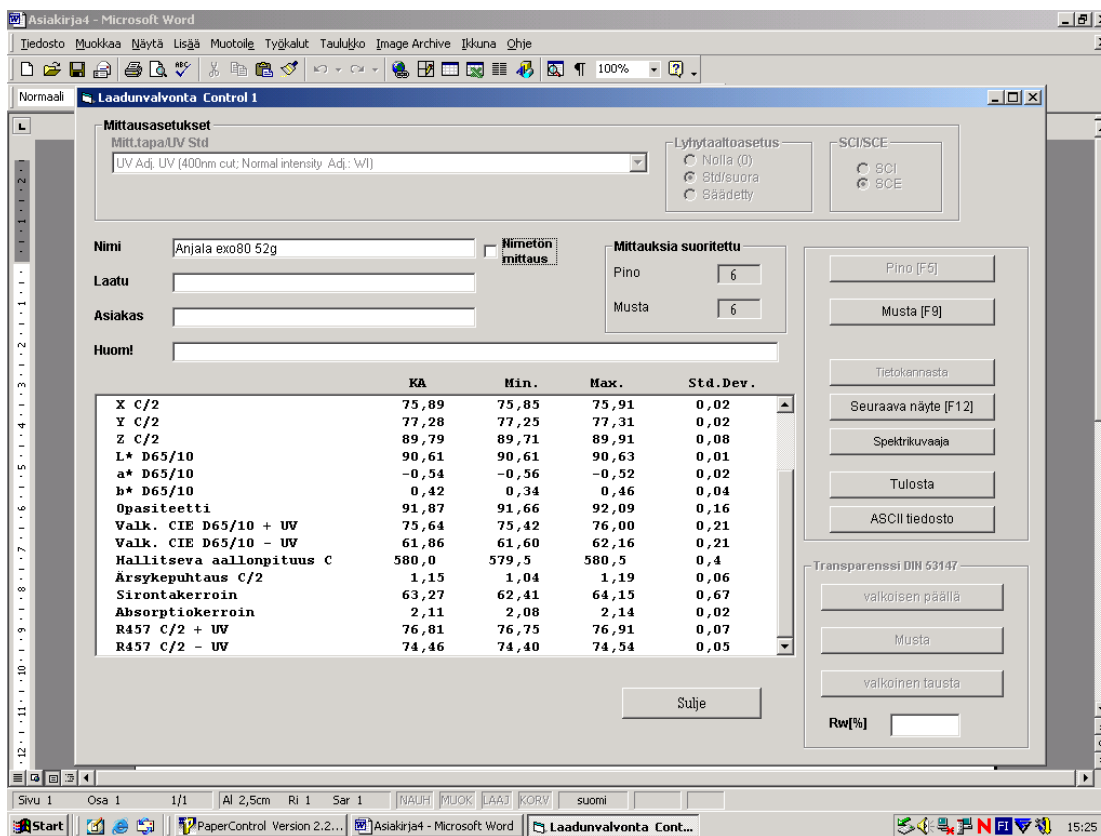
Stora Enso Anjala ExoPress 76 60 g/m² värin intensiteettijakauma mitattuna aallonpituusalueella 420–470 nm Minoltan spektrofotometrillä 28.1.2009.



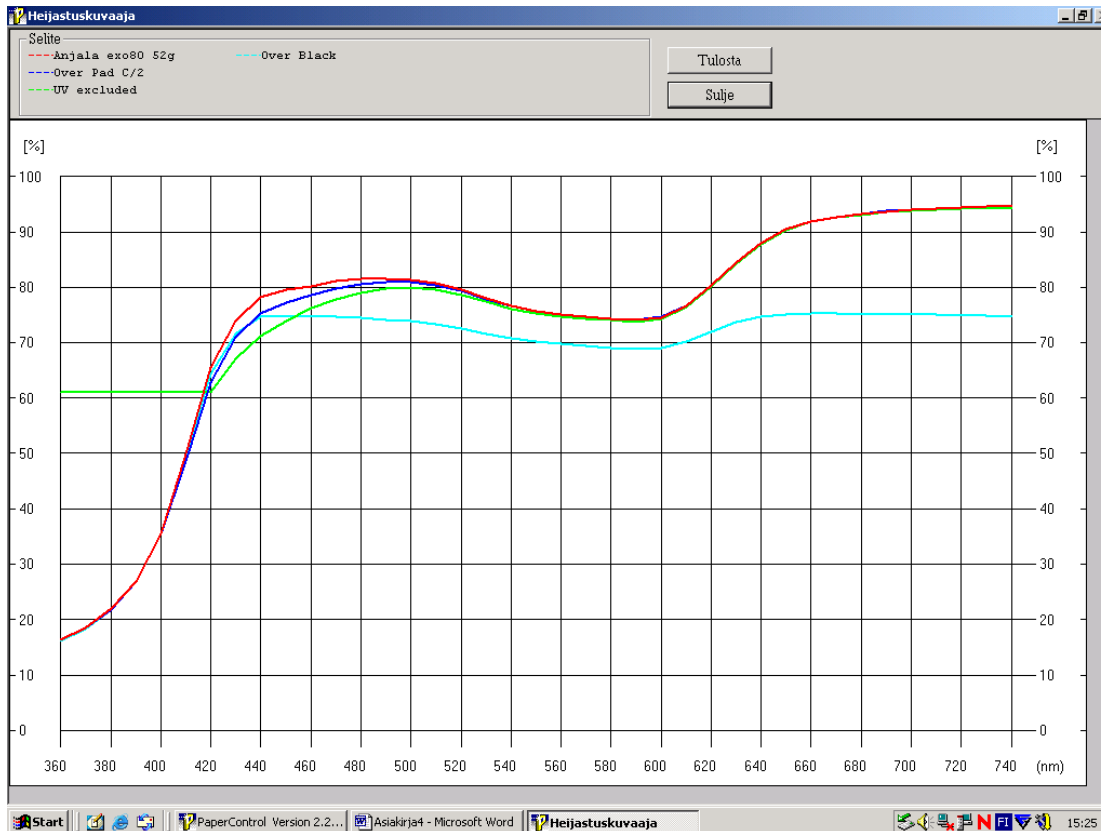
Stora Enso Anjala ExoPress 80 49 g/m² optiset ominaisuudet mitattuna Minoltan spektrofotometrillä 27.1.2009.



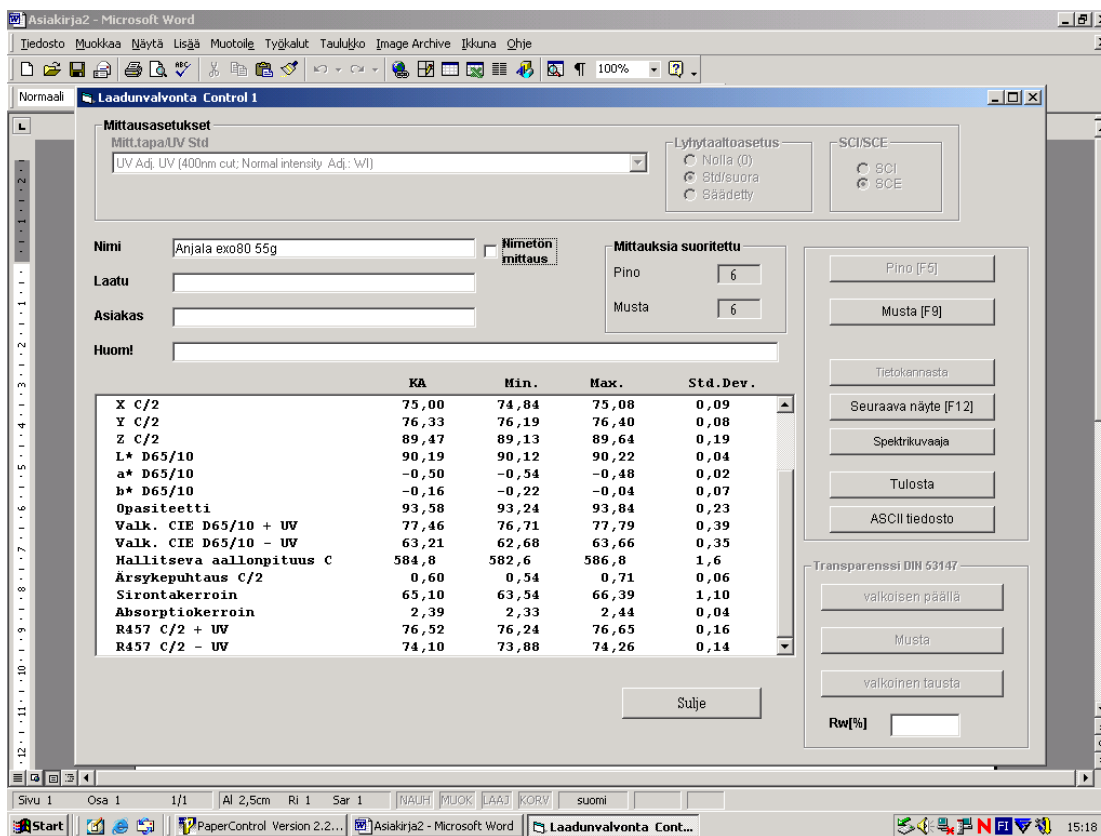
Stora Enso Anjala ExoPress 80 49 g/m² värin intensiteettijakauma mitattuna aallonpituusalueella 420–470 nm Minoltan spektrofotometrillä 27.1.2009.



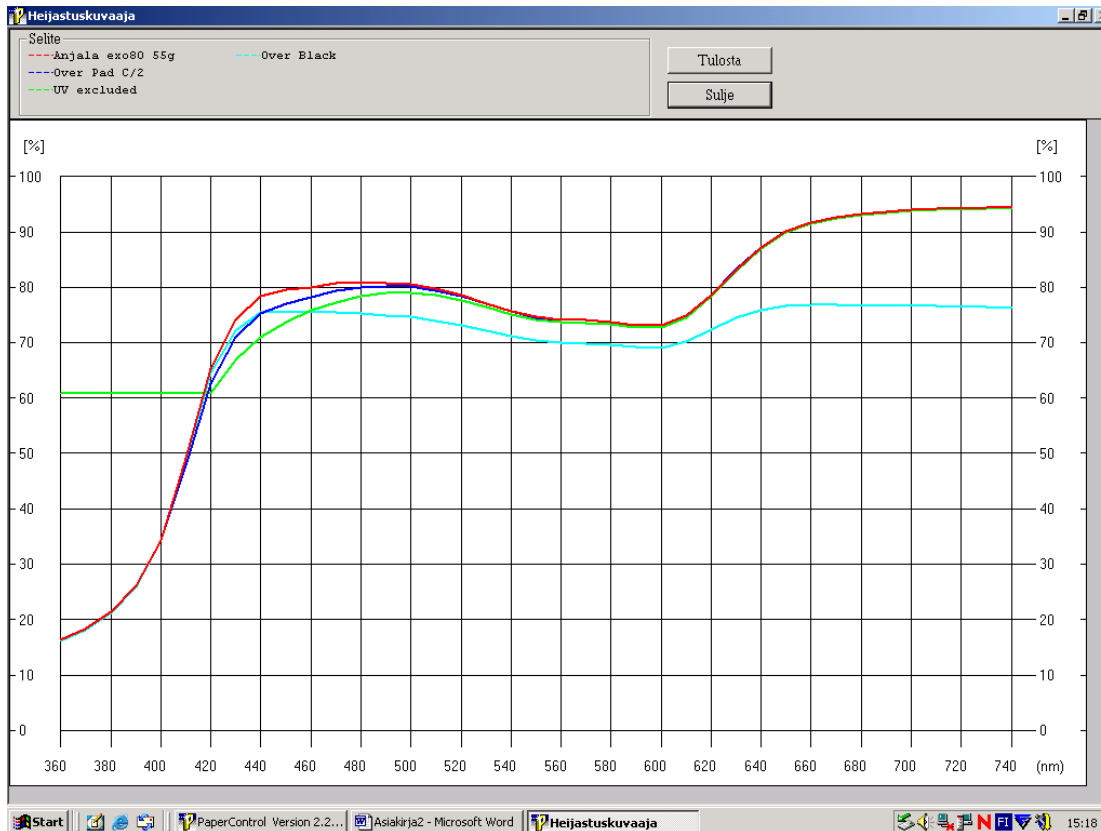
Stora Enso Anjala ExoPress 80 52 g/m² optiset ominaisuudet mitattuna Minoltan spektrofotometrillä 27.1.2009.



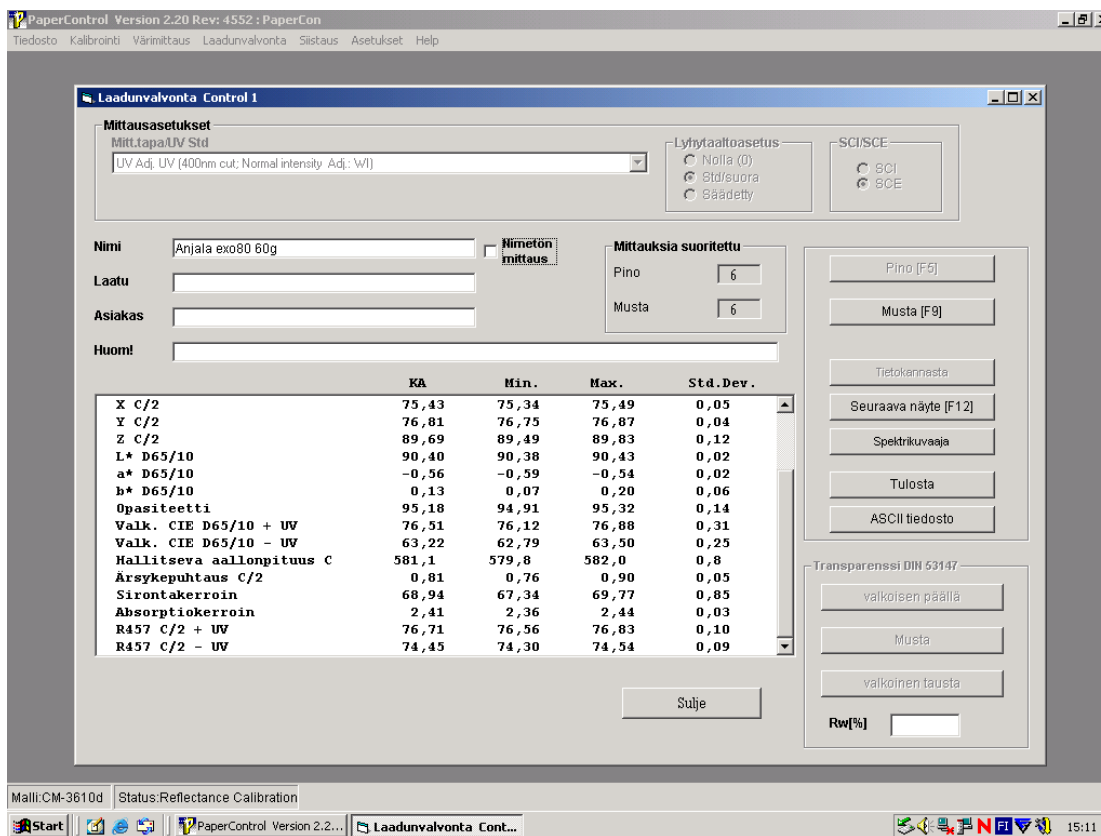
Stora Enso Anjala ExoPress 80 52 g/m² värin intensiteettijakauma mitattuna aallonpituusalueella 420–470 nm Minoltan spektrofotometrillä 27.1.2009.



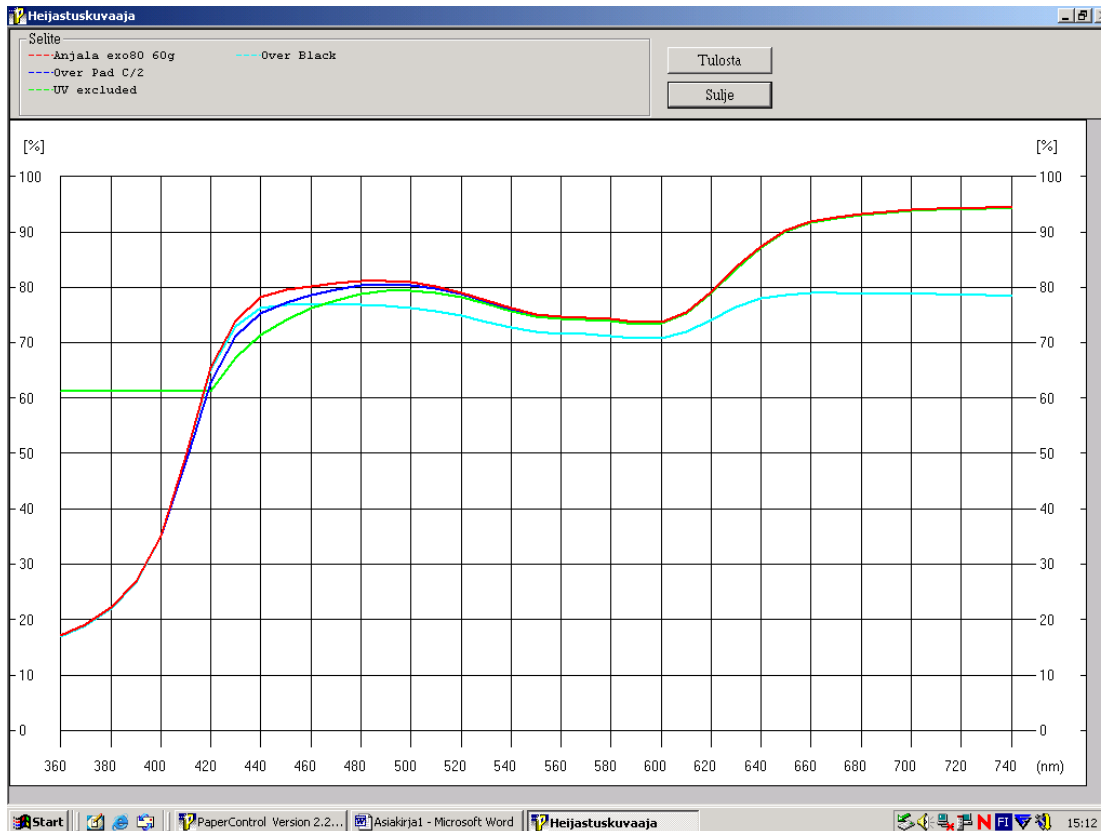
Stora Enso Anjala ExoPress 80 55 g/m² optiset ominaisuudet mitattuna Minoltan spektrofotometrillä 27.1.2009.



Stora Enso Anjala ExoPress 80 55 g/m² värin intensiteettijakauma mitattuna aallonpituusalueella 420–470 nm Minoltan spektrofotometrillä 27.1.2009.



Stora Enso Anjala ExoPress 80 60 g/m² optiset ominaisuudet mitattuna Minoltan spektrofotometrillä 27.1.2009.



Stora Enso Anjala ExoPress 80 60 g/m² värin intensiteettijakauma mitattuna aallonpituusalueella 420–470 nm Minoltan spektrofotometrillä 27.1.2009.

Kontupohja 42 g/m²

Densiteetti

	Sfm D	Sfm Tavoite	Pisteet	Max
D Cyan	0,65	0,75	10	10
D Magenta	0,73	0,72	10	10
D Yellow	0,65	0,7	10	10
D Key	0,82	0,83	10	10
			40	40

Pisteenkasvu

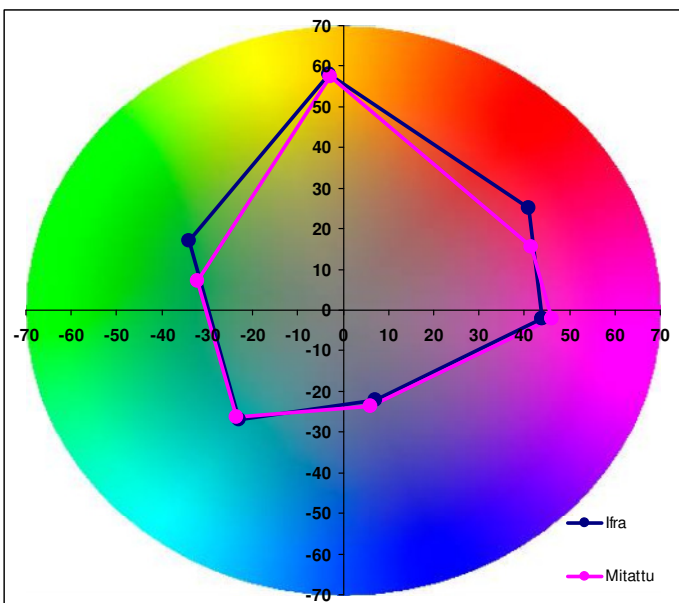
	Mitattu	Standardi	Pisteet	Max
Kasvu S4	28	26	10	10
Kasvu P7	32	26	7	10
Kasvu K4	29	26	10	10
Kasvu MT	26	26	10	10
			37	40

Väripoikkeama dE

	Densiteetti	L	a*	b*	c	h°	dE	Tavoite			Pisteet	
								L	a*	b*	dE	Max
Magenta	0,73	52,4	45,96	-2,02	46,01	357,48	2,5	54,0	44,0	-2,0	10	10
Red		51,27	41,58	15,53	44,39	20,49	9,5	52,0	41,0	25,0	0	8
Yellow	0,65	78,71	-2,72	57,34	57,4	92,72	1,0	78,0	-3,0	58,0	10	10
Green		53,34	-32,06	7,03	32,83	167,64	10,2	53,0	-34,0	17,0	3	8
Cyan	0,65	59,62	-23,63	-26,3	35,33	228,04	2,8	57,0	-23,0	-27,0	10	10
Blue		40,69	6,04	-23,6	24,31	284,38	1,8	41,0	7,0	-22,0	8	8
Black	0,82	36,62	1,2	3,89	4,07	72,83	0,7	36,0	1,0	4,0	10	10
3väriharmaa		59,66	-0,63	-1,08	1,25	240,01					40	40
		Väriala=	3919					Väriala=	4257		12	40

dE =	Pisteet	Max
	51	64
Väriala =	12	40
Kromaattisuus =	40	40

Kokonaispisteet 180 / 224



Stora Enso Varkaus NewsPress 48,8 g/m²

Densiteetti

	Sfm D	Sfm Tavoite	Pisteet	Max
	D Cyan	0,65		
D Magenta	0,74	0,72	10	10
D Yellow	0,66	0,7	10	10
D Key	0,83	0,83	10	10
			40	40

Pisteenkasvu

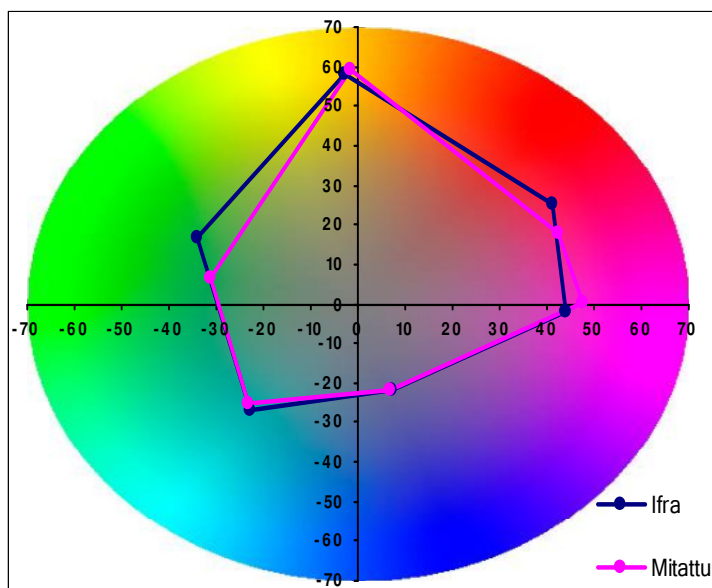
	Mitattu	Standardi	Pisteet	Max
Kasvu S4	29	26	10	10
Kasvu P7	31	26	10	10
Kasvu K4	25	26	10	10
Kasvu MT	27	26	10	10
			40	40

Väripoikkeama dE

	Densiteetti	L	a*	b*	c	h°	dE	Tavoite			Pisteet	
								L	a*	b*	dE	Max
Magenta	0,74	52,31	47,71	0,2	47,71	0,24	4,6	54,0	44,0	-2,0	10	10
Red		52,93	42,46	17,78	46,03	22,73	7,4	52,0	41,0	25,0	8	8
Yellow	0,66	78,68	-1,79	59,09	59,11	91,74	1,8	78,0	-3,0	58,0	10	10
Green		54,81	-31,36	6,39	32	168,49	11,1	53,0	-34,0	17,0	0	8
Cyan	0,65	59,4	-23,2	-25	34,1	227,12	3,1	57,0	-23,0	-27,0	10	10
Blue		42,16	6,83	-21,8	22,84	287,4	1,2	41,0	7,0	-22,0	8	8
Black	0,83	36,44	1,41	4,05	4,29	70,84	0,6	36,0	1,0	4,0	10	10
3-väriharmaa		60,99	0,9	0,58	1,07	32,61					40	40
								Väriala = 4257			12	40

	Pisteet	Max
dE =	56	64
Väriala =	12	40
Kromaattisuus =	40	40

Kokonaispisteet 188 / 224



Stora Enso Varkaus ExoPress 68 48,8 g/m²

Densiteetti

	Sfm		Pisteet	Max
	Sfm D	Tavoite		
D Cyan	0,67	0,75	10	10
D Magenta	0,71	0,72	10	10
D Yellow	0,69	0,7	10	10
D Key	0,82	0,83	10	10
			40	40

Pisteenkasvu

	Mitattu	Standardi	Pisteet	Max
	Kasvu S4	32		
Kasvu P7	30	26	10	10
Kasvu K4	27	26	10	10
Kasvu MT	26	26	10	10
			37	40

Väripoikkeama dE

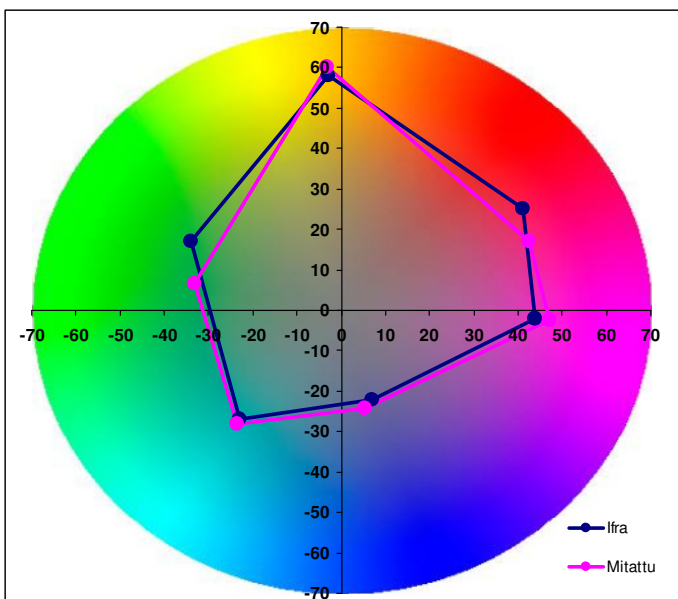
	Densiteetti	Tavoite						Pisteet				
		L	a*	b*	c	h°	dE	L	a*	b*	dE	Max
Magenta	0,71	54,27	47,12	-2,33	47,18	357,17	3,1	54,0	44,0	-2,0	10	10
Red		53,14	42,53	16,93	45,77	21,7	8,3	52,0	41,0	25,0	7	8
Yellow	0,69	80,15	-3,06	60	60,08	92,92	2,9	78,0	-3,0	58,0	10	10
Green		54,35	-33,02	6,65	33,68	168,61	10,5	53,0	-34,0	17,0	3	8
Cyan	0,67	60	-23,53	-28,2	36,76	230,2	3,3	57,0	-23,0	-27,0	10	10
Blue		42,15	5,46	-24,1	24,74	282,74	2,9	41,0	7,0	-22,0	8	8
Black	0,82	37,59	1,28	4,07	4,27	72,53	1,6	36,0	1,0	4,0	10	10
3-väriharmaa		62,43	-1,95	-2,31	3,03	229,76					28	40
								Väriala = 4257			32	40

Väriala= 4198

	Pisteet	Max
dE =	58	64
Väriala =	32	40
Kromaattisuus =	28	40

Kokonaispisteet

195 / 224



Stora Enso Varkaus ExoPress 72 52 g/m²

Densiteetti

	Sfm D	Sfm Tavoite	Pisteet	Max
D Cyan	0,72	0,75	10	10
D Magenta	0,74	0,72	10	10
D Yellow	0,71	0,7	10	10
D Key	0,84	0,83	10	10
			40	40

Pisteenkasvu

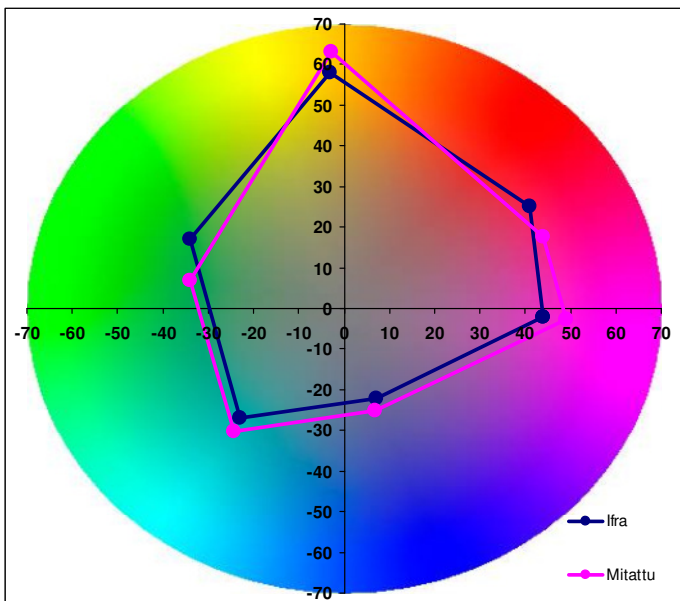
	Mitattu	Standardi	Pisteet	Max
Kasvu S4	32	26	7	10
Kasvu P7	32	26	7	10
Kasvu K4	26	26	10	10
Kasvu MT	28	26	10	10
			34	40

Väripoikkeama dE

	Densiteetti	L	a*	b*	c	h°	dE	Tavoite L	Tavoite a*	Tavoite b*	Pisteet dE	Max
Magenta	0,74	54,75	49,01	-2,67	49,08	356,88	5,1	54,0	44,0	-2,0	9	10
Red		54,09	44,03	17,66	47,43	21,86	8,2	52,0	41,0	25,0	7	8
Yellow	0,71	82,39	-2,69	63,19	63,24	92,44	6,8	78,0	-3,0	58,0	6	10
Green		56,21	-33,96	6,78	34,63	168,71	10,7	53,0	-34,0	17,0	2	8
Cyan	0,72	59,9	-24,41	-30,4	38,94	231,19	4,6	57,0	-23,0	-27,0	10	10
Blue		42,35	6,83	-25,1	26	285,22	3,4	41,0	7,0	-22,0	8	8
Black	0,84	37,9	1,3	4,02	4,22	72,1	1,9	36,0	1,0	4,0	10	10
3-väriharmaa		61,81	-2,36	-3,18	3,95	233,42					16	40
								Väriala	4257		40	40
		Väriala=	4584									

	Pisteet	Max
dE =	52	64
Väriala =	40	40
Kromaattisuus =	16	40

Kokonaispisteet 182 / 224



Stora Enso Varkaus ExoPress 80 55 g/m²

Densiteetti

	Sfm D	Sfm Tavoite	Pisteet	Max
D Cyan	0,7	0,75	10	10
D Magenta	0,75	0,72	10	10
D Yellow	0,74	0,7	10	10
D Key	0,83	0,83	10	10
			40	40

Pisteenkasvu

	Mitattu	Standardi	Pisteet	Max
Kasvu S4	32	26	7	10
Kasvu P7	31	26	10	10
Kasvu K4	27	26	10	10
Kasvu MT	26	26	10	10
			37	40

Väripoikkeama dE

	Densiteetti	L	a*	b*	c	h°	dE	Tavoite L	a*	b*	dE	Max
Magenta	0,75	55,55	50,33	-4,21	50,51	355,21	6,9	54,0	44,0	-2,0	6	10
Red		54,16	44,06	14,46	46,37	18,17	11,2	52,0	41,0	25,0	1	8
Yellow	0,74	82,98	-2,9	63,47	63,54	92,62	7,4	78,0	-3,0	58,0	4	10
Green		55,98	-35,42	3,05	35,55	175,07	14,3	53,0	-34,0	17,0	0	8
Cyan	0,7	61,92	-24,25	-32,2	40,29	233	7,3	57,0	-23,0	-27,0	4	10
Blue		60,14	-24,38	-32,4	40,58	233,08	38,2	41,0	7,0	-22,0	0	8
Black	0,83	39,27	1,28	3,69	3,91	70,91	3,3	36,0	1,0	4,0	10	10
3-väriharmaa		60,25	-0,86	-3,05	3,17	254,28					28	40
		Väriala=	4471					Väriala =	4257		40	40

	Pisteet	Max
dE =	25	64
Väriala =	40	40
Kromaattisuus =	28	40

Kokonaispisteet 170 / 224

