

TAMPEREEN AMMATTIKORKEAKOULU
Paperitekniikan koulutusohjelma
Paperitekniikka

Tutkintotyö

Tomi Lempinen

WC-PAPERIN TOIMINNALLISET OMINAISUUDET JA NIIDEN MITTAAMINEN

Työn valvoja
Työn teettäjä
Tampere 2007

DI Pertti Viilo
Tampereen ammattikorkeakoulu

TAMPEREEN AMMATTIKORKEAKOULU

Paperitekniikka

Lempinen, Tomi

Tutkintotyö

Työn valvoja

Työn teettäjä

Toukokuu 2007

Hakusanat

WC-paperin toiminnalliset ominaisuudet ja niiden mittaaminen

DI Pertti Viilo

Tampereen ammattikorkeakoulu

wc-paperi, ominaisuudet, pehmopaperi

TIIVISTELMÄ

Tutkintotyöni aiheena on WC-paperin toiminnalliset ominaisuudet ja niiden mittaaminen. Eri paperilajien toiminnalliset ominaisuudet voivat olla paperin rakenteellisia muuttujia tai esimerkiksi pakkauksen kestävyyttä logistiikan koettelemana. Wc-paperin osalta työssä keskitytään paperin lujuusominaisuuksiin, paksuuteen, veden imeytymiskykyyn, pehmeuteen, esteettisesti tärkeisiin väriarvoihin. Nämä kaikki suhteutetaan lopuksi tuotteen hintaan.

Työni tavoitteena on tuoda eri wc-papereiden hyvät erityisominaisuudet esille ja selvittää, onko brändien välillä oikeasti laadullista ja arvollista epätasapainoa. Kansainvälistä aspektia työhön tuodaan yhden keskieurooppalaisen ja kolmen aasialaisen toilettipaperin avulla.

Tutkittavina wc-papereina toimii neljä erityyppistä Suomessa valmistettua paperia: yksi puhdas sellutuote, yksi hybridi, yksi laadukas uusiomassatuote ja yksi hieman halvempi kierrätysmassasta valmistettu wc-paperi. Tuotemerkit ovat Lambi, Soft Embo, Luonnonystävän wc-paperi ja X-tra. Laboratoriomittausten arvoja ei voi käsitellä absoluuttisina arvoina. Tämä sen takia, että mittalaitteet ovat mahdollisesti sopimattomia tietyille paperille, ja koska arvojen tarkkuus alenee mittaustoistojen vähentämisen takia aikaresurssien sanelemana. Arvot antavat kuitenkin selvän käsityksen toilettipapereiden toiminnallisista eroista ja näin vertailu on suoritettavissa.

Tutkintotyöni tulokset ovat jokaiselle wc-paperin käyttäjälle tiivistettynä tiedossa, että kaikki paperit tasapainoilevat omilla vahvuuksillaan ja ostopäätös kannattaisikin tehdä itselle tärkeimpien ominaisuuksien perusteella. Työni toimii siis hyvin myös osto-oppaana.

ALKUSANAT

Olen viettänyt koko paperiteollisuusurani yhden yrityksen, yhden tehtaan ja yhden tietyn paperikoneen konesalissa. Ensi kesänä rikkoutuu vuoden työkokemuksen raja ja työkokemusta alkaa kertyä vihdoinkin koulutusta vastaavista työtehtävistä. Tuotannollista paperin tietämystä olisi kuitenkin hyvä kartoittaa muidenkin paperilajien osalta. Siksi halusinkin perehtyä minulle suhteellisen vieraaseen paperilajiin ja näin kartuttaa ja monipuolistuttaa paperin tietämystäni koulun loppumetreillä.

Kiitokset mukavasta yhteistyöstä lähtevät Mäntän suuntaan Metsä Tissuelle, joka antoi ystävällisesti paperilaboratorionsa käyttööni. Hyödynsin laboratoriota kolmen mittauksen osalta, jotka olisivat jääneet tekemättä ilman tätä apua. Myös laboratoriohenkilöstö oli erittäin avuliasta ja iloista väkeä. Kiitokset kuuluvat myös osastomme johtajalle Ulla Häggblom-Ahngerille tuesta työni alkuvaiheilla, Tiina Kolari-Vuoriolle laboratorioavusta sekä tietenkin opettajauransa loppusuoralla olevalle työni valvojalle Pertti Viilolle.

Tampereella 24. Huhtikuuta 2007

Tomi Lempinen

TAMPERE POLYTECHNIC UNIVERSITY

Paper Technology

Lempinen, Tomi

Engineering Thesis

Thesis Supervisor

Commissioning Company

May 2007

Keywords

Toilet tissue's functional features and measuring

Pertti Viilo (MSc)

Tampereen ammattikorkeakoulu

toilet tissue, features, tissue paper

ABSTRACT

Tissue paper's functional features can be considered as structural specifications or for example package durability in logistics. With toilet tissue we concentrate on paper's different hardnesses, thickness, water absorption, softness, important colour specifications and we compare these features with price.

We bring internationality along to comparison with toilet tissue paper's from Middle Europe, China and Thailand. Comparison has different kind of Tissues involved. We have a pure white cellulosa paper, a recycled fiber paper and a hybrid of these two.

My examination lightens every toilet tissue users with an advice that you should choose your favourite brand because of features you like the most. That's because panoramic qualitative comparability is impossible.

SISÄLLYSLUETTELO

SISÄLLYSLUETTELO	5
1 JOHDANTO	7
2 PEHMOPAPERIT	8
2.1 Faktaa pehmosta	8
2.2 Käyttökohteet.....	9
2.2.1 WC-paperi	10
2.2.2 Talouspaperi	11
2.2.3 Käsi- ja kasvopyyhkeet.....	11
2.2.4 Nenäliina.....	12
2.2.5 Lautasliinat	13
2.2.6 Suodatinpaperi	13
2.3 Valmistusprosessi	14
2.4 Raaka-aineet.....	15
2.5 Pehmo Suomessa ja Euroopassa.....	15
3 WC-PAPERI	17
3.1 Toiminnalliset ominaisuudet	17
3.2 WC-paperin alalajit ja brändit	19
3.3 Tuotannon yksikköprosessit	20
3.4 WC-paperin valmistuksen tunnuslukuja	23

4 WC-PAPEREIDEN VERTAILU JA TULOKSET	24
4.1 Laboratoriomittaukset.....	24
4.1.1 Repäisylujuus	25
4.1.2 Märkärepäisylujuus	27
4.1.3 Vetolujuus.....	29
4.1.4 Venyvyys.....	31
4.1.5 Märkävetolujuus	33
4.1.6 Puhkaisulujuus.....	35
4.1.7 Veden imeytymiskyky	36
4.1.8 Pehmeys.....	39
4.1.9 Neliömassa	44
4.1.10 Väriarvot.....	46
4.2 WC-paperin hinta.....	51
4.3 Tuotteiden vertailu	53
4.4 Sijoitukset vertailussa	53
4.4 Ympäristöystävällisyys.....	55
5 LOPPUPÄÄTELMÄT	Error! Bookmark not defined.
5.1 Tärkein toiminnallinen ominaisuus.....	57
5.2 Suomalainen wc-paperi parasta	58
LÄHDELUETTELO	ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.

1 JOHDANTO

Tutkintotyöni tarkoitus on vertailla analyttisesti eri wc-papereita ja lisätä kirjoitettua pehmopaperitietoutta. Käytännössä tehtävänäni on kertoa yleisesti pehmopapereiden maailmasta, tutkia tarkemmin tärkeimpiä ja konkreettisimpia wc-papereiden ominaisuuksia sekä tehdä vertailua erilaisten brändien välillä. Näitä ominaisuuksia voi kutsua toiminnallisiksi ominaisuuksiksi.

Työstä voidaan eritellä kolme kokonaisuutta. Ensimmäinen osa perehtyy pehmopapereihin yleisesti, valtakunnallisesti ja antaa teknistä tietoa niin raaka-aineista kuin valmistusprosessistakin. Toinen eristää wc-paperin muista pehmopapereista, tutkii siltä vaadittavia ominaisuuksia ja tekee rakenteellista eroa brändien välille. Kolmannessa ja tärkeimmässä kokonaisuudessa on mitattu paperilaboratorio-olosuhteissa erilaisten koti-wc-papereiden ja laitos-wc-paperin eroja. Tutkimukseen tuo kansainvälistä aspektia Lidlin myymä korkeatasoinen keskieuropalainen wc-paperi sekä Kiinan ja Thaimaan ekskursioilta mukaani otetut aasialaiset paperinäytteet.

Laboratoriomittausten arvoja ei saa käsitellä absoluuttisina lukuina. Tämä johtuu muun muassa Aasian näytteiden määrän rajallisuudesta ja siitä, että kaikki mittalaitteet eivät olleet tarpeeksi herkkiä heikolle toilettipaperille tai suunniteltu märkälujuuksien mittaukseen. Myös ajan puute rajoitti rinnakkaisnäytteiden suositeltuja määriä, joka puolestaan alentaa tulosten tarkkuutta. Varsinkin päivän pituisessa vierailussa Mäntän Metsä Tissuen laboratorioon aiheutui rankkaa priorisointia mittauksissa ja hieman suurpiirteisempää tarkkuutta.

Työ on mielestäni hyvin ajankohtainen, sillä kehitysmaiden elintason noustessa on pehmopaperin tuotanto suuressa kasvussa. Myös Suomen Metsä Tissuen aseman takia paperilaji tarvitsee mielestäni lisää tutkimusta osakseen. Onhan Metsä-Tissue yksi Euroopan suurimmista pehmopaperin tuottajista sekä kotitalouksiin että palvelusektorille. Tämän lisäksi työn aiheen valintaa helpotti halu tuntea ”pehmo” paremmin ja tavoite työllistyä ehkäpä juuri pehmopaperiteollisuuteen.

2 PEHMOPAPERIT

2.1 Faktaa pehmosta

Pehmopaperit eli hygieniapaperit käsittävät suuren paperilajikonaisuuden jokaisessa hyvinvointivaltiossa. Jokainen paperilaji myös itsessään sisältää värikkään brändien kirjon valtakunnallisesti ja erot ovat vielä suuremmat eri maanosien välillä. Merkittävimmät erot papereihin syntyvät käytettävistä eri kuiduista, täyteaineista, kemikaaleista, konekonsepteista, konenopeuksista ja tietenkin myös työväen ammattitaidosta. Paperin valmistus on yleisestikin eri paperin ominaisuuksilla tasapainoilua, jos jotain ominaisuutta parannetaan tietyllä muutoksella on se aina pois toisesta. Tämä toinen heikkenevä ominaisuus voi olla joko teknistä tai taloudellista.

Yleisesti käytetyn määritelmän mukaan pehmopaperit ovat krepattuja bulkkisia papereita, joiden neliömassat ovat välillä 7–70 g/m². Lopputuotteet ovat usein monikerroksisia, ja ne on kehitetty korvaamaan tekstiilejä. Pehmopaperia käytetään myös mm. vaipoissa imumateriaalina. Erilaisia lopputuotteita ovat /1/

- imukykyiset ja märkälujat käsipyyhepaperit
- lujat, bulkkiset ja pehmeät toilettipaperit
- pehmeät, usein monikerroksiset kasvopaperit
- bulkkiset, pehmeät, kolmi- tai nelikerroksiset nenäliinapaperit
- pehmeät, hyvin märkälujat, kemikaaleja kestävä virkistyspyyhepaperit
- valkoiset tai massavärjätetyt lautasliinapaperit, jotka ovat reunoiltaan pakotuskuvioin koristeltuja
- ruskeasta tai valkaistusta sellusta valmistetut märkälujat kahvinsuodatinpaperit, jotka vaativat hyvää suodatusominaisuutta

Pehmopaperiteollisuus poikkeaa muusta metsäteollisuudesta erityisesti siinä, että se valmistaa pienissä pakkauksissa myytäviä tuotteita suoraan kuluttajille (kuva 1). Muut paperiteollisuuden tuotteet myydään yleensä jättierissä painotaloille ja pakkausten käyttäjille. /2/



Kuva 1 Pehmopaperituotteita

2.2 Käyttökohteet

Kun puhutaan jokapäiväisessä käytössämme olevista pehmopapereista, voidaan puhua wc-paperista, talouspaperista, käsipyyhkeistä, nenäliinoista, lautasliinoista ja suodatinpaperista. Nämä kaikki ovat viimeistä lukuun ottamatta tarkoitettu tietynlaiseen pyyhkimiseen, joko nesteenabsorptiotarpeella tai ilman.

2.2.1 Wc-paperi

Mainitut hygieniapaperit saadaan eriteltyä omiksi paperilajeiksi käyttökohteen ja niiltä vaadittavien ominaisuuksien avulla. Wc-paperi on varmasti maamme jokaisen ihmisen käytössä kaikista yleisin hygieniapaperi. Se on myös helposti analysoitavaa ja aiheuttaakin varmasti jokaisella kaduntallaajalla jonkin tasoista vertailua eri valmistajien ja brändien välillä.

Wc-paperin tärkeimpiä ominaisuuksia on melkein jokaisen mielestä pehmeys. Jos ominaisuudet laitetaan teknisempään tärkeysjärjestykseen, tulee ennen kaikkia mukavuusseikkoja paperin märkälujuttomuus. Paperi ei siis saa olla märkälujaa, koska sen pitää hajota putkistoissa aiheuttamatta tukoksia. Wc-paperia valmistettaessa ei siis käytetä koskaan märkälujaliimaa, mikä on aiheellista joidenkin muiden pehmopapereiden kohdalla.

Seuraavaksi tärkeimmäksi ominaisuudeksi on mainittava se kaikkien arvostama pehmeys. Pehmeys on monikäsitteinen ominaisuus. Se voidaan tulkita joko paperin sileytenä, kokoonpainuvuutena tai näiden kombinaationa.

Kolmas viimeisen kymmenen vuoden aikana tärkeämmäksi tullut ominaisuus on paperin ulkoinen ilme. Tämä on tehnyt wc-paperista elintasotuotteen, jota voi kutsua hienommin toilettipaperiksi (kuva 2). Paperin pitää olla puhtaan valkoista ja kohokuvioitua eli embossattua. Myös massan värjäystä ja wc-paperin painatusta harrastetaan joissakin maissa.



Kuva 2 Toilettipaperirulla

2.2.2 Talouspaperi

Talouspaperi eroaa wc-paperista veden absorptio- ja märkälujuusominaisuuksiensa puolesta sekä estetiikaltaan. Bulkkisen talouspaperin täytyy olla imukyvyltään hyvä ja se voi sisältää märkälujaliimaa, jotta se ei hajoasi kostuessaan. Sen täytyy olla myös puhtaamman ja valkoisemman näköistä(kuva 3). Suomalainenkin talouspaperi voi olla painettu. Puhtaan ulkonäön lisäksi sen pitää olla myös raaka-aineiden puolesta hygieenisempää kuin wc:ssä käytettävän paperin. Tämä tarkoittaa puhdasta ensiökuitua ja oikeita raaka-ainevalintoja. Kierrätyskuitu ei tule kysymykseen suurina määrinä paperissa, joka on kosketuksessa kasvojen kanssa, ainakaan länsimaissa. Laadultaan paksumpi ja karheampi paperi on puolestaan teollisuuspyyhepaperia ja siltä vaaditaan enemmän hankauslujuutta kuin talouspaperilta.



Kuva 3 Talouspaperipakkauksia

2.2.3 Käsi- ja kasvopyyhkeet

Käsi- ja kasvopyyhkeitä on kaikissa terveydenhuollon, teollisuuden, toimistojen, palvelualan sekä yleisissä ja laitosten wc-tiloissa, sillä se on suurtaloustuote. Käsi- ja kasvopyyhkeen tärkeimmät ominaisuudet ovat imukyky ja märkälujuus. Käsi- ja kasvopyyhkeen kuivaamiseen sitä käytetään eniten ja sen oletetaan pysyvän koossa kastuessaankin. Esteettisyys ei ole niin tärkeää käsi- ja kasvopyyhkeissä ja ne ovatkin yleensä hieman kellertäviä, kuvioimattomia ja ilman embossausta. Paperin kellertävä väri ja likaisuus kertovatkin yleensä pehmopapereissa kierrätyskuidun määrästä. Käsi- ja kasvopyyhkeitä on

alettu korvata joissain wc-tiloissa pehmeämmällä ja vaaleammalla kasvopyyhkeellä(kuva 4). Kasvopyyhepapereihin luetaan varsinaiset kasvopyyhkeet, nenäliinat ja lautasliinat.



Kuva 4 Kasvopyyheteline

2.2.4 Nenäliina

Pehmeintä paperia mieltiessä nenäliinapaperi on omaa luokkaansa. Sen tärkein ominaisuus on hellävaraisuus, joka on todella tarpeellista nuhaiselle nenälle. Sen lujuusominaisuuksia voisi vielä kehittää, vaikkapa kerroksellisuuden ja keskikerroksen lujuuksien avulla. Myös nenäliina tarvitsee nesteen absorpoituvuutta. Nenäliinat ovat Suomen alueella hyvin valkoisia(kuva 5). Erikoistuminen sekä jalostusasteen lisääntynyt kysyntä ovat tuoneet hyvinkin erikoisia painettuja nenäliinoja kauppojen hyllyille.



Kuva 5 Nenäliinapakkaus

2.2.5 Lautasliinat

Lautasliinat ovat useimmiten lujempia kuin nenäliinat, puhtaampia kuin käsipyyhkeet, sileämpiä kuin talouspaperi ja paljon arvokkaampia kuin wc-paperi. Ne ovat yleensä joko massavärjättyjä tai painettuja mahdollisen juhlapyhän teemoilla hyvinkin kauniin näköisiksi.

Joidenkin lautasliinojen valmistusprosessi voi olla vastaava kuin kuivapaperin valmistuksessa. Kattauksessa käytettävät paksumman ja jäykemmän oloiset lautasliinat ovat siis todennäköisesti kuivapaperia (kuva 6). Myös ilman vettä valmistettava kuivapaperi voidaan lukea kuuluvan hygieniapapereihin.

Kuivapaperin käyttöalueita ovat hygienia- ja kattaustuotteet, kosteuspyyhkeet sekä uusina aluevaltauksina keittiöpyyhkeet ja pakkaaminen /3/.



Kuva 6 Lautasliina kattauksessa

2.2.6 Suodatinpaperi

Suodatinpaperin funktio eroaa kaikista eniten aiemmin mainitsemista papereista. Koska sen tarkoitus on suodattaa kiinteä aines ja päästää juomakelpoinen neste läpi, on sen oltava hyvin hygieenistä ja mahdollisimman vähän vettä pidättelevää. Suodatinpaperin on tämän lisäksi oltava märkälujaa, jotta esimerkiksi kahvijauhe pysyy oikealla puolella paperia ja että käytetty suodatinpaperi on nostettavissa kohti biojäteastiaa.

Suodatinpaperi on aina painamatonta ja valkaistua(kuva 7) tai valkaisematonta. Näiden kahden välillä tarkalla makuaistilla voi löytää makueron kahvista.



Kuva 7 Kahvinsuodatinpakkaus

2.3 Valmistusprosessi

Pehmopapereiden valmistuksessa käytettävän massan hienoainepitoisuus on alhainen ja massa suotautuu hyvin viiralle. Myöskään formaatio, eri puolten symmetrisyys tai viiramarkkeeraus eivät ole paperin kriittisiä ominaisuuksia. Pehmopapereiden yleinen tuotannon erityispiirre on papereiden kreppaaminen jenkisylinterin pinnalta. Tämä tapahtuu terällä, joka kaappii paperin antaen sille joustavan aaltoprofiilin. Wc-paperin ja käsipyyhkeiden kreppausaste vaihtelee yleensä 10–20 prosentin välillä. Pehmopaperikoneet kokonaisuudessaankin poikkeavat varsin selvästi muita paperilajeja valmistavista koneista.

Monikerroksiset paperit valmistetaan yhdistämällä monta rainaa pituusleikkurilla useamman aukirullaimen avulla. Paperikoneen jälkeen pehmopaperit voidaan käyttökohteen mukaan leikata halutun levyisiksi rulliksi tai arkeiksi, taittaa, embossata ja perforoida. Pehmopapereita voidaan myös painaa.

2.4 Raaka-aineet

Hygieniapapereiden raaka-aineena käytetään pääasiassa valkaistua ja valkaisematonta sellua, mekaanista massaa ja uusiomassaa. Raaka-aineet valitaan tuotteen loppukäytön mukaan siten, että vaativimpiin tuotteisiin käytetään vain valkaistua sellua. Puolestaan bulkkipaperina toimii hieman likaisempi uusiomassa, josta esimerkkinä kotimaiset Serla Toilet ja Luonnonystävän wc-paperi.

Pehmopapereiden tärkeitä ominaisuuksia ovat märkälujuus, absorptio-ominaisuudet, pehmeys ja lujuusominaisuuksista puhkaisu-, veto- ja repäisyjuuus.

Suomalaisen pehmopaperin kuituna toimivat yleisesti mänty ja kierrätyskuitu. Myös kuusikuitua voidaan käyttää wc-paperin valmistuksessa. Tietyn brändin vaatimat ominaisuudet syntyvät monesti kuitulajien, mekaanisen ja kemiallisen massan sekä mahdollisesti kierrätyskuidun sopivana suhteena. Pehmopapereita valmistetaan tosin yleensä Suomessa kokonaan sellusta tai sitten siistatusta massasta. 3-kerrospapereissa voidaan myös käyttää keskikerroksessa kierrätyskuitua ja päällimmäisissä puhdasta sellua. Kummallakin suomalaisella pehmon valmistajalla on pehmopaperivalikoimassaan sekä kokonaan tai osittain valkoinen ensiökuitusellutuote että kierrätyskuitutuotekin. Suurin osa paperituotteista on yleisesti näiden kuitutyypin ja ominaisuuksien kompromissi.

2.5 Pehmo Suomessa ja Euroopassa

Euroopassa toimii viisi suurta pehmopaperin tuottajaa. Ne eivät ole pieniä yrityksiä, sillä Euroopassa kulutetaan ¼ koko maailman hygieniapaperin kulutuksesta. Hieman konkreettisemmän kuvan kulutuksen suuruudesta antaa fakta että jokainen eurooppalainen käyttää vuosittain keskimäärin 13 kg pehmopaperituotteita. Vessapaperiksi muutettuna eurooppalaisten vuosittain käyttämä pehmopaperimäärä vastaa 22 miljardia rullaa vessapaperia. Levitettynä auki se riittäisi maasta kuuhun 635 kertaa ja maapallon ympäri 12 000 kertaa. /2/



SCA: Edet, Tork



Metsä Tissue: Lambi, Serla, Katrin, Pirkka, Daily



Kimberly Clark: Kleenex Viva, Kleenex Cottonelle, Scott



Georgia Pacific: Lotus, Luonnonystävän, Daily, Pirkka



Procter & Gamble(Euroopan toiminta siirtyy SCA:n omistukseen): Tempo, Bounty, Charmin

Kuva 8(a, b, c, d, e) Viisi Euroopan suurinta pehmopaperin tuottajaa ja niiden brändejä sekä päivittäistavaratilaajia /2/

3 WC-PAPERI

Kolmannessa luvussa irrotetaan wc-paperi erilleen muista pehmopapereista ja alustetaan näin laboratoriomittausten ja muiden ominaisuuksien analysointia.

3.1 Toiminnalliset ominaisuudet

Wc-paperilla on arviolta noin sata muuttujaa, joita voisi mitata laboratorioolosuhteissa. Näistä sadasta arviolta paperinvalmistaja mittaa korkeintaan kahtakymmentä. Tärkeimpiä mitattavia ominaisuuksia ovat kuiva- ja märkäljuudet, absorptio-ominaisuudet, pehmeys ja lujuusominaisuuksista tärkeimpinä puhkaisu-, veto- ja repäisylujuus.

Optisista ominaisuuksista ovat tärkeimmät paperin vaaleus ja puhtaus. Vaaleutta saadaan lisättyä mm. lisäämällä sellun määrää massasuhteessa ja puhtautta alentamalla kierrätyskuituprosenttia.

Kuvassa 9 alhaalla näemme värieron puhtaan sellu- ja uusiokuitupohjaisen wc-paperin välillä. Molemmat paperit ovat embossattuja lammas- tai sydämkuvioin.



Kuva 9 Selluloosa- ja uusiomassapaperi värivertailussa

Tutkintotyöni aihe on WC-paperin toiminnalliset ominaisuudet ja niiden mittaaminen. Tällä haluttiin rajata aihe pehmopapereista pelkkään wc-paperiin ja sen ominaisuuksien analyttisen tarkastelun konkreettisimpiin muuttujiin. Tämä tarkoittaa ominaisuuksia, jotka antavat jokaiselle wc:n käyttäjälle tietynlaisen kuvan paperin laadusta ja vaikuttavat näin ostopäätökseen.

Toiminnalliset ominaisuudet sisältävät siis fysikaalisten ja optisten ominaisuuksien lisäksi myös tuotteen hinnan. Aihe jonkun toisen paperilajin kohdalla voisi käsittää myös logistisia eroja pakkauksille ja rullien muodon säilyvyydelle. Tämä ei ole aiheellista wc-paperilla, koska muovipakkaukset ja joustava paperi kestävät hyvin kuljetuksessa aiheutuvat pienet iskut. Joidenkin pehmopapereiden osalta toiminnallisiin ominaisuuksiin voitaisiin lisätä kuljetuksessa tai varastoinnissa tulleet maku- ja hajuhaitat.

Myöhemmissä mittaustuloksissa nähdään vain toiminnallisina ominaisuuksina itse paperin ominaisuudet, jotka vaikuttavat ostopäätökseen nämä arvot tiedettäessä. Työni toimii siis hyvin myös osto-oppaana tiettyjä wc-paperin ominaisuuksia enemmän arvostavalle.

3.2 Wc-paperin alalajit ja brändit

Wc-paperi on oma paperilaji. Nykyään jalostusasteen korottamisaikakaudella osa wc-papereista voidaan luokitella hyvinvointivaltiossakin jo korkeiksi elintasotuotteiksi. Tämän vuoksi paperilajin alle on kasvanut muutama alakategoria. Nämä voidaan nimetä puhtaiksi sellupapereiksi, täysin kierrätyskuidusta valmistettaviksi papereiksi ja näiden hybrideiksi. Menestyvä ihminen on valmis maksamaan puolet enemmän puhtaan valkoisesta silkkisen pehmeästä toilettipaperista, vaikka luonnon kustannuksella.



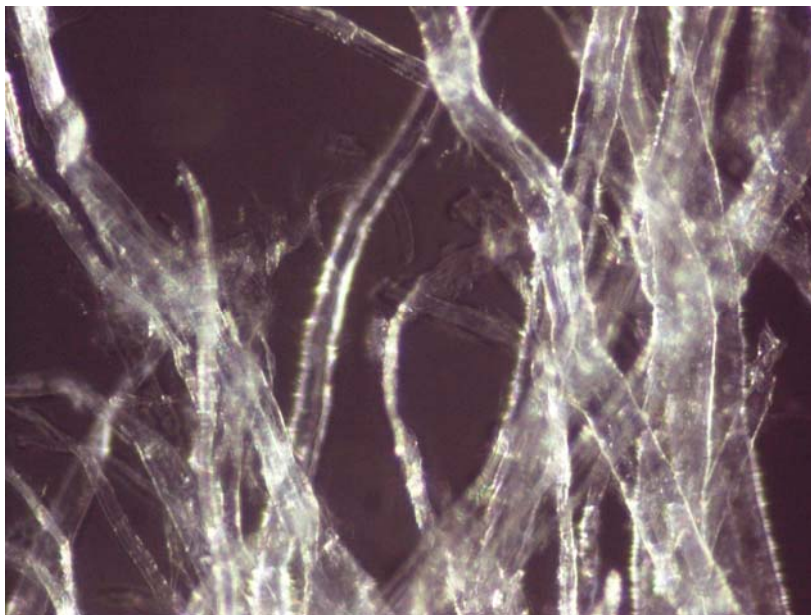
Kuva 10(a, b, c, d) Suomen markkinoiden yleisiä brändejä

Kaupan hyllyillä dominoivat selvästi kaksi suurinta pehmojättiä Suomesta ja yksi länsinaapuri. Metsä Tissuen kotitalousbrändejä ovat Lambi ja Serla. Suurtaloustuotteista mainittakoon Katrin. Toisen suuren valmistajan leiristä löydämme Luonnonystävän ja Lotus-brändin, jonka alta löytyy suuri tuotesarja wc-papereista nenäliinoihin. Molempien valmistajien päivittäistavaratilaajina toimivat Pirkka ja Daily.

Tarkemman tiedon valmistajasta voi tarkistaa yleensä pakkauskohtaisesti. Tämä toimii Dailyn ja Pirkan osalta, mutta Dessa- ja X-tra-logon alla olevat pehmopaperit antavat vain tiedon, ”valmistettu EU:ssa” tai ”valmistettu Suomessa”. Paperinvalmistaja on niille yrityssalaisuus, joten parin tutkimani paperin alkuperä pysyy tuntemattomana. Näin on myös aasialaisissa näytteissä, mutta ne ovatkin vain laajentamassa näkemystä wc-paperin valmistuksen monimuotoisuudesta.

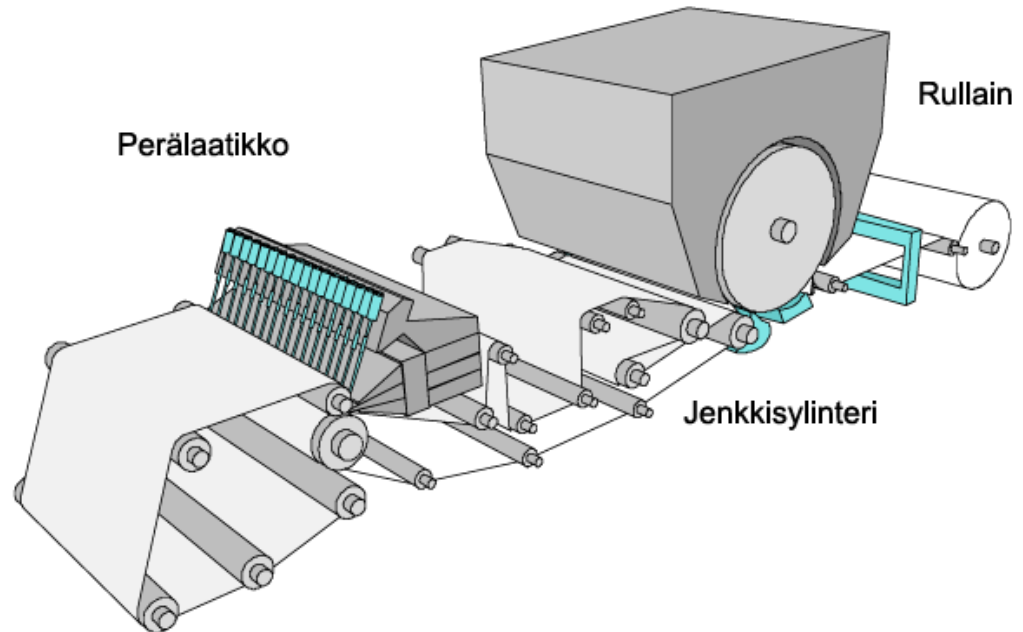
3.3 Tuotannon yksikköprosessit

Wc-paperin valmistus voidaan jakaa itse paperin valmistukseen ja jälkikäsittelyyn. Paperikoneen osat ovat perälaatikko, kitaformerit, puristinosa, jenkisylinteri ja samaan kokonaisuuteen voidaan lukea vielä perässä oleva pituusleikkuri. Jälkikäsittelyn toimenpiteet ovat puolestaan mahdollisesti paperin embossaus ja painatus, perforointi, sahaus, rullien pinous ja pakkaus.



Kuva 11 Mikroskooppikuva Lambi-toilettipaperin kuiduista

Pehmopaperikone



Kuva 12 Periaatekuva pehmopaperikoneesta /1/

Wc-paperin valmistuksen vähäinen hienoainepitoisuus antaa hyvän viiraretention joten perälaatikkomalli ei ole kriittinen tekijä. Sen sijaan kitaformerit ovat nykyaikaisen pehmopaperikoneen vakiovaruste. Tämän jälkeen tarvittava määrä puristinnippejä, jotta paperi saadaan märkäreppauksen vaatimaan 58–60 % kuiva-ainepitoisuuteen ennen jenkkisylinteriä (kuva 12). Suomessa tosin käytetään yleensä kuivakreppausta, jossa paperi on jo yli 90 % kuiva-ainepitoisuudessa.

Kun paperi on kiertänyt suuren jenkkisylinterin kehän, se irrotetaan kaavarilla joka aiheuttaa 10–20 % kreppaantumisen tuoden paperille joustavuutta, pehmeiden tunnetta ja bulkkisuutta. Bulkkisuus lisää puolestaan muun muassa veden imeytymiskykyä.

Paperikoneelta konerulla lähtee popen rullauksen jälkeen pituusleikkurille. Siellä syntyy wc-paperin monikerroksisuus useamman aukirullaimen avulla. Yleensä paperin jokainen kerros on samasta massasta valmistettua paperia, eikä näin kuormita varastointia. Näin ei tapahtuisi esimerkiksi 3-kerrospaperin sisäkerroksen erilaisuudella, kun pintakerroksen paperia kuluu puolta enemmän kuin keskikerroksen paperia.

Jälkikäsitelyssä tapahtuu rullan aukirullaus, sahaus ja perforointi. Näiden ohella brändikohtaisesti voidaan vielä paperi embossata ja painaa. Wc-paperi pakataan yleensä 6–10 rullan muovipakkauksiin, jotka pakataan edelleen suurempiin muovisäkkeihin tai pinotaan sellaisenaan lavoille. Wc-paperin matka jatkuu yleensä suoraan tai jakelijan kautta kohti kaupan hyllyjä, josta kuluttaja valitsee mieleisen paperin n. 20–50 sentin rullahintaan.

Tuotannon yksikköprosesseihin voidaan lukea myös keräyspaperimassan siistäus ennen uusiomassapaperin valmistusta. Siistaamalla puhdistetaan massasta ensiksi kiinteät partikkelit, esimerkiksi niitit ja muut mahdolliset raskaat ja pienijakeiset epäpuhtaudet. Sitten seuraa yleensä moninkertaiset pesu- ja vaahdotusprosessit. Tätä uusiokuiduista valmistettua massaa voidaan käyttää wc-paperin valmistukseen jopa sellaisenaan.

Kierrätyskuitupaperiin on saatu jo keskinkertaiset lujuusominaisuudet ja toiminnallisesti riittävä pehmeys, joten vaihtoehtona jokainen voisi pitää sitä vartenotettavana.

3.4 WC-paperin valmistuksen tunnuslukuja

Taulukko 1 Tuotannon tunnuslukuja /1/

Ominaisuus tai toiminto	Alkuperätarkennus	Tunnusluvut
Neliömassa	Suomessa valmistettu	n. 35–52 g/m ²
	yleisesti	n. 20–80 g/m ²
Neliömassa viiralla	yleisesti	12–27 g/m ²
Kreppausaste	yleisesti	10–20 %
Kuivakreppaus	yleisesti	n. 95 % kap
Märkäkreppaus	yleisesti	n. 70 % kap
Jenkkisylinterin halkaisija	yleisesti	4–7 m
Kuiva-ainepitoisuus ennen jenkkisylinteriä(märkäkreppaus)	yleisesti	n. 58–60 %
Kuiva-ainepitoisuus rainan irrotessa sylinteriltä(märkäkreppaus)	yleisesti	n. 68–70 %

Taulukon 1 luvut ovat keskeisimmät wc-paperinvalmistuksen suuruusluokkia kuvaavat luvut. Ne antavat jokaiselle paperin kuluttajalle jonkinlaisen käsityksen eri toimintojen tehokkuudesta.

4 WC-PAPEREIDEN VERTAILU JA TULOKSET

4.1 Laboratoriomittaukset

Wc-paperin toiminnalliset ominaisuudet kuvastavat niitä ominaisuuksia paperissa joiden vaihtelut aiheuttavat käytettävyyden, ulkonäön ja hinnan osalta tyytyväisyyttä tai vastaavasti tyytymättömyyttä. Seuraavat laboratoriomittaukset ovat tärkeimmistä muuttujista, jotka kertovat paljon wc-paperin laadusta. Laadulliset ominaisuudet ovat tietenkin hyvä myös suhteuttaa tuotteen hintaan.

Tärkeimpiä ominaisuuksia ovat

- repäisylujuus
- märkärepäisylujuus
- vetolujuus
- venyvyys
- märkävetolujuus
- puhkaisulujuus
- veden imeytymiskyky
- pehmeys
- neliömassa
- esteettisesti tärkeät väriarvot

4.1.1 Repäisylujuus

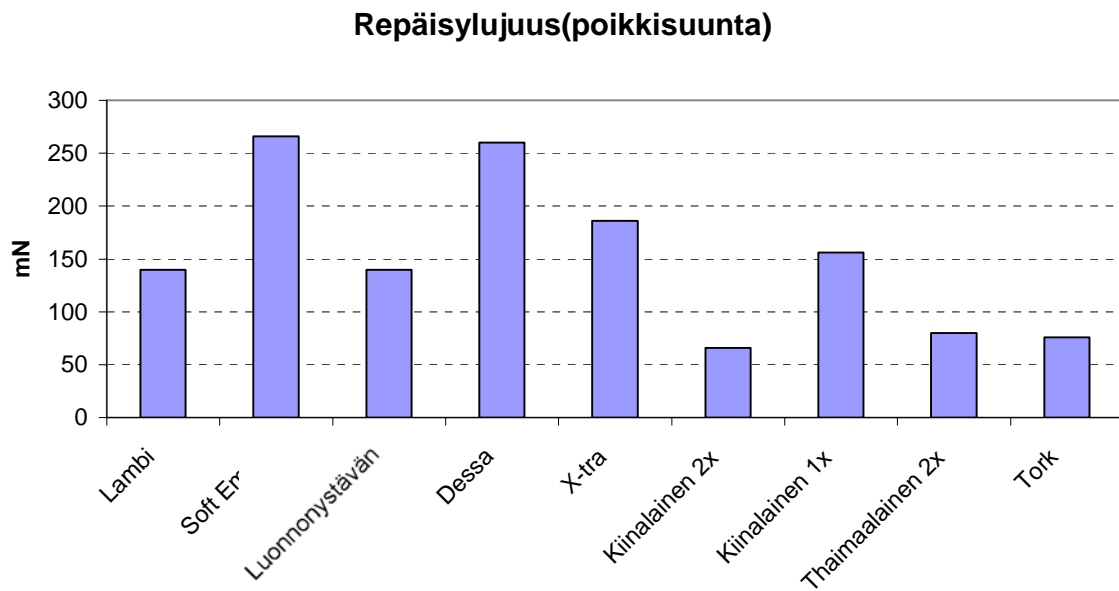
Kun wc-paperiarkki repäistään rullasta irti, se yleensä repeää perforoinnin kohdalta. Tämän varmistamiseksi paperilla täytyy olla tarpeeksi paljon repäisylujuutta.

Wc-paperi repeää helpommin pituussuunnassa eli konesuunnassa kuin poikkisuunnassa kuitujen orientaation vuoksi. Poikkisuunta on silti tärkeämpi toiminnallisissa ominaisuuksissa, koska alkurepäisy tapahtuu kuitenkin poikkisuunnassa reunasta.

Taulukko 2 Repäisylujuusmittausten keskiarvo ja oikean arvon saamiseksi tarvittavat kertoimet(mittari- ja heilurin painokerroin)

Paperi	Ka	x100	x2 mN
Lambi	0,70	70	140
Soft Embo	1,33	133	266
Luonnonystävän	0,70	70	140
Dessa	1,30	130	260
X-tra	0,93	93	186
Kiinalainen 2x	0,33	33	66
Kiinalainen 1x	0,78	78	156
Thaimaalainen 2x	0,40	40	80
Tork	0,38	38	76

Saadut tulokset kertovat erittäin suurista repäisylujuuden eroista papereiden välillä(taulukko 2). Esimerkiksi suomalaisella 3-kerrospaperilla voi olla jopa 3,5-kertainen lujuus sitä repäistessä kuin 2-kerroksisella suurtalous-wc-paperilla.



Kuva 13 Repäisylujuuden erot ovat suuria

Repäisylujuusjärjestys:

1. Soft Embo
2. Dessa
3. X-tra
4. Kiinalainen 1x
5. Lambi ja Luonnonystävän

7. Thaimaalainen 2x
8. Tork
9. Kiinalainen 2x

Paras ensimmäisessä ominaisuusvertailussa oli Nokian Georgia-Pacificilla valmistettu Soft Embo. Keskieurooppalainen Dessa oli ainoana samassa lujusluokassa, tosin yhtä kerrosta paksummalla paperilla.

4.1.2 Märkärepäisylujuus

Myös wc-papereiden lähes olematon märkälujuus voidaan mitata yksinkertaisesti kastelemalla näytteet sumutepullon avulla ennen repäisylujuuden määrittystä. Arvot laskivat sen verran alas, että kaksi aasialaista paperia eivät antaneet mitään impulssia märkälujuudesta.

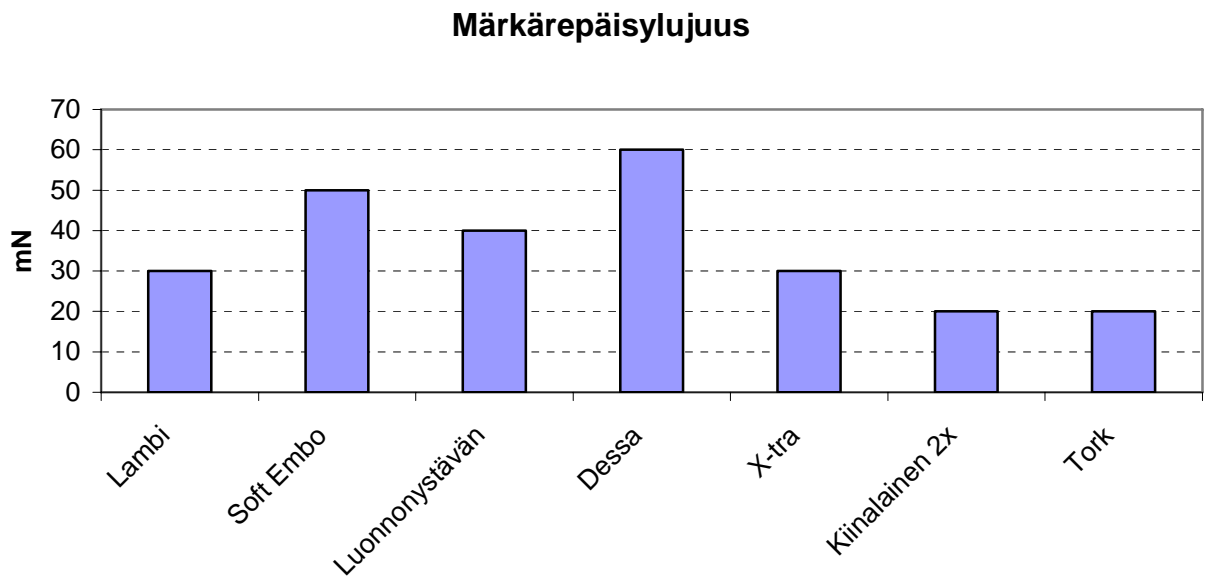
Taulukko 3 Märkärepäisylujuudet ja samat kertoimet kuin repäisylujuudessa

Paperi	Mittari	x100	x2 mN
Lambi	0,15	15	30
Soft Embo	0,25	25	50
Luonnonystävän	0,20	20	40
Dessa	0,30	30	60
X-tra	0,15	15	30
Kiinalainen 2x	0,10	10	20
Kiinalainen 1x			
Thaimaalainen 2x			
Tork	0,10	10	20

Noin 4–5 prosenttia koko maailman paperintuotannosta on märkälujaa.

Määritelmän mukaan tähän ryhmään lasketaan paperit, joiden alkuperäisestä kuivaluudesta jää jäljelle vähintään 15 prosenttia, kun ne kyllästetään vedellä.

Normaalisti paperi haurastuu märkänä lähes olemattomiin kuten wc-paperi. /5/



Kuva 14 Jopa kolminkertaisia märkärepäisylujuuksia brändien välillä

Myös märkälujuutta mitattaessa kärkikaksikko pysyy samana ja arvot muutenkin korreloivat suurpiirteisesti kuivana mitattuja arvoja.

1. Dessa
2. Soft Embo
3. Luonnonystävän
4. Lambi ja X-tra
6. Tork ja Kiinalainen 2x

4.1.3 Vetolujuus

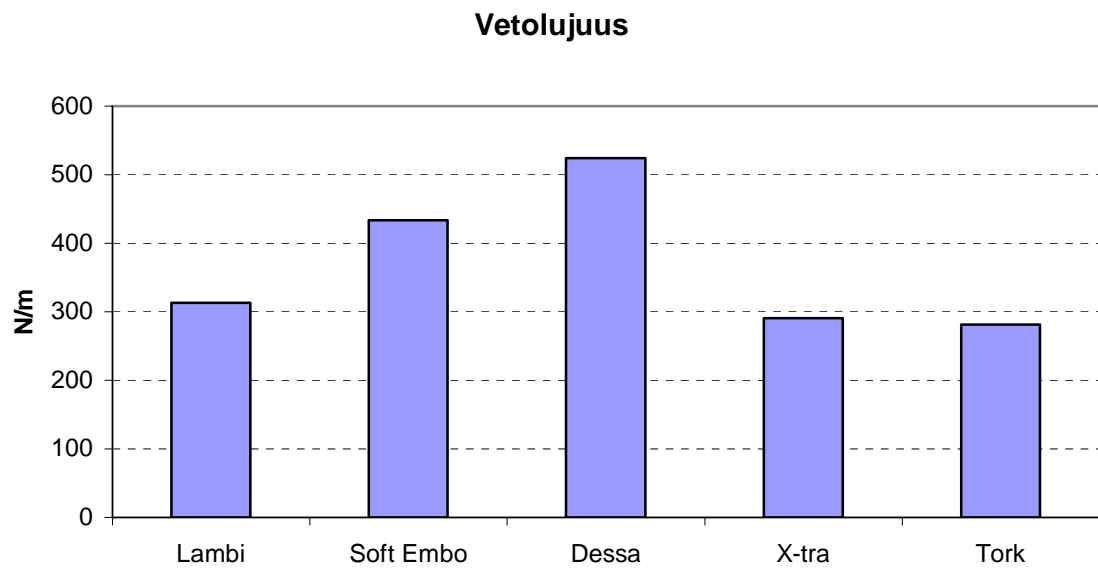
Vetolujuus kertoo hyvin wc-paperin kestävyydestä rullattaessa paperia telineessä. Itse paperia tärkeämpi vetolujuuden määrittäminen olisi ollut perforoinnin kohdalla. Funktion toimivuutta korreloi parhaiten mittalaitteisiin nähden alla olevat paperin vetolujuusarvot, koska perforoinnit olivat liian heikkoja tulosten saamiseksi.

Mitattaessa vetolujuutta kaikista paperinäytteistä tuli myös kansainväliset erot esteeksi tulosten saamiseksi. Aasialaiset arkit olivat liian pieniä ja lyhyitä vetolujuuslaitteen nippiväliin, ilman että veto katkeaisi paperin perforoinnin kohdalta.

Taulukko 4 Mittalaitteen antamat vetolujuuden arvot

Paperi	N/m
Lambi	313
Soft Embo	434
Luonnonystävän	
Dessa	524
X-tra	291
Kiinalainen 2x	
Kiinalainen 1x	
Thaimaalainen 2x	
Tork	281

Luonnonystävän wc-paperin ongelmaksi osoittautui liian heikko vetolujuus. Näin suomalainen uusiokuitupaperikin jäi ilman arvoa(taulukko 4).



Kuva 15 WC-papereiden vetolujuudet

1. Dessa
2. Soft Embo
3. Lambi
4. X-tra
5. Tork

Soft Embo osoittautui myös 3-kerroksisten papereiden vetolujuimmaksi Dessan oltua silti vetolujin wc-paperi. Kaikki Suomessa myytävät paperit ovat sillä vetolujuuden tasolla, että paperin normaali aukirullaus ei tule katkaisemaan itse paperia. Perforointien lujuuksissakaan Suomessa ei ole suuria eroja.

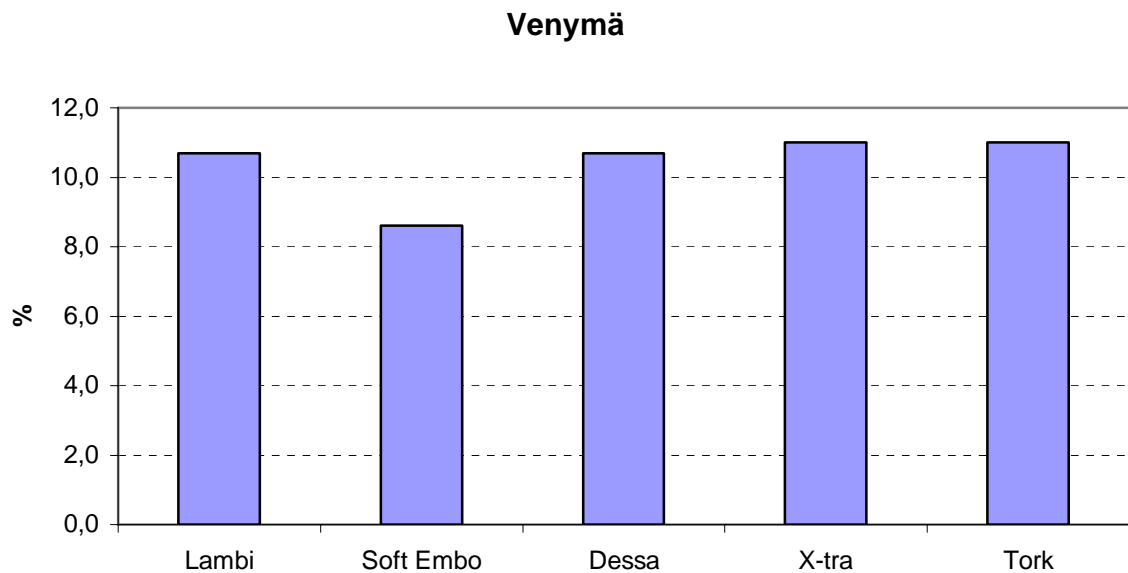
4.1.4 Venyvyys

Venymä kertoo paperin venyvyydestä ja venyvyys kuvastaa toilettipaperin joustavuutta, ennen kuin paperi murtuu. Tämä on myös toiminnallisesti tärkeä ominaisuus paperin kestävyudessa vetolujuuden kertoimena. Vetolujuuslaite antoi venymän arvon hetkellä, jolloin paperinäyte murtui ja katkesi.

Taulukko 5 Venymäprosentti murtumishetkellä

Paperi	Venymä%
Lambi	10,7
Soft Embo	8,6
Luonnonystävän	
Dessa	10,7
X-tra	11,0
Kiinalainen 2x	
Kiinalainen 1x	
Thaimaalainen 2x	
Tork	11,0

Venymissä erot olivat hyvin pieniä(taulukko 5), joten käytössä venyvyys ei tule aiheuttamaan eroja papereiden kestävyiden kannalta.



Kuva 16 Papereiden pienet venyvyyserot

Erojen pienuuden vuoksi ilman funktiota oleva venyvyysjärjestys:

1. Tork ja X-tra
3. Lambi ja Dessa
5. Soft Embo

Venyvyys tarkoittaa paperin joustavuutta. Joustavuus on myös osa paperin pehmeyttä.

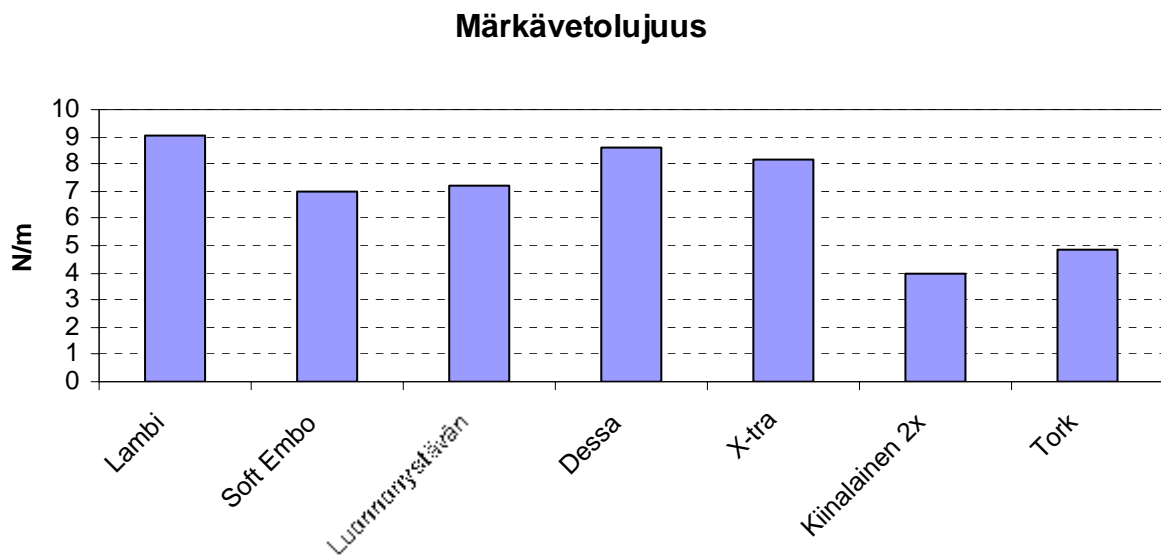
4.1.5 Märkävetolujuus

Kun wc-paperi absorptioituu nesteellä pyyhkimistilanteessa, sen ei haluta hajoavan käteen. Hajoamisen kuuluu kuitenkin tapahtua putkistossa, jotta se ei tukkeutuisi.

Taulukko 6 Metsä Tissuen laboratorion märkävetolujuuslaitteen antamat voima-arvot metriä kohden.

Paperi	N/m
Lambi	9,04
Soft Embo	7,00
Luonnonystävän	7,24
Dessa	8,63
X-tra	8,14
Kiinalainen 2x	3,99
Kiinalainen 1x	
Thaimaalainen 2x	
Tork	4,88

On tärkeää muistaa esimerkiksi wc-paperin loppuessa, että viemäriputkistoon ei saa joutua muita papereita. Joten talouspaperi ja meikkauksessa käytetyt vanulaput kuuluvat siis roskikseen.



Kuva 17 Märkävetolujuudet

Vaikka märkälujuus arvot ovat lähes olemattomia, paperi kestää, koska se ei normaalikäytössä kastu läpimäräksi tai kauttaaltaan.

1. Lambi
2. Dessa
3. X-tra
4. Luonnonystävän
5. Soft Embo
6. Tork
7. Kiinalainen 2x

4.1.6 Puhkaisulujuus

Puhkaisulujuus on tärkeimpiä lujuusominaisuuksia, joita wc-paperilta odotetaan. Paperin puhkeaminen puhkaisulujuusmittalaitteella on hyvin samanlainen tilanne, kun sormi puhkaisee wc-paperin (kuva 18). Puhkaisulujuuden mittaaminen on siis oleellinen osa wc-paperin lujuusmittauksia.



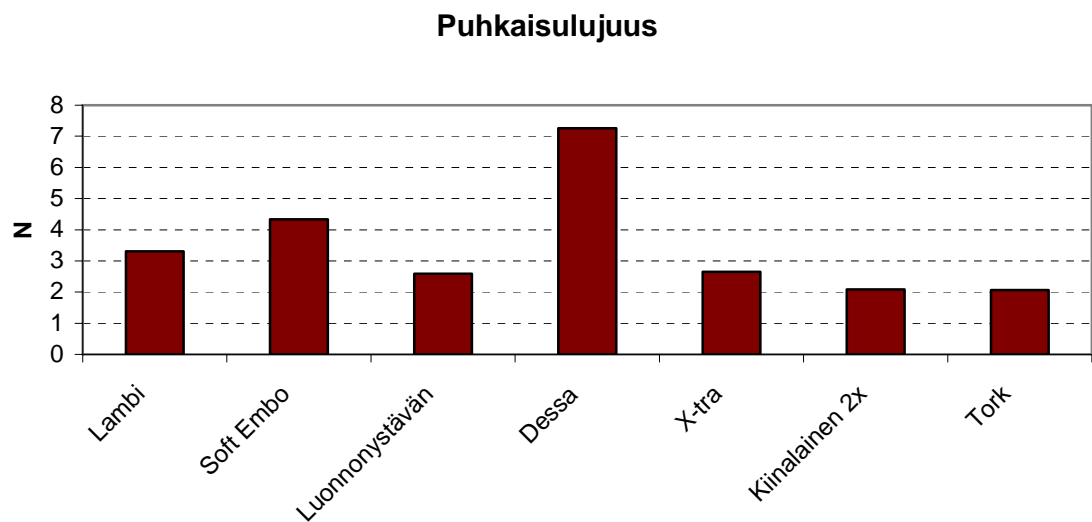
Kuva 18 Puhkaisulujuuden heikkoutta

Puhkaisulujuuksien erot olivat suuria. Ne vaihtelivat noin 2–7 Newtonin välillä. Vertailun heikoimpina olivat kiinalainen ja suomalainen suurtalouksiin tarkoitettu 2-kerrospaperi. Myös uusiokuidusta valmistettujen papereiden puhkaisulujuudet olivat hyvin alhaisia.

Taulukko 7 Mäntän puhkaisulujuusmittalaitteen antamat arvot

Paperi	N
Lambi	3,31
Soft Embo	4,33
Luonnonystävän	2,59
Dessa	7,26
X-tra	2,65
Kiinalainen 2x	2,08
Kiinalainen 1x	
Thaimaalainen 2x	
Tork	2,06

Saksalaisen päivittäistavarakauppaketjun myymä brändi oli myös puhkaisulujuudessa selvä ykkönen. Se mikä paperinvalmistaja näin lujaa paperia valmistaa, on vielä ainakin arvoitus.



Kuva 19 Puhkaisulujuuksien suuret erot

1. Dessa
2. Soft Embo
3. Lambi
4. X-tra
5. Luonnonystävän
6. Kiinalainen 2x
7. Tork

4.1.7 Veden imeytymiskyky

Pehmopaperin nesteen absorptivuuteen on hyvin paljon erilaisia mittaustekniikoita. Muun muassa veden imeytymiskyky kuvaa hyvin tämän tapahtuman toimivuutta, jota odotetaan wc-paperia käytettäessä.

Taulukko 8 Nelinkertaisen ja yhden näytteen märkäpainot

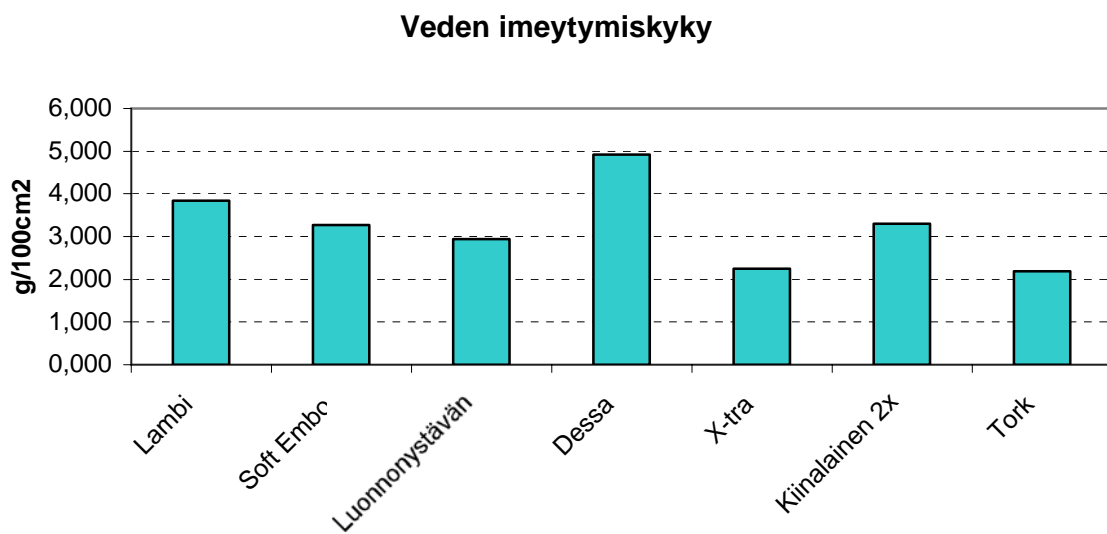
	MÄRKÄ	IMEYTYMISKYKY
	ka(4x)	g/100cm ²
Lambi	17,415	4,354
Soft Embo	14,990	3,748
Luonnonystävän	13,175	3,294
Dessa	22,435	5,609
X-tra	10,355	2,589
Kiinalainen 2x	14,860	3,715
Kiinalainen 1x		
Thaimaalainen 2x		
Tork	10,185	2,546

Taulukon 8 tulokset ovat hyvin verrannollisia wc-paperin paksuuteen ja kerrosten määrään. Taulukon ensimmäisessä sarakkeessa on 4-kertaisen näytteen paino imeytysprosessin jälkeen ja toisessa sarakkeessa yhden 10x10 cm:n arkin paino.

Taulukko 9 Yhden näytteen kuivapaino ja imeytynyt vesimäärä

	KUIVA	EROTUS
	g/100cm ²	g/100cm ²
Lambi	0,508	3,846
Soft Embo	0,476	3,272
Luonnonystävän	0,360	2,934
Dessa	0,682	4,927
X-tra	0,354	2,235
Kiinalainen 2x	0,416	3,299
Kiinalainen 1x		
Thaimaalainen 2x		
Tork	0,354	2,192

Kun neliömassasta laskema kuivapaino vähennetään märkäpainosta, saadaan paperin veden imeytymiskyky 100 cm² kohti.



Kuva 20 Neliömassaa hyvin paljon mukaileva veden absorptiokyky

Imeytymiskyvyn mukainen järjestys:

1. Dessa
2. Lambi
3. Kiinalainen 2x
4. Soft Embo
5. Luonnonystävän
6. X-tra
7. Tork

4.1.8 Pehmeys

Pehmeyden mittaamiseen ei ole kehitetty toimivaa mittalaitetta, joka antaisi mittaustulokset oikeiden pehmeiden vaikuttavien fysikaalisten muuttujien mukaan. Siksi vielä yhden paperin tärkeän ominaisuuden mittaamiseen on käytettävä ihmisen aistia: Tuntoaisti sormien päissä, kämmenen päällä tai poskipäissä antavat tarkan aistimuksen pehmeestä, joka on miellyttävää myös wc-paperia käytettäessä.



Kuva 21 Yksittäispakattua hygieniapaperia

Mainitun teknologian puutteen takia ainut mahdollinen pehmeiden määritys tuotteille on sokkotesti ihmisillä. Jokaisella ihmisellä on hieman erilainen käsitys pehmeestä ja eroja on myös tuntoaistin tarkkuudessa. Pehmeiden voi käsittää paperin sileytenä tai sen kokoon painuvuutena, joka on suurempi paksummilla wc-papereilla.

Pehmeys on käsite, johon vaikuttaa mikrosileys, samettisuus ja joustavuus. Nämä vaihtelevat paljon raaka-aineiden ja valmistustavan mukaan. Karheuskin pitäisi tuntea itse paperin karheutena, ei sormiin osuneen embossauksen kuvion epätasaisuuden takia.

Näillä ohjeilla laitettiin kuusi koehenkilöä sokkopehmeystestiin. Tässä vertailussa käytettiin pisteytystä, jossa annetaan 9 pistettä pehmeimmälle ja 1 piste karheimmalle paperille.

Taulukko 10 Kahden ensimmäisen koehenkilön pehmeyspisteet

Paperi	Koehenkilö 1	Koehenkilö 2
Lambi	5	5
Soft Embo	1	2
Luonnonystävän	2	1
Dessa	6	7
X-tra	4	3
Kiinalainen 2x	3	4
Kiinalainen 1x	8	8
Thaimaalainen 2x	9	9
Tork	7	6

Raatiini kuuluu kolme naista ja kolme miestä. Kaksi heistä on paperin tai laboratoriomittausten ammattilaista, yksi valmistuva paperi-insinööri ja kolme ei alan ammattilaista. Halusin mahdollisimman pätevän pehmeyskäsitteen papereista näillä vähillä resursseilla. Siksi puolet on alan osaajia ja puolet wc-paperin päivittäisiä käyttäjiä.

Taulukko 11 Seuraavien koehenkilöiden antama pehmeysjärjestys

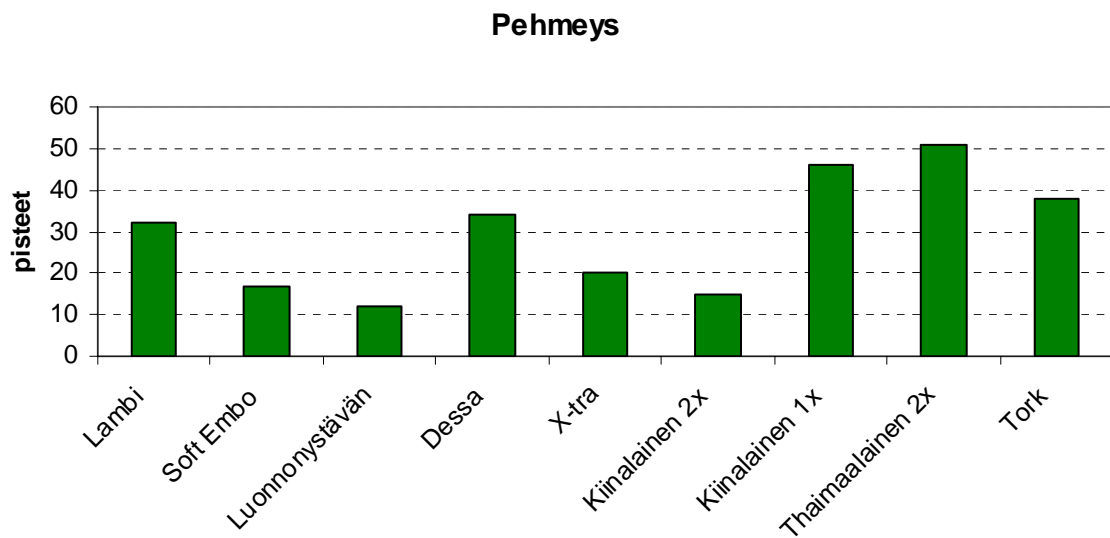
Paperi	Koehenkilö 3	Koehenkilö 4
Lambi	7	7
Soft Embo	4	3
Luonnonystävän	3	2
Dessa	5	6
X-tra	2	4
Kiinalainen 2x	1	1
Kiinalainen 1x	6	9
Thaimaalainen 2x	9	8
Tork	8	5

Kolme ensimmäistä koehenkilöä ovat naisia. Ensimmäinen on laboratoriomittalaitteiden asiantuntija ja toinen puolestaan paperin asiantuntija.

Taulukko 12 Viimeisten koehenkilöiden pisteet ja pisteiden yhteismäärät

Paperi	Koehenkilö 5	Koehenkilö 6	Yht
Lambi	8	5	37
Soft Embo	5	2	17
Luonnonystävän	3	1	12
Dessa	7	3	34
X-tra	1	6	20
Kiinalainen 2x	2	4	15
Kiinalainen 1x	6	9	46
Thaimaalainen 2x	9	7	51
Tork	4	8	38

Kaikkien koehenkilöiden antamat pistemäärät on laskettu yhteen, joista saadaan tarpeeksi vahva mittari paperilaatujen pehmeydelle. Koehenkilöillä oli kaikilla samansuuntainen käsitys pehmeystä.

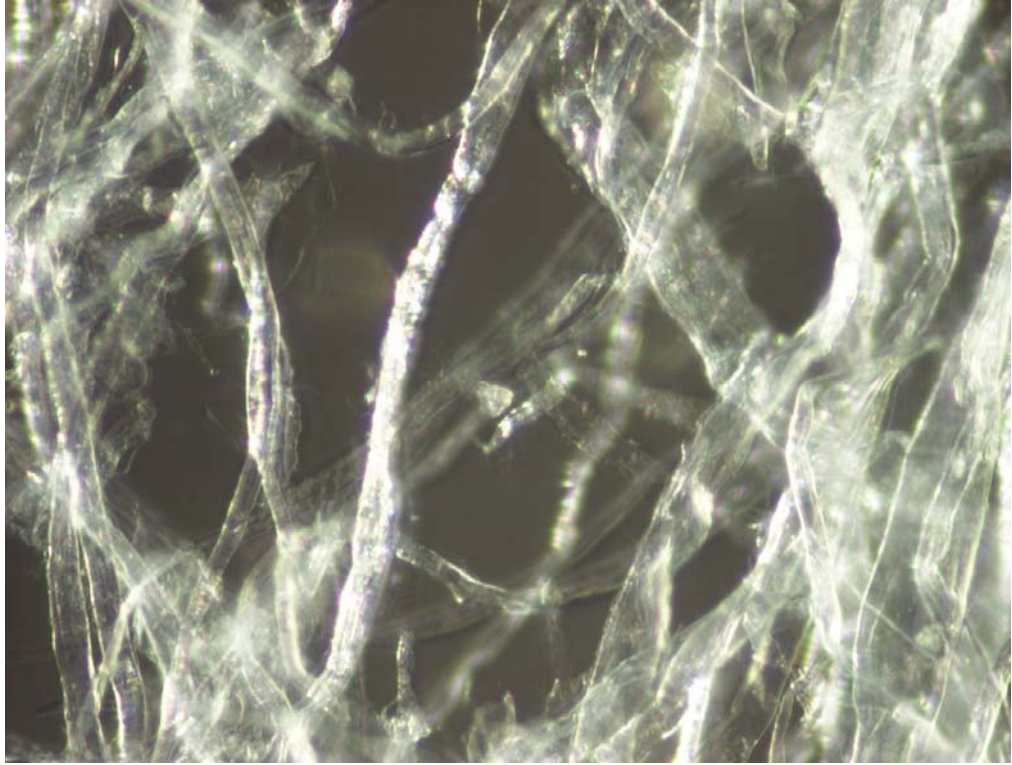


Kuva 22 Pehmeyspisteistä muodostettu diagrammi

Pehmeysvertailussa heikoimmin sijoittui Suomen markkinoiden uusiomassapaperit ja kiinalainen 2-kerrospaperi karheutta lisänneellä muotoilullaan. Thaimaalainen toilettipaperi oli puolestaan pehmeätä kuin kotimaiset nenäliinapaperimme.

Pehmeysjärjestys:

1. Thaimaalainen 2x
2. Kiinalainen 1x
3. Tork
4. Lambi
5. Dessa
6. X-tra
7. Soft Embo
8. Kiinalainen 2x
9. Luonnonystävän



Kuva 23 Kiinalaisen 1-kerrospaperin kuituverkoston

Aasialaiset kaksi wc-paperia(kuva 23) olivat samettisella olemuksellaan ja suomalaisella tuntoaistilla mitattuna pehmeimmät toilettipaperit. Seuraavaksi pehmein paperi aiheutti pehmeiden tunteen pääasiassa sileytensä avulla. Pohjoismaalainen suurtalous-wc-paperi on myös rakenteeltaan lähimpänä aasialaisia kilpailijoita.

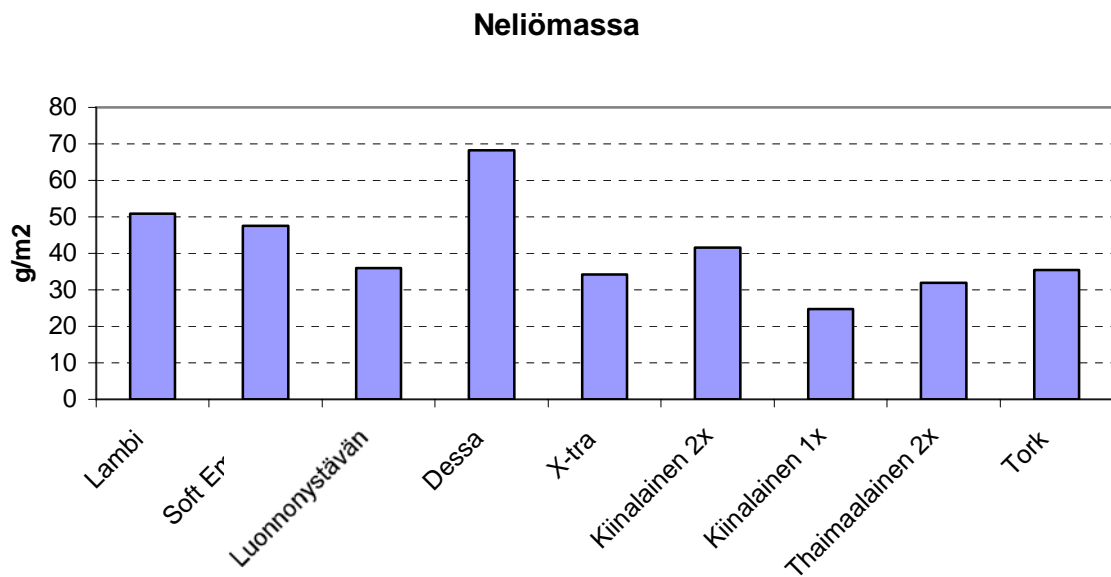
4.1.9 Neliömassa

Neliömassa vaikuttaa kaikkiin lujuusominaisuuksiin, ja se kasvaa oletetusti lisäämällä wc-paperin kerroksien määrää. Paksuus kasvaa neliömassaa lisäämällä, mutta myös paperin bulkkinen luonne vaikuttaa paksuuteen. Neliömassa on osana laadullisia ominaisuuksia, koska automaattisesti paksu wc-paperi mielletään laadukkaammaksi kuin läpinäkyvä kilpaileva paperi.

Taulukko 13 0,25 m²:n massa ja neljällä kerrottuna paperin neliöpaino

Paperi	g/5x5cm	g/m ²
Lambi	0,1270	50,8
Soft Embo	0,1190	47,6
Luonnonystävän	0,0900	36,0
Dessa	0,1705	68,2
X-tra	0,0885	34,2
Kiinalainen 2x	0,1040	41,6
Kiinalainen 1x	0,0620	24,8
Thaimaalainen 2x	0,0800	32,0
Tork	0,0885	35,4

Veden imeytymiskyky määräytyy hyvin vahvasti neliömassan mukaan. Tosin imeytymiskykyyn vaikuttaa myös paperin kuiturakenne ja sen komponenttien hydrofiilisuus.



Kuva 24 Neliömassa myötäilee suurpiirteisesti paperin kerrosten määrää

Luonnollisesti suurin neliömassa on 4-kerrospaperilla, seuraavaksi suurimmat 3-kerrospapereilla ja pienin 1-kerroksisella Kiinan wc-paperilla.

1. Dessa
2. Lambi
3. Soft Embo
4. Kiinalainen 2x
5. Luonnonystävän
6. Tork
7. X-tra
8. Thaimaalainen 2x
9. Kiinalainen 1x

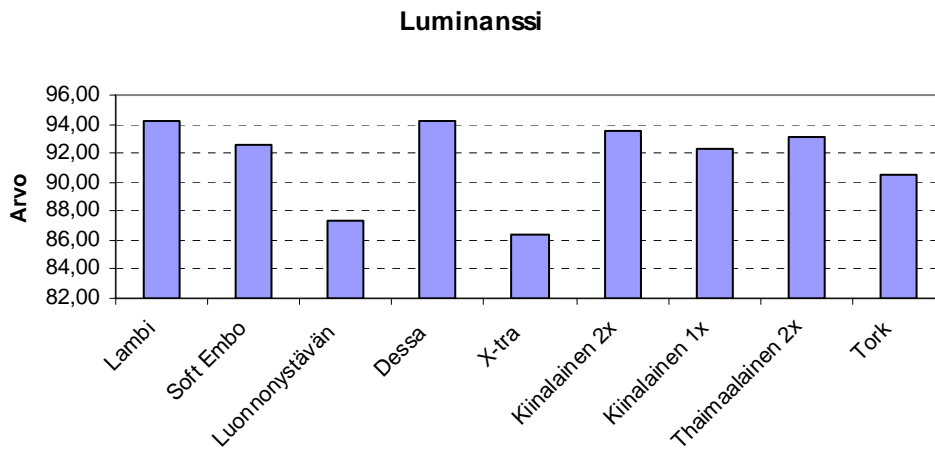
4.1.10 Väriarvot

Wc-paperin esteettistä ulkomuotoa embossauksen ja painatuksen lisäksi parantavat erilaiset värimittauksin tutkittavat optiset ominaisuudet. Tärkeimpinä kymmenistä spektrofotometrillä saaduista arvoista L-, a-, b-väriarvot, opasiteetti, valkoisuus ja ISO-vaaleus.

Taulukko 14 Luminanssin, puna-viher- ja kelta-siniakselin väriarvot

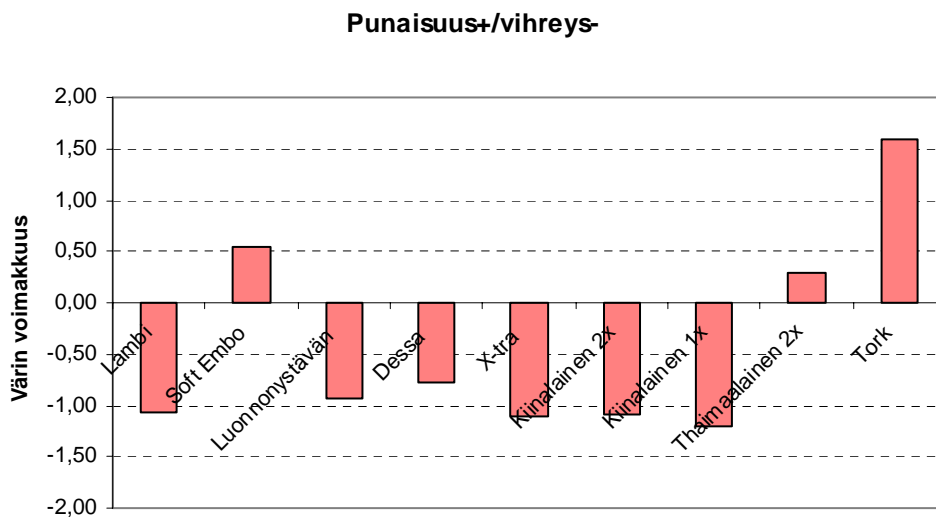
Paperi	L D65/10	a D65/10	b D65/10
Lambi	94,22	-1,07	0,95
Soft Embo	92,54	0,55	-3,64
Luonnonystävän	87,29	-0,93	3,46
Dessa	94,22	-0,77	1,82
X-tra	86,41	-1,11	3,17
Kiinalainen 2x	93,56	-1,09	1,53
Kiinalainen 1x	92,25	-1,20	1,35
Thaimaalainen 2x	93,12	0,29	-3,38
Tork	90,52	1,59	-6,42

Painamattomalla wc-paperilla tärkeimpiä ulkonäköön vaikuttavia väriominaisuuksia ovat b-arvo, WI-arvo eli valkoisuus ja R457-ISO-vaaleus. Kaksi jälkimmäistä ominaisuutta ovat UV-valon kanssa mitattuja, joka vastaa ulkoilmaolosuhteina keväisen aurinkoisen päivän valoisuutta.



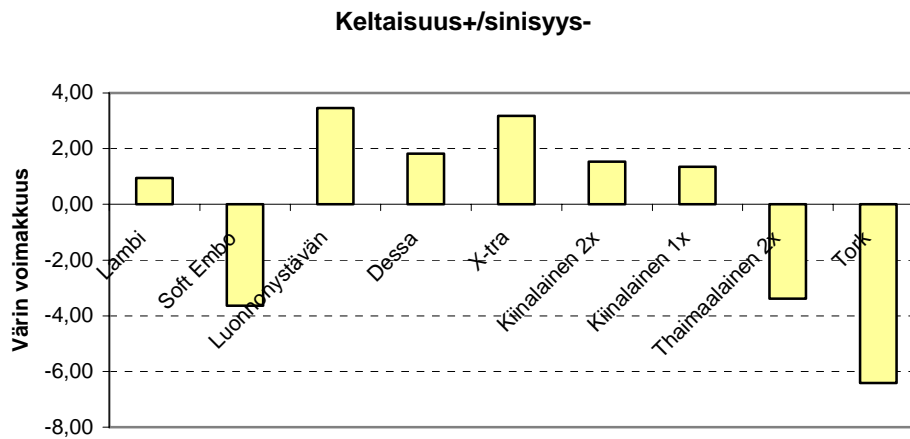
Kuva 25 Luminanssidiagrammi

Luminanssi eli L-, a-, b-värikartan musta-valko-akseli ei kuulu pehmopaperin tärkeimpien väriominaisuuksien joukkoon.



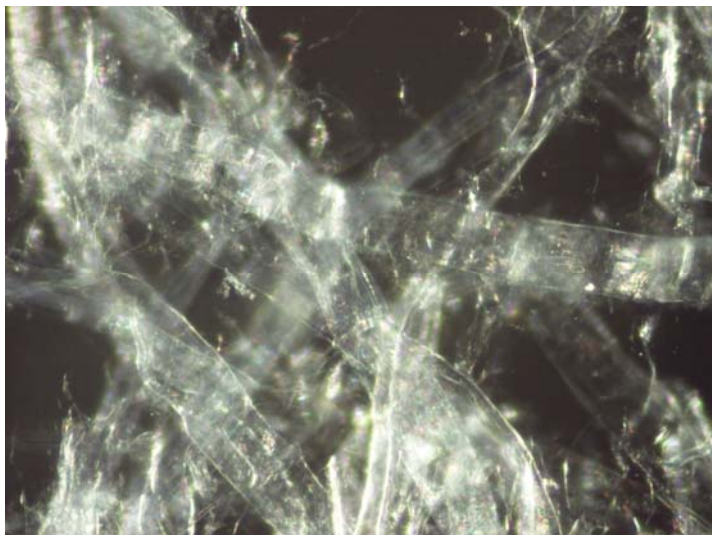
Kuva 26 Papereiden a-arvot

Paperin punaisuus tai vihreys laadullisena ominaisuutena ei ole merkittävää, ja sen laadullisuus vaihtelee lähes jokaisella testaajalla.

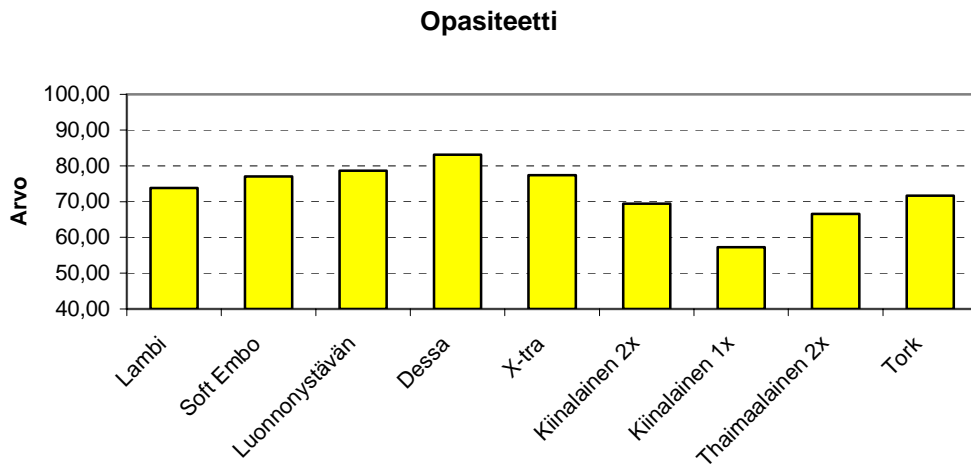


Kuva 27 Papereiden b-arvot

Paperin sinisyyden puolestaan jokainen silmä mieltää yleisesti puhtaaksi valkoisuudeksi. Sinertävyyden määrällä on tietenkin tietty yläraja, mistä voimakkaampi sinisyys ei ole havaittavissa enää valkoisuutena. Hyvin monissa painopapereissakin käytetään massavärinä pieniä määriä sinistä väriä.

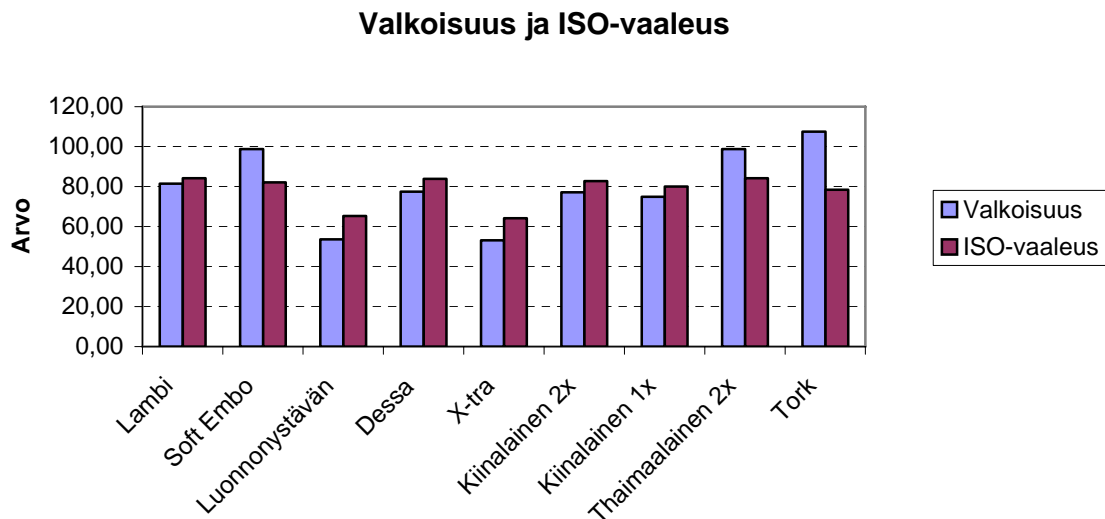


Kuva 28 Vertailun keltaisimman Luonnonystävän wc-paperin kuituja



Kuva 29 Opasiteettidiagrammi

Pehmopapereiden yleisesti tärkeitä ominaisuuksia ei ole opasiteetti. Vaikka joitakin pehmopapereita ja jopa wc-papereita painetaan, ei kuvien hahmotus aiheuta ongelmia alhaisellakaan opasiteetilla. Opasiteetilla on tärkein rooli painopapereilla luettavuuden kannalta.



Kuva 30 Valkoisuus- ja vaaleusdiagrammi

Valkoisuus ja ISO-vaaleus ovat tärkeimpiä edellytyksiä itse wc-paperin esteettiselle ulkonäölle. ISO-vaaleus määräytyy yleisesti massan puhtauden perusteella ja puolestaan valkoisuus kohoaa esimerkiksi optisia kirkasteita käyttämällä.

Yhdistetty vaaleus- ja valkoisuusjärjestys:

1. Tork
2. Thaimaalainen 2x
3. Soft Embo
4. Lambi
5. Dessa
6. Kiinalainen 2x
7. Kiinalainen 1x
8. Luonnonystävän
9. X-tra

Vertailun tummimmat ja likaisimmat paperit olivat oletetusti uusiomassasta valmistetut Luonnonystävän wc-paperi ja X-tra. Kierrätyspaperin siistauksessa jäänyt painoväri ja mekaaninen massa tummentavat väistämättömästi paperia.

4.2 Wc-paperin hinta

Wc-paperin hinta ei ole aivan yksiselitteinen asia. Toilettipaperin rullakohtaisen hinnan lisäksi täytyy sen käyttöhintaan laskea mukaan kerroksien määrä ja paksuus. Esimerkiksi saman halkaisijan 3-kerrospaperirullassa on melko paljon enemmän arkkeja kuin 4-kerrospaperilla, eikä tätä tule käytössä kompensoimaan arkkien vähempi käyttötarve.

Taulukko 15 WC-papereiden rullahinnat

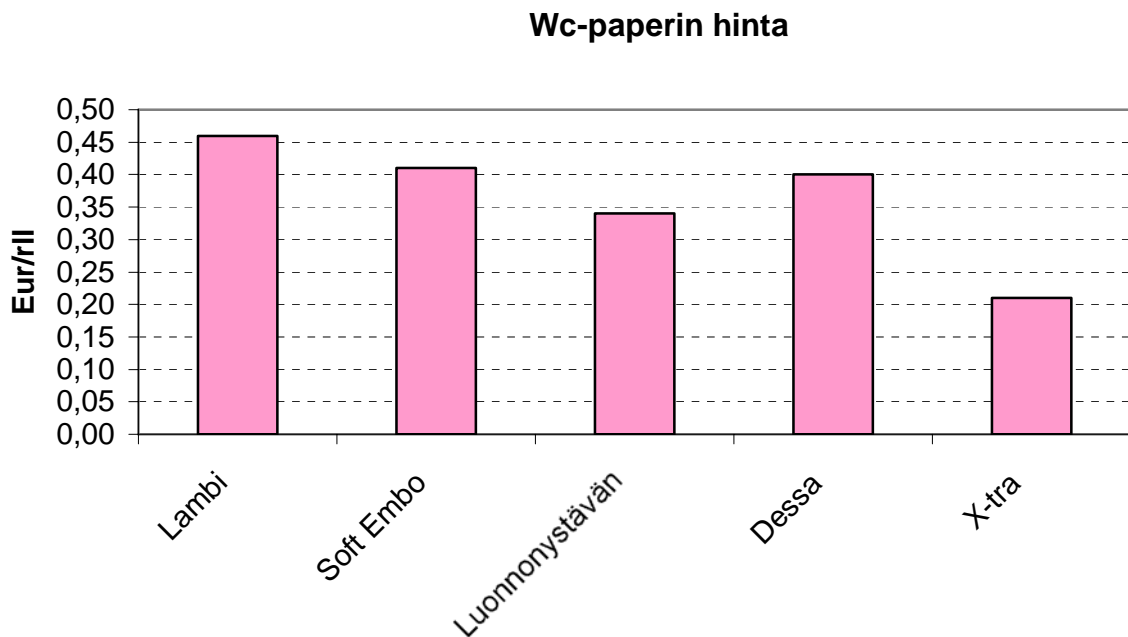
Paperi	hinta/rll eur
Lambi	0,46
Soft Embo	0,41
Luonnonystävän	0,34
Dessa	0,40
X-tra	0,21
Kiinalainen 2x	
Kiinalainen 1x	
Thaimaalainen 2x	
Tork	

Pitkän tähtäimen hintavertailuun kuluttajan pitäisi miettiä myös mahdollisuutta käyttää wc-paperin jättipakkauksia, joissa rullakohtainen hinta on aina alhaisempi.

Tuotteiden käänteinen kalleusjärjestys:

1. X-tra
2. Luonnonystävän
3. Dessa
4. Soft Embo
5. Lambi

Taulukon luvut ja sijoituksethan kertovat mikä paperi on halvinta ja mikä kalleinta. Eikö siis kannattaisi alkaa käyttää halvinta paperia, niin talous lähtisi nousuun? Käyttöhintaan kuitenkin vaikuttavat myös aiemmin mainitsemani paksuus. Sen lisäksi hintasijoitusten halvimmallalla paperilla on selkeästi vähiten paperia hylsyn ympärillä. Siksi ostopäätös myöskään hinnan mukaisesti ei ole helppo.



Kuva 31 Havainnollistava hintadiagrammi

4.3 Tuotteiden vertailu

Varsinaiseen wc-papereiden vertailuun on valittu vain Suomesta saatavat kotitalous-wc-paperit. Suurtalous-wc-papereita edustaa ruotsalainen SCA:n valmistama Tork-brändi. Aasialaiset kilpakumppanit jäävät pois saatujen mittatulosten vähyyden takia, eivätkä ne ole vertailukelpoisia suomalaisten merkkien ja keskieurooppalaisen Dessan kanssa. Värimittauksissa merkittävimmät ominaisuudet ovat valkoisuus ja vaaleus, joten vain niiden sijoitukset ovat mukana loppuvertailussa.

4.4 Sijoitukset vertailussa

Taulukoissa 16–19 ovat Suomessa myytävien wc-papereiden suuntaa antavat sijoitukset toiminnallisten ominaisuuksien vertailussa.

Taulukko 16 Repäisy- ja märkärepäisylujuuksien sijoitukset

Sijoitus	Repäisylujuus	Märkärepäisylujuus
1.	Soft Embo	Dessa
2.	Dessa	Soft Embo
3.	X-tra	Luonnonystävän
4.	Lambi	Lambi
5.	Luonnonystävän	X-tra
6.	Tork	Tork

Vaikka sijoitukset vertailussa puhuvat selvästi muutaman brändin puolesta, pitää ottaa huomioon muitakin tekijöitä, ennen kuin alkaa laittaa papereita omasta mielestään absoluuttiseen paremmuusjärjestykseen. Päätös olisi suhteellisen helppo, jos ottaa huomioon vain ljuudet, pehmeiden, nesteen absorptiokyvyn ja esteettisyyden, mutta taloudellisuus ja ympäristöystävällisyyskin kannattaa ottaa myös ostopäätöksen tekoon mukaan.

Taulukko 17 Vetolujuuden ja venyvyyden paremmuusjärjestykset

Sijoitus	Vetolujuus	Venyvyys
1.	Dessa	Tork
2.	Soft Embo	X-tra
3.	Lambi	Lambi
4.	X-tra	Dessa
5.	Tork	Soft Embo
6.	Luonnonystävän	Luonnonystävän

Yläpuolella vetolujuusjärjestys ja venymä paperin murtumishetkellä.

Taulukko 18 Märkäveto- ja puhkaisulujuuksien sijoitukset

Sijoitus	Märkävetolujuus	Puhkaisulujuus
1.	Lambi	Dessa
2.	Dessa	Soft Embo
3.	X-tra	Lambi
4.	Luonnonystävän	X-tra
5.	Soft Embo	Luonnonystävän
6.	Tork	Tork

Puhkaisulujuus jäljittelee vetolujuuden suuremmuusjärjestystä.

Taulukko 19 Veden imeytymisen ja pehmeiden paremmuusjärjestykset

Sijoitus	Veden imeytymiskyky	Pehmeys
1.	Dessa	Tork
2.	Lambi	Lambi
3.	Soft Embo	Dessa
4.	Luonnonystävän	X-tra
5.	X-tra	Soft Embo
6.	Tork	Luonnonystävän

4.4 Ympäristöystävällisyys

Yhä enemmän painoarvoa on myös ostettujen tuotteiden ympäristövaikutuksilla. Ympäristön huomioon ottaminen on siis myös tärkeä osa suomalaista paperiteollisuutta ja sen palveluja. Suomen pehmopaperitehtailla on käytössä laatu- ja ympäristöjohtamisjärjestelmät, jotka on sertifioitu ISO 14001 -standardin mukaisesti.



Kuva 32 Joutsenmerkki

Monissa wc-papereissamme oleva Joutsenmerkki kertoo paperin olevan kestävän metsätalouden kuduista ja/tai uusiokuduista ja valmistuksessa päästöt ilmaan ja veteen ovat vähäisiä. Myös valmistuksen aiheuttama energiankulutus on vähäinen sekä terveydelle ja ympäristölle vaarallisten kemikaalien määrää on rajoitettu valmistuksessa ja itse paperituotteessa. /4/



Kuva 33 WWF:n mainoslause

WWF arvioi viime vuonna toista kertaa viisi Euroopan pehmopaperijättiä niiden ympäristövastuun osalta. Vertailussa oli mukana Georgia-Pacific, Kimberly-Clark, Metsä Tissue, Procter&Gamble ja SCA Tissue. Näiden yritysten markkinaosuus on Euroopan pehmopaperimarkkinoista 75 %. /2/

Yrityksen ympäristövastuusta saadut 69 % täysistä pisteistä antoi SCA Tissuelle vertailun voiton ja pääsyn ainoana yrityksenä parhaaseen eli vihreään kategoriaan. Metsä Tissuen ympäristövastuu oli 53 % ja Georgia-Pacificin 27 % täysistä pisteistä. Sijoituksina toinen ja viides. /2/

WWF laittoi pehmopaperijätit järjestykseen myös vastuullisessa puunhankinnassa. Myös tässä sarjassa Ruotsi oli omaa luokkaansa (89 %), Metsä Tissue kolmas (31 %) ja Georgia-Pacific neljäs (23 %). /2/

5 LOPPUPÄÄTELMÄT

Kuten aiemminkin sanoin, papereita ei kukaan pystyisi asettamaan absoluuttiseen paremmuusjärjestykseen. Yllätyin siitä kuinka tarkasti eri brändit todella tasapainoivat omilla erityisominaisuuksillaan.

5.1 Tärkein toiminnallinen ominaisuus

Kolme kalleinta paperia dominoivat lujuus-, pehmeys- ja absorptio-ominaisuuksilla, kun suurtalous-wc-tiloista löydettävä bulkkipaperi komeilee vaaleudellaan ja valkoisuudellaan. Kotitalouksista löydettävät uusiokuitua olevat wc-paperit eivät ole valkoisia, eivätkä pehmeimpiä, mutta sijoittuivat lujuuksissa eli toiminnallisesti tärkeimmissä suureissa keskitasolle. Hinnan puolesta ne saivatkin sitten suurimmat pisteet.

Kun wc-paperin kierrätettävyys on hieman vaikeata, niin nyt tärkeimmäksi toiminnalliseksi ominaisuudeksi nostaisin aiemmin mittaamieni ominaisuuksien rinnalle kierrätyskuituprosentin. Toiminnalliset ominaisuudet vaativat myös kylmien teknisten ominaisuuksien ja hinnan vastapainoksi vihreät arvot, koska esimerkiksi Aasian teollisuusajattelulle täytyy antaa vaihtoehtoinen, esimerkillinen trendisuunta.

Kun vuosittain kuluttajan käyttämä 13 kiloa pehmopaperia onkin valmistettu jo käytetystä paperista, henkilökohtainen ympäristöajattelu on konkretisoitunut.

5.2 Suomalainen wc-paperi parasta

Suomalainen valmistaa laadullisesti hyvää paperia. Maanosakohtaiset erot papereihin tulevat yksinkertaisesti eri kansojen ajattelu- ja kulttuurieroista. Suomalaisen wc-paperin kuuluu olla myös lujaa pehmeiden ohella, kun taas Aasiassa ja Yhdysvalloissa kaikki kaikessa on pehmeys ja puhtaan valkoinen ulkoasu.

Perforoinnin liian suuri lujuus tuli ongelmaksi aasialaista toilettipaperia käytettäessä. Jotkut paperit katkesivat yhtä hyvin keskeltä paperia kuin arkkien rajalta pitkin repäisykatkoviivaa.



Kuva 34 Suomalaisuuden tärkein tunnus

Jos erimaalaiset wc-paperit laitettaisiin paremmuusjärjestykseen, se vaatisi samat raaka-aineet, jolloin vertailu siirtyisikin konevalmistajiin. Samanlaiset konekannat ja raaka-aineet, niin vertailu kohdistuisi työväen ammattitaitoon ja ahkeruuteen.

Kun lähdetään vertaamaan paperin laatua eri brändien välillä, pitäisikin sen sijaan miettiä, mitkä ominaisuudet ovat meille kaikista tärkeimpiä.

LÄHDELUETTELO

/1/ knowpap. [paperialan opetusohjelma]. [viitattu 12.4.2007].

/2/ WWF. [www-sivu]. [viitattu 12.4.2007]. Saatavissa:

http://www.wwf.fi/tiedotus/tiedotteet/tiedotteet_2006/arvioi_pehmopaperijattien_ymparistovastuun.html

/3/ Talentum. [www-sivu]. [viitattu 15.4.2007]. Saatavissa:

http://www.talentum.com/doc.ot?d_id=203428

/4/ Ympäristömerkki. [www-sivun asiakirja]. [viitattu 14.4.2007] Saatavissa:

http://www.ymparistomerkki.fi/files/638/005fi4_0.pdf

/5/ Paperinkeräys-yhtiöt. [www-sivu]. [viitattu 15.4.2007] Saatavissa:

<http://www.paperinkerays.fi/981>