




## Pehmopaperit - Tutkimuskartta

Kirjoittajat: Harri Kiiskinen, Jaakko Asikainen ja Helena Turkka

Luottamuksellisuus: Julkinen

Raportin nimi <b>Pehmopaperit - tutkimuskartta</b>	
Asiakkaan nimi, yhteyshenkilö ja yhteystiedot VTT	Asiakkaan viite
Projektin nimi Tissue research map	Projektin numero/lyhytnimi 76216-1.0
Raportin laatija(t) Harri Kiiskinen, Jaakko Asikainen ja Helena Turkka	Sivujen/liitesivujen lukumäärä 35
Avainsanat Pehmopaperi, tissue paper, napkin, facial tissue, toilet paper	Raportin numero VTT-R-09352-11
Tiivistelmä <p>Tämän hankkeen puitteissa selvitettiin pehmopapereihin liittyvää kirjallisuutta ja patenteja sekä haastateltiin joitakin pehmopaperivalmistajia. Tarkoitus oli kasata ajantasainen kuva tutkimus- ja kehitysaktiviteeteista liittyen niin pehmopapereiden kuin pehmopaperikoneiden valmistukseen. Näiden tietojen pohjalta pyrittiin löytämään alueet, joissa VTT voisi palvella pehmopaperiliiketoiminnassa toimivia yrityksiä.</p> <p>Hankkeen tavoitteena oli muodostaa VTT:lle tutkimuskartta pehmopaperialueelle. Tutkimuskartta sisältää listan mahdollisista tutkimusaihepiireistä liittyen pehmopaperituotteiden raaka-aineisiin, valmistukseen, mittaamenetelmiin sekä uusiin tuoteinnovaatioihin liittyen. Tutkimusaiheiden lisäksi on kartoitettu tuotteiden volyymejä sekä mahdollisia asiakkaita.</p> <p>Pehmopapereiden valmistukseen, tuoteominaisuuksien mittaamiseen ja uusien tuotteiden kehittämiseen tunnistettiin useita mahdollisuuksia, joissa VTT:n osaamista voitaisiin hyödyntää. Erityisesti raaka-aineiden parantamiseen tai säästöihin tähtäävillä hankkeilla on suuri potentiaali, sillä raaka-ainekustannus on puolet tuotteen valmistuskustannuksista. Edelleen tuotteen ominaisuuksien mittaamiseen tai prosessien toiminnan mittaamiseen VTT:llä on paljon osaamista. Erilaiden toiminnallisuuksien (mm. indikaattorit, hygienia) lisääminen pehmopapereihin mahdollistaa uusien tuotteiden kehityksen. Tämä on varsin voimakkaasti kehittyvä alue, jolle on viimevuosina haettu paljon uusia patenteja.</p> <p>Yksi mahdollinen teknologia, jolla on mahdollista päästä merkittäviin raaka-ainesäästöihin, on vaahtorainaus. Teknologialla voidaan valmistaa huokoisia rakenteita. Vaahtorainaus on tutkittu VTT:llä mm. papereihin ja kartonkeihin liittyen, mutta toistaiseksi ei ole selvitetty sen potentiaalia pehmopapereissa.</p>	
Luottamuksellisuus	Julkinen
Jyväskylä 11.4.2012	
Laatija  Harri Kiiskinen Johtava tutkija	Tarkastaja  Terhi Saari Asiakaspäällikkö
Hyväksyjä  Janne Poranen Teknologiapäällikkö	
VTT:n yhteystiedot	
Jakelu (asiakkaat ja VTT)	
<p style="text-align: center;"><i>VTT:n nimen käyttäminen mainonnassa tai tämän raportin osittainen julkaiseminen on sallittu vain VTT:ltä saadun kirjallisen luvan perusteella.</i></p>	

## Sisällysluettelo

1	Johdanto .....	4
2	Tavoite .....	4
3	Rajaukset .....	4
4	Pehmopaperituotteiden markkinat .....	4
5	Pehmopaperin raaka-aineet.....	6
6	Pehmopaperin valmistusprosessi .....	7
7	Pehmopaperikoneiden valmistajat .....	10
8	Pehmopaperin valmistajat.....	11
9	Tuotteet.....	12
9.1	WC-paperi .....	13
9.2	Taluspaperit.....	14
9.3	Paperipyhkeet ja teolliset pyyhkeet .....	14
9.4	Kasvopaperit ja nenäliinat .....	15
9.5	Lautasliinat .....	15
9.6	Kosteuspyyhkeet.....	15
9.7	Tuoteominaisuudet.....	16
10	Laadun mittausmenetelmät.....	17
10.1	Mekaaniset ominaisuudet.....	17
10.2	Tuntuominaisuudet – paperin pehmeys .....	18
10.3	Nesteen absorptio .....	20
11	Patenttikartta.....	20
12	Yhteenveto, tutkimusmahdollisuuksia .....	23
	Liitteet .....	27
Liite 1	Yleispatenttikartan histogrammit.	
Liite 2	Pehmopaperin toiminnallisuuteen liittyvien patenttien analyysi. Patenteja on haettu vuosina 2000-2011.	
Liite 3	Vuonna 2011 ja 2012 käynnistyvät tai uusittavat pehmopaperikoneet	

## 1 Johdanto

Tämän hankkeen puitteissa selvitettiin pehmopapereihin liittyvää kirjallisuutta ja patenteja sekä haastateltiin joitakin pehmopaperivalmistajia. Tarkoitus oli kasata ajantasainen kuva tutkimus- ja kehitysaktiviteeteista liittyen niin pehmopapereiden kuin pehmopaperikoneiden valmistukseen. Näiden tietojen pohjalta pyrittiin löytämään alueet, joissa VTT voisi palvella pehmopaperiliiketoiminnassa toimivia yrityksiä.

Toistaiseksi VTT:n paperitutkimus on keskittynyt painopapereihin ja kartonkeihin eikä pehmopaperialueella ole juuri ollut aktiviteetteja. Pehmopaperit ovat pakkauskartonkien ohella ainoita paperilajeja, joiden kulutus kasvaa maailmanlaajuisesti. Kasvavan kulutuksen myötä myös tutkimuspalveluiden odotetaan kasvavan ja osaamista, joka on kehittynyt VTT:lle painopaperitutkimuksesta, voidaan hyödyntää myös pehmopaperiaihepiirissä. Edelleen oletus on, että uusissa pehmopaperituotteissa voidaan yhdistää VTT:n eri osaamiskeskusten osaamisia mm. pakkauksiin, toiminnallisuuteen, indikaattoreihin, painettavuuteen yms. liittyen.

Tässä raportissa käydään lyhyesti ensin läpi pehmopaperituotteiden markkinat, raaka-aineet, valmistusmenetelmät ja valmistajat. Sen jälkeen eri pehmopaperituotteen ja niiden ominaisuuksiin liittyvät mittausmenetelmät. Sen jälkeen patenttikarttojen ja kirjallisuushaun avulla selvitetään aktiviteetteja eri pehmopaperialueilla. Lopuksi luetellaan mahdollisia aihealueita, joissa VTT:n osaamisia voitaisiin hyödyntää pehmopaperitutkimuksessa ja tuotekehityksessä.

## 2 Tavoite

Hankkeen tavoitteena on muodostaa VTT:lle tutkimuskartta pehmopaperialueelle. Tutkimuskartta sisältää listan mahdollisista tutkimusaihepiireistä liittyen pehmopaperituotteiden raaka-aineisiin, valmistukseen, mittausmenetelmiin sekä uusiin tuoteinnovaatioihin liittyen. Tutkimusaiheiden lisäksi on kartoitettu tuotteiden volyymejä sekä mahdollisia asiakkaita.

## 3 Rajaukset

Tässä tutkimuksessa ei käsitellä kuitukankaita (non-woven fabric). Huomattavaa kuitenkin on, että esim. erilaisia pyyhkeitä (mm. kosteuspyyhkeitä sekä teollisia pyyhkeitä) voidaan valmistaa joko paperinvalmistus- tai non-woven tekniikoilla, joten raja pehmopaperituotteiden ja kuitukankaiden välillä on varsin häilyvä.

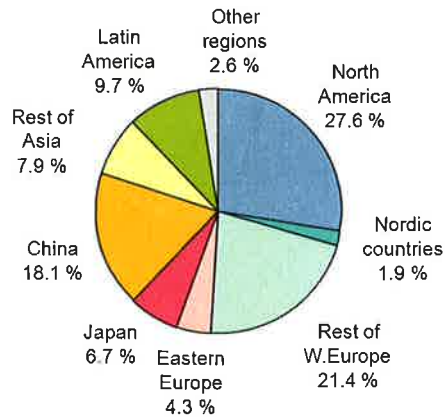
## 4 Pehmopaperituotteiden markkinat

Vuonna 2011 pehmopapereiden kulutus on maailmanlaajuisesti n. 30 Mt. Paperin ja kartongin kokonaistuotannosta pehmopapereiden osuus on 7-8%.

Toisin kuin painopapereissa, pehmopaperituotteiden tuotanto tapahtuu pääosin samoissa maissa kuin kulutuskin (*Kuva 1*) ja vientivolyymit ovat pieniä paperi- ja kartonkituotteisiin verrattuna. Ainoastaan Pohjois-Eurooppa tuottaa pehmopapereita selvästi enemmän kuin kuluttaa. Vienti suuntautuu Itä-Eurooppaan.

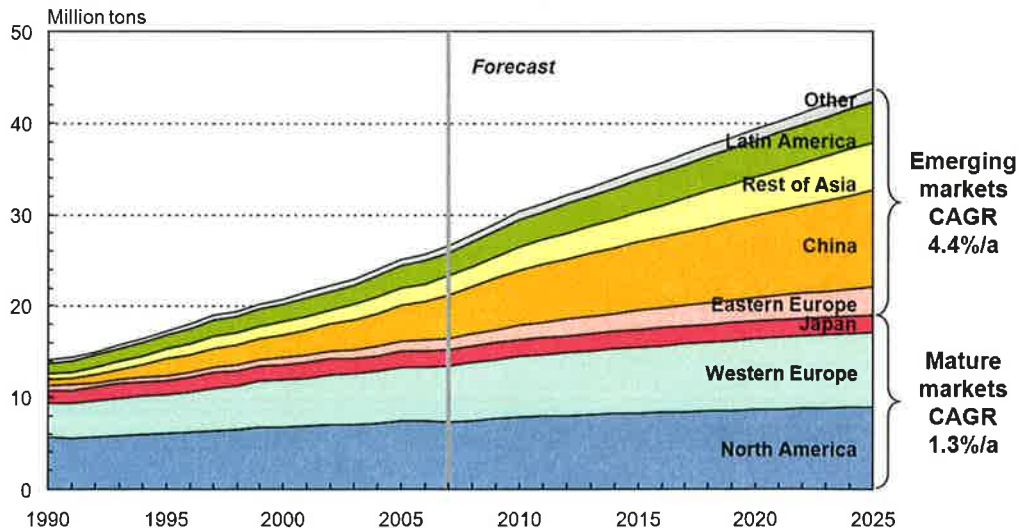
Tuotannon kasvun odotetaan jatkuvan noin 4% vuosivauhdilla, mikä tarkoittaa tuotannon kaksinkertaistumista vuoteen 2030 mennessä. Tuotantovolyymina tämä tarkoittaa noin miljoonan tonnin kasvua joka vuosi. Tyypillisten uusien pehmopaperikoneiden vuosituotanto vaihtelee välillä 12 000 – 70 000 t/a, joten koneiden määrä lisääntyy useilla kymmenillä joka vuosi. *Liitteessä 3* on lueteltu vuosina 2011 – 2012 käynnistyvät tai uudistettavat pehmopaperikoneet.

Maailmanlaajuisesti noin 50% pehmopapereista valmistetaan neitseellisestä kuidusta (70-80% lyhytkuitua) ja 50% kierrätyskuidusta.



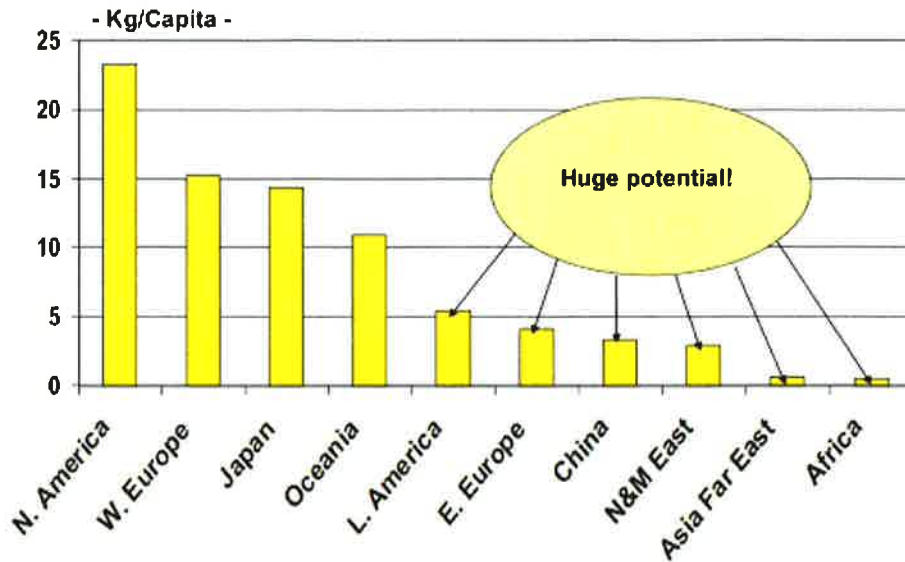
*Kuva 1: Pehmopaperin tuotanto eri puolilla maailmaa.*

Globaalisti kasvuodotukset jakautuvat varsin epätasaisesti. Tuotannon odotetaan kasvavan kasvavilla markkinoilla (Kiina, Latinalainen Amerikka, Aasia) n. 4,4% vuosivauhdilla ja Länsi-Euroopassa ja Pohjois-Amerikassa n. 1,3% vuosivauhtia (*Kuva 2*).



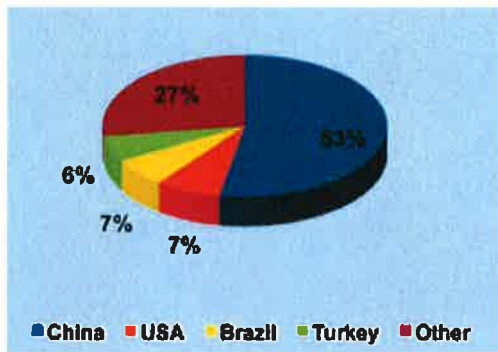
*Kuva 2: Pehmopapereiden markkinat 1990-2025 /1/.*

Henkeä kohden kulutus vaihtelee maanosittain ollen suurin Pohjois-Amerikassa (23 kg/hlö/a) ja pienin Afrikassa (n. 1 kg/hlö/a), *Kuva 3*.



Kuva 3 Pehmopaperituotteiden kulutus ei maanosissa /21/

Vuosina 2010-2012 kapasiteetin kokonaislisäys maailmanlaajuisesti on 2,4 Mt, josta yli puolet tulee Kiinaan (Kuva 4).



Kuva 4: Pehmopaperin tuotantokapasiteetin lisäys v. 2010-2012

## 5 Pehmopaperin raaka-aineet

Kuten edellä jo mainittiin, noin 50% pehmopapereista valmistetaan neitseellisestä kuidusta (70-80% lyhytkuitua) ja 50% kierrätyskuidusta. Koska tuotanto on hyvin paikallista, myös raaka-aineiden käyttö ja laatu vaihtelevat paikallisen saatavuuden mukaan.

Käytettävä raaka-ainepohja vaikuttaa selvästi sekä valmistusprosessiin että itse lopputuotteen ominaisuuksiin. Prosessoitavuuden kannalta kriittisin ominaisuus on rainan lujuus kun taas lopputuotteessa paperilta vaaditaan käytöstä riippuen esimerkiksi pehmeyttä, imukykyä ja vaaleutta. Niin kuin muidenkin paperilajien kohdalla, raaka-aineiden vaikutukset ovat usein vastakkaisia eri tuoteominaisuuksien kannalta: rainan vetolujuutta saadaan kasvattamalla keskimääräistä kuidun pituutta, esimerkiksi lisäämällä armeeraussellun osuutta, mutta samalla valmiin tuotteen pehmeyspotentialia pienenee (Ruiz et al 2010). Raaka-aine vaikuttaa paljon myös prosessin häiriöalttiuteen, erot puhtaansellupohjan ja 100 % siistausmassan käytössä ovat prosessikemian kannalta

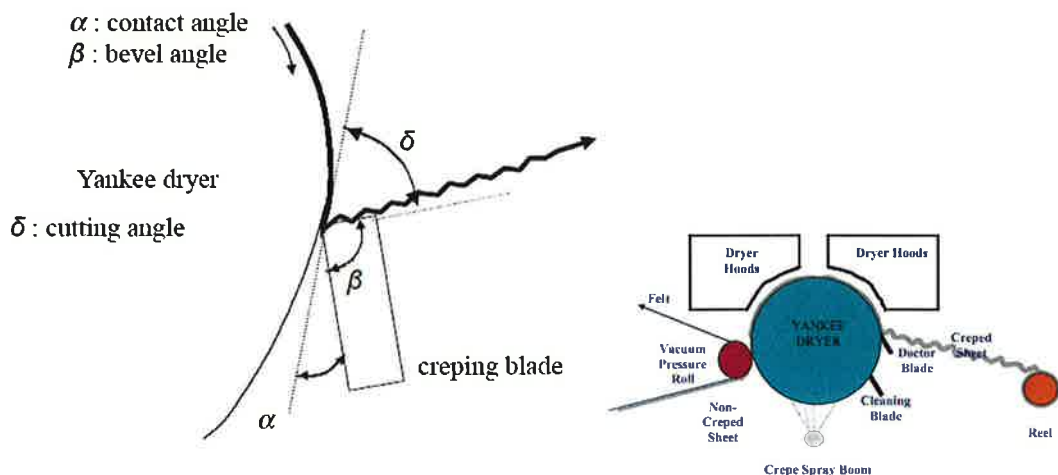
tietenkäin ilmeiset. Siistausmassaa käyttävillä koneilla myös kuidun laadun vaihtelut aiheuttavat prosessin epästabiiliutta ja laskevat tuotannon tehokkuutta.

Erityisesti julkisten kohteiden (away-from-home) pehmopapereille kierrätysmassa ja nimenomaan toimistokierrätyspaperi on tärkeä raaka-aine. Tämän raaka-aineen selvä väheneminen asettaa uusia haasteita pehmopaperivalmistajille. Eräs mahdollisuus on nestepakkauskartongin laajempi kerääminen ja hyödyntäminen tissue-tuotteissa /25/.

## 6 Pehmopaperin valmistusprosessi

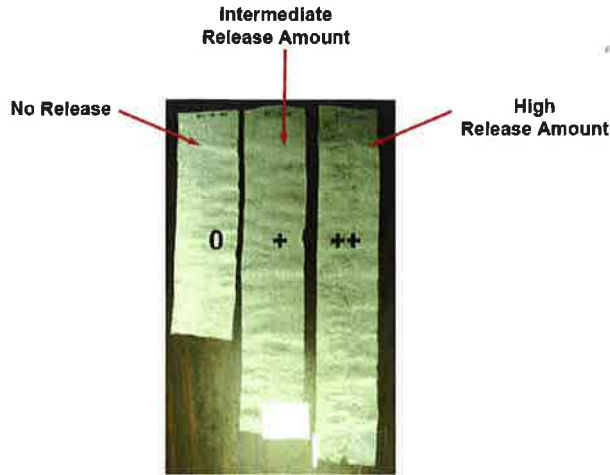
Pehmopaperin valmistusprosessi on yksikköprosesseiltaan osittain hyvin samankaltainen kuin painopapereiden. Tyypillisesti perälaatikkosakeus on selvästi matalampi (~0,1 - 0,5% ) kuin paperikoneilla. Uusilla koneilla on käytössä monikerrosperälaatikoita, joilla pehmeyttä antavat kemialliset kuidut pyritään sijoittamaan paperin pintaan ja absorptiota ja bulkkia tuovat mekaaniset kuidut keskelle rakennetta. Viiraosalla vettä poistetaan vakuumien avulla ja kuivatusta varten tuote puristetaan kuivatussylinterin pintaan.

Pehmopaperi kuivataan jenkkisylinterillä ja kuivauksen lopuksi paperi krepataan (Kuva 5). Kreppauksella saadaan aikaan pehmopaperin pehmeä ja kuohkea rakenne. Kreppaukselta varten sylinterin pintaan ruiskutetaan liimaa ja paperi puristetaan kiinni sylinteriin. Kreppauksesta johtuen rullaimen nopeus on 10% - 25% pienempi kuin konenopeus. Paperin kreppaus voidaan tehdä myös asettamalla peräkkäisten ryhmien – esimerkiksi formerin ja TAD-kuivatusviiran – nopeusero sellaiseksi, että jälkimmäinen yksikkö kulkee hitaammin (rush transfer), jolloin rata kasautuu muodostaen krepin.



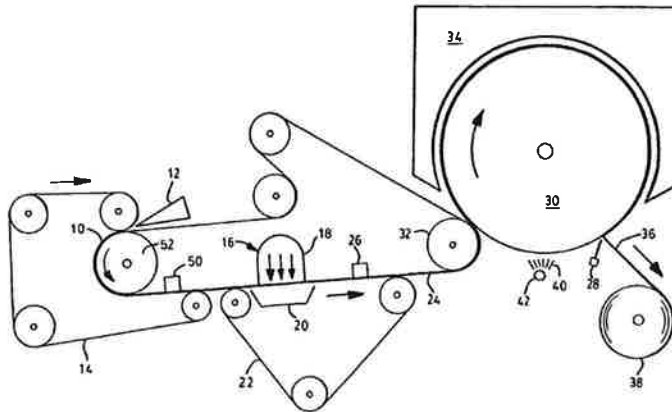
Kuva 5 Pehmopaperin kreppausprosessi

Kreppaus on tuotteen laadun, erityisesti pehmeiden ja tuntuman, kannalta keskeinen prosessivaihe ja sitä on pyritty mittaamaan ja mallintamaan ei tutkimuksissa /26,26/. Kuvassa 6 on esitetty irroituskemikaalin tyypin vaikutus krepatun tuotteen laatuun.



*Kuva 6 Jenkkisylinterin pinnan vaikutus krepatun tuotteen laatuun. Sylinterin pintaan suihkutetaan irrotukseen vaikuttavaa kemikaalia.*

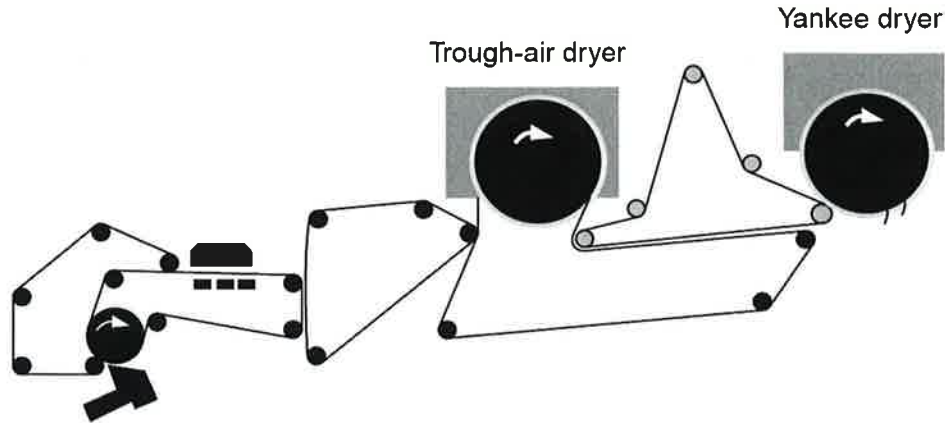
Formerien kehitys on kulkenut tasoviiran ja kitaformereiden kautta ns. Crescent –formereihin (Kuva 7). Crescent-formerissa sulppu ohjataan perälaatikosta formeriviiran ja puristinhuovan muodostamaan kitaan. Rata johdetaan puristinhuovan avulla tuettuna jenkkisylinterille, jolloin vältytään paperin siirrosta kudokselta toiselle ja koneen ajettavuus paranee.



*Kuva 7: Crescent formeri /2/*

Jenkkikuivatuksen rinnalle on 1990-luvulla levinnyt ns. läpivirtauskuivatus (TAD, Through Atr Drying). Tavoitteena on ollut kehittää teknologia, joka säästää paperin bulkkia mahdollisimman paljon. TAD-kuivatuksessa (Kuva 8) kuumaa ilmaa puhalletaan paperin läpi kennorakenteiden sylinterin päällä. Huomattavaa on, että TAD-konstruktiossa ei ole lainkaan puristusosaa. TAD-kuivatusta seuraa jenkkisylinteri, jolla krepkaus suoritetaan. TAD-teknologian käyttö lisää myös paperin absorptiokykyä. TAD-kuivattu pyyhe voi sitoa itseensä 16-kertaisen vesimäärän painoonsa verrattuna kun kuivakrepatun paperin imukyky on noin puolet tästä /24/.

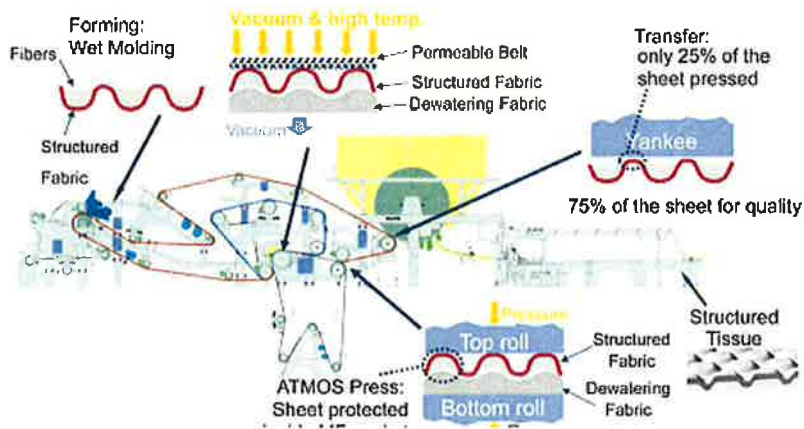




Kuva 8: TAD-kuivatusteknologia

TAD-kuivatuksella säästetään bulkkia, mutta haittapuolena on korkeahko energian kulutus, mistä syystä TAD-kuivatuskoneiden kannattavuus on viime aikoina heikentynyt.

Viimeaikaisin kehitys on paperin 3D-rakenteen muodostaminen paperikoneella. Tähän päästään käyttämällä formerissa viiraa, jonka rakenne poikkeaa perinteisestä pinnaltaan tasaisesta formeriviirasta. Voithilla ratkaisua kutsutaan nimellä ATMOS-teknologia /23/ (Advanced Tissue Molding System) ja Metsolla nimellä Advantage NTT. Voithin ratkaisussa keskeisiä elementtejä ovat 3D-rakenteen muodostava markkeerattu viira ja alipainesylinteri, jossa vettä poistetaan alipaineen ja ilmapuhalluksen avulla (Kuva 9).



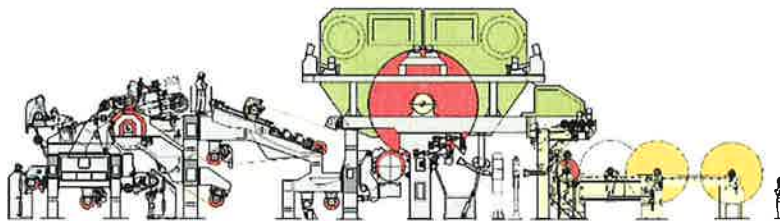
Kuva 9: Voith ATMOS-technology

ATMOS-teknologian avulla voidaan päästä samoihin ominaisuuksiin kuin TAD-kuivatuksella noin 35% pienemmällä energiankulutuksella.

Merkittävimmit pehmpaperikonevalmistajat ovat kehittäneet pehmpaperikonemarkkinoille modulaarisia koneita eri tuotantokapasiteeteille. Tyypillisesti yksittäisen koneen tuotanto vaihtelee välillä 30 – 250 t/vrk. Modulaarisuudella voidaan merkittävästi alentaa koneen suunnittelu- ja valmistuskustannuksia. Esimerkki erään valmistajan modulaarisesta nopeista pehmpaperikoneista on seuraavassa taulukossa (Taulukko 1).

Taulukko 1 Esimerkki modulaarisesta pehmopaperikonevalikoimasta ([www.toscotec.com](http://www.toscotec.com))

	Ahead 1.5	Ahead 2.0S	Ahead 2.0M	Ahead 2.0L	Unit
Net sheet width, max	2850	2850	3800	5500	mm
Basis weight on reel	15-40	15-40	15-40	15-40	g/m <sup>2</sup>
Crepe	10-25	10-25	10-25	10-25	%
Design speed	1800	2200	2200	2200	m/min
Max operating speed	1700	2000	2000	2000	m/min
Daily production, max	90	120	160	240	tons/day
Yankee diameter	3660	4572	4572	4854	mm



Energiankulutus. Pehmopaperikoneiden energiankulutus on tyypillisesti luokkaa 2800-2900 kWh/t. Tämä jakautuu eri kohteisiin siten, että kaasun kulutus jenkkihuuvassa on noin 1100 kWh/t, kaasun kulutus jenkkisyylinterin lämmitykseen noin 800 kWh/t ja sähkön kulutus käyttöihin yms n. 900-1200 kWh/t.

## 7 Pehmopaperikoneiden valmistajat

Pehmopaperikoneiden valmistajia on merkittävästi enemmän kuin paperi- ja kartonkikoneiden valmistajia. Seuraavassa taulukossa on esitetty *Liitteen 3* tilastosta /28/ eri toimittajien toimitusten määrät vuosina 2011 – 2012 käynnistyvistä koneista. Käynnistyvien uusien koneiden lukumäärä aikavälillä on 88 kpl ja uusintojen 8 kpl.

Taulukko 2 Vuosina 2011 – 2012 käynnistyvien pehmopaperikoneiden ja merkittävien koneuusintojen toimittajia /28/.

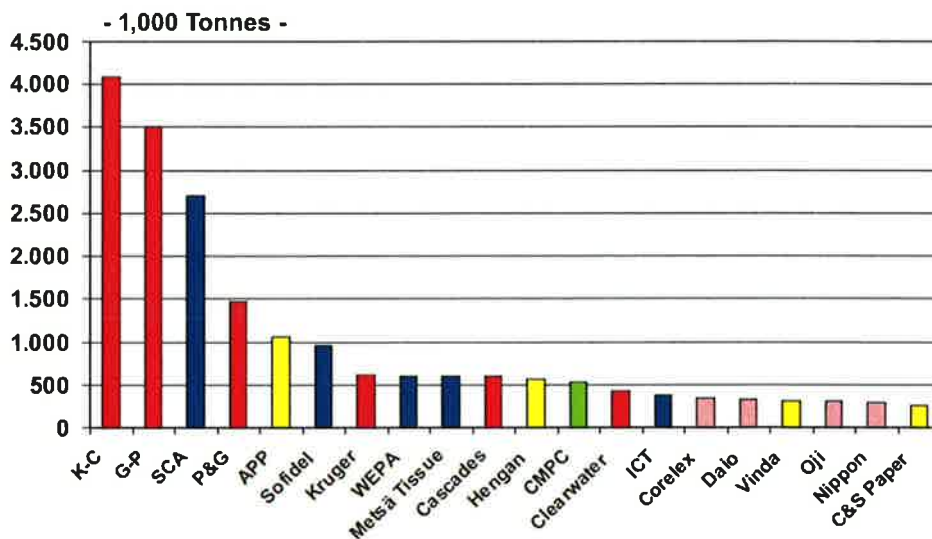
Toimittaja	Käynnistuvia uusia koneita tai merkittäviä uusintoja (kpl)
<a href="#">Kawano Zoki</a>	19
<a href="#">Voith Paper</a>	14
<a href="#">Toscotec</a>	13
<a href="#">Andritz</a>	11
<a href="#">Metso</a>	11
<a href="#">A Celli Paper</a>	6
<a href="#">Regard</a>	6
<a href="#">Hergen</a>	5

PMP Intelli	4
<b>Yhteensä</b>	<b>89</b>

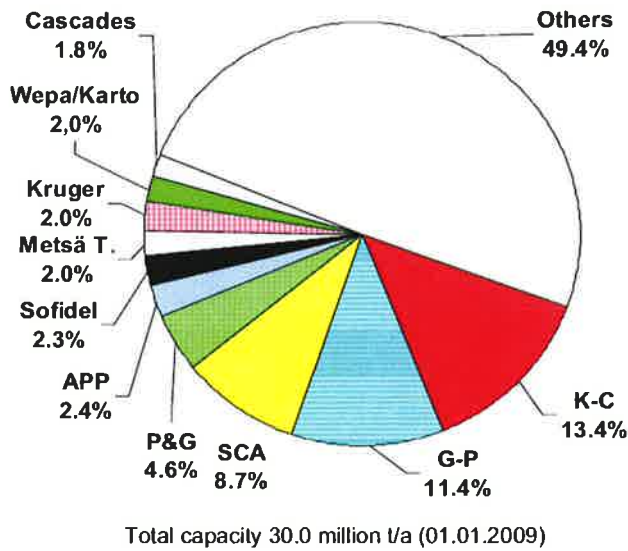
Maantieteellisesti Kiina on ylivoimainen ykkönen projektien määrässä. Siellä starttaa aikavälillä 56 uutta konetta. Seuraavana tulevat Brasilia (5 uutta konetta, 5 uusintaa), Yhdysvallat (5 uutta konetta) ja Ranska (4 uutta konetta).

## 8 Pehmopaperin valmistajat

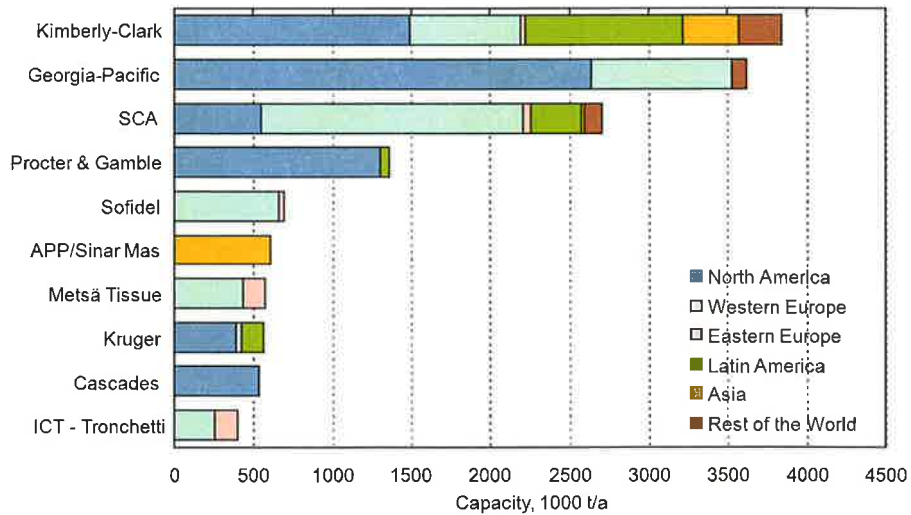
Merkittävimpiä pehmopaperinvalmistajia, tuotantokapasiteetteja ja toimijoiden osuuksia eri mannerten markkinoista on kuvattu seuraavissa kolmessa kuvassa. Pehmopaperinvalmistajista kahdella, Kimberly-Clarkilla ja Georgia-Pacificilla, on yli 10% osuus maailmanmarkkinoista. Seuraavaksi suurimpia ovat SCA ja Procter & Gamble. Huomattavaa on, että kymmenen suurimman valmistaja osuus maailmanmarkkinoista on noin puolet ja loppu jakaantuu lukuisten pienten toimijoiden kesken.



Kuva 10 Suurimpien pehmopaperivalmistajien tuotantokapasiteetit vuoden 2010 lopussa /RISI/



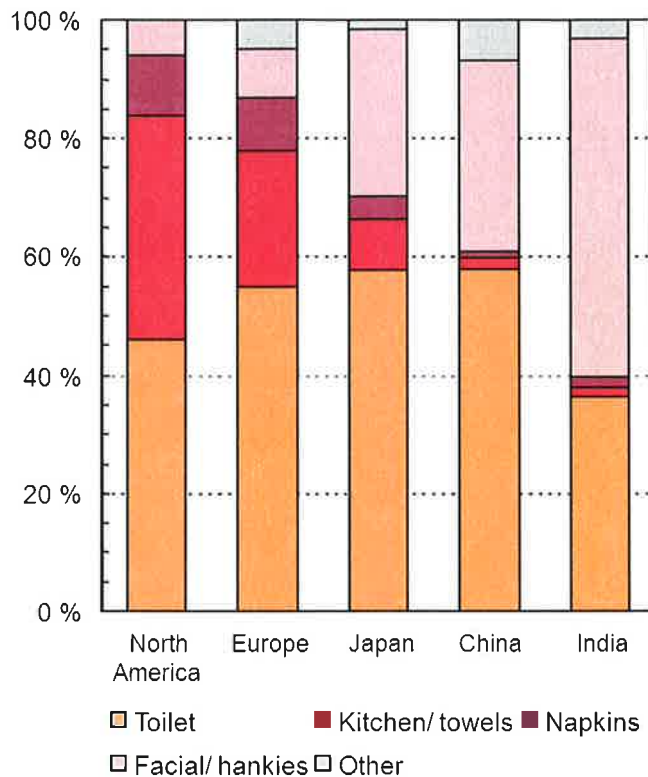
Kuva 11 Eri toimijoiden osuus pehmopaperimarkkinoista /RISI World Tissue Monitor – Q1 2009/



Kuva 12 Suurimpien pehmopaperivalmistajien tuotanto eri maanosissa //

## 9 Tuotteet

Pehmopaperit voidaan jakaa käyttötarkoituksensa mukaan useaan ryhmään: toilettipaperit, talouspaperit, paperipyyhkeet ja teolliset pyyhkeet, kasvopyyhkeet ja nenäliinat ja lautasliinat. Lisäksi tissue-pohjaa käytetään useissa paperituotteissa, kuten kosteuspyyhkeissä, suodatinpapereina ja joissakin tapauksissa myös tupakkapaperina. Joskus pehmopaperit luokitellaan myös käyttöympäristönsä mukaan kotitalouspapereihin ja AFH-papereihin (away from home), joita käytetään ravintoloissa, hotelleissa ja muissa julkisissa tiloissa. Kuvassa 11 on esitetty eri tissue-paperilajien osuudet maanosittain, kun paperit on jaettu viiteen luokkaan käyttönsä mukaan.



Kuva 13 Eri pehmopaperituotteiden osuudet viidellä eri markkina-alueella.

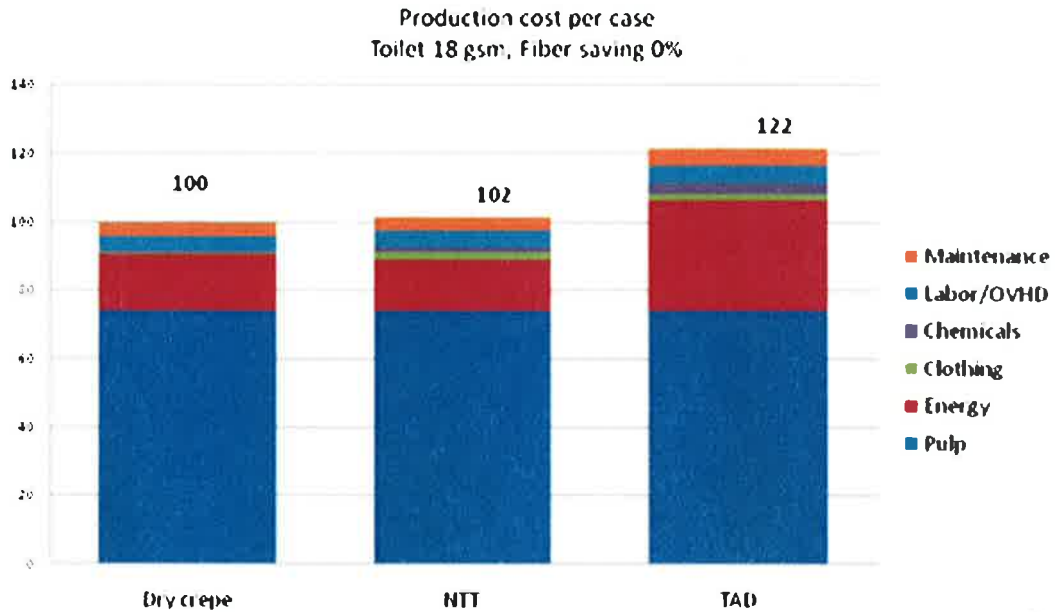
Seuraavassa on kuvattu lyhyesti eri tissue-paperien tärkeimmät piirteet /Fapet 18/.

## 9.1 WC-paperi

Toilettipaperit muodostavat suurimman osan pehmopapereiden kokonaismarkkinasta (Kuva 13). Paperi valmistetaan yhdestä, kahdesta tai joissakin tapauksissa jopa neljästä rainakerroksesta, joiden neliömassa on yleensä alueella 14 – 22 g/m<sup>2</sup>. Kerrostuksella aikaansaadaan lähinnä pehmeiden tuntua lisäävää kokoonpuristuvuutta, mutta se nostaa myös kokonaishuokostilavuutta ja lisää siten imukykyä. Arkkit pituusleikataan yleisesti 100 mm leveyteen ja perforoimalla repäistävän arkin pituus asetetaan välille 90 – 150 mm. Kuluttajapakkauksissa yksi rulla sisältää 180 – 280 arkkia kun taas AFH pakkauksen rulla saattaa sisältää 2000 arkkia. Paperin raaka-aineena on yleensä siistausmassa ja valkaistu kemiallinen massa, joita käytetään puhtaina tai seostetaan vaihtelevassa suhteessa. Vesiviemäriin tarkoitettujen paperien tulee hajota nopeasti veden vaikutuksesta, eikä niiden valmistuksessa tästä johtuen käytetä märkälujaliimoja. Massaan voidaan lisätä myös väriaineita.

Myös päällystyksellä paperin pintaan voidaan lisätä pieniä määriä esimerkiksi kosteusvoidetta tai vahaa pinnan pehmentämiseksi. Paperi usein myös kohokuvioidaan ja yleensä rullat kääritään hylsulle.

Pehmopaperituotteiden valmistuksessa ylivoimaisesti suurin kustannuserä on kuitu, jonka osuus tuotteen valmistuksen muuttuvista kustannuksista on yli puolet (Kuva 14). Seuraavaksi suurin kuluerä on lähinnä kuivatuksessa tarvittava energia.



Kuva 14 Eri teknologioilla valmistetun wc-paperin tuotantokustannusten jakauma /34/

## 9.2 Talouspaperit

Talouspaperien yhden kerroksen neliömassa on yleisesti 20 – 24 g/m<sup>2</sup> ja kerroksia on useimmiten kaksi. Massapohja voi vaihdella samalla tavalla kuin wc-paperissa, mutta korkean märkäljuuden aikaansaamiseksi paperin valmistuksessa käytetään myös märkälujaliimoja. Yleensä paperi kohokuvioidaan, jotta imukyky saadaan mahdollisimman korkeaksi.

## 9.3 Paperipyyhkeet ja teolliset pyyhkeet

Tämän kategorian tuotteet eroavat talouspapereista lähinnä käyttöympäristöltään ja tuotteen pakkaustavalla: paperipyyhkeet ovat useimmiten leikattu ja taitettu yksittäisiksi arkeiksi ja niitä käytetään julkisten tilojen kuten hotellien ja ravintoloiden wc- ja pesutiloissa. Teolliset pyyhkeet ovat usein rullalla, mutta paperin neliömassa (25 – 50 g/m<sup>2</sup>) ja usein myös rullakoko ovat suurempia kuin talouspaperilla, rulla voi olla jopa yhden metrin levyinen. Raaka-aineet ja valmistuksen kemikaalit ovat samoja kuin talouspapereilla, mukaan lukien märkälujaliimat.

Viime vuosina markkinoille on tullut erilaisia ilmakeivaimia, joita käytetään erityisesti julkisissa wc-tiloissa. Nämä tuotteet korvaavat paperipyyhkeiden käyttöä käsien kuivaamiseen. Eri kuivaustapojen käytettävyydestä ja hygieniasta on julkaistu useita tutkimuksia /20,26,27/. Tutkimusten perusteella paperi on erityisesti hygieniamielessä ylivoimainen verrattuna ilmakeivaimiin /Taulukko 3/.

Taulukko 3 Käsien kuivatusmenetelmien vertailu /20/

CHARACTERISTIC	PAPER TOWEL	WARM AIR DRYER	JET AIR DRYER
DRYING EFFICIENCY (SPEED OF DRYING)	HIGH (FAST)	LOW (SLOW)	HIGH (FAST)
AVERAGE CHANGE IN BACTERIAL NUMBERS ON THE HANDS AFTER USE	REDUCTIONS	INCREASES	INCREASES
POTENTIAL FOR CONTAMINATION OF OTHER USERS AND THE WASHROOM	VERY LOW	LOW	HIGH
NUMBERS OF PATHOGENIC BACTERIA CONTAMINATING THE DEVICE OR TOWEL	NONE	HIGH *	HIGH

#### 9.4 Kasvopaperit ja nenäliinat

Näiden paperien neliömässä on välillä 14 – 18 g/m<sup>2</sup>. Kasvopyyhkeet ovat usein kaksikerroksisia ja nenäliinoissa voi olla myös kolmas kerros. Pehmeys on erityisen tärkeä ominaisuus ja raaka-aineena käytetään useimmiten puhdasta sellua, joissakin tapauksissa valikoidusta jakeista valmistettua siistausmassaa. Prosessin erona muihin papereihin on kevyt kalanterointi, joka tehdään pinnan sileyden lisäämiseksi.

Viime vuosina valmistajat ovat tuoneet markkinoille tuotteita, joihin on lisätty erilaisia aineita, jotka pehmentävät tuotteita eivätkä ärsytä ihoa. Esimerkkeinä esim. *Lotus Nessu Aloe Vera* ja *Metsä Lambi*, johon on lisätty erilaisia balsameita. Toinen trendi on lisätä pyyhkeisiin viruksia tappavia ainesosia, jotka aktivoituvat saadessaan kosteutta. Tällainen tuote on esim. *Kleenex Anti-Viral* /22/.

#### 9.5 Lautasliinat

Lautasliinojen selvin ero muihin tissue-papereihin on niiden runsas värjääminen ja kuvioiden painatus. Perusrakenteeltaan lautasliinat ovat samanlaisia kuin muut tissue-tuotteet, kerroksia voi olla yhdestä neljään. Myös raaka-aineet ovat samoja kuin muissa tuotteissa.

#### 9.6 Kosteuspyyhkeet

Kosteuspyyhe on yleensä valkaistusta sellusta, puuvillasta, viskoosista, synteettisistä biohajoavista muovikuiduista tai näiden seoksista valmistettu, kosteutettu kertakäyttöliina, jota käytetään ihon ja käsien puhdistukseen sekä kutinan ja kirvelyn lievittämiseen. Riippuen käytetyn pohjan kuitulajiosuuksista kosteuspyyhe voidaan luokitella joko paperiksi tai non-woven kuitukankaaksi. Kosteuspyyhkeen pH on säädetty samalle tasolle kuin ihon pH, noin 5.5:een. Kosteuspyyhe sisältää usein myös tuoksuaineita ja yksittäispakkaaminen on yleistä.

Tuote-esimerkkinä kosteuspyyhkeistä on *Savett Super Clean*, joiden käyttötarkoitus on puhdistaa kädet ja pinnat liasta ja mikro-organismeista. Käyttöturvallisuustiedotteen mukaan tuotteessa on veden (pitoisuus > 30%) lisäksi denaturoitua alkoholia (>30 %), glyserolia (1-5 %) ja pieni määrä klooriheksidiinidiglukonaattia (0.1%) /19/, joka on ihon puhdistukseen käytettävä antiseptinen aine.



Kuva 15 Kosteuspyyhkeitä eri käyttötarkoituksiin /19/. Merkittävä osa kosteuspyyhkeistä luokitellaan non-woven-tuotteiksi.

## 9.7 Tuoteominaisuudet

Pehmopaperilta vaadittavat ominaisuudet vaihtelevat käyttötarkoituksen mukaan. Yleisiä vaadittavia piirteitä ovat:

- lujuus
- venymä
- pehmeys
- imukyky
- vaaleus
- yleisilme (tyylikkyys)

Alemman neliömassan lisäksi pehmopaperin merkittävin ero paino- ja kirjoituspapereihin on sen selvästi suurempi katkovenymä. Tämä saadaan aikaan kreppauksella, joka puolestaan parantaa paperin imukykyä ja pehmeyttä. Elastisen venymän selvä kasvu näkyy myös muita papereita selvästi alempana kimmokertoimena. Lujuus on erityisen tärkeä ohuiden rainojen prosessoinnissa, kun rainaa viedään suurella nopeudella avoimissa väleissä kreppauksesta kiinnirullaukseen ja jatkojalostuksessa. Lujuuteen vaikutetaan lähinnä raaka-ainevalinnoilla (kuitujen laatu, massa- ja märkälujaliimojen käyttö), kuitujen jauhatuksella ja neliömassalla.

Pehmeys on usein tärkein pehmopaperituotteen ominaisuus ja siihen vaikuttavat raaka-aineen ominaisuudet, rainan ominaisuudet ja prosessitekijät. Korkeaa pehmeyttä haettaessa paperin valmistukseen käytetään lähinnä puhtaita selluja. Tutkimuksen mukaan (Ruiz et al 2010) korkein pehmeyspotentiaali on lyhytkuituisilla lajeilla ja etenkin eukalyptuksella. Saman tutkimuksen mukaan jauhatuksen lisääminen vähentää paperin pehmeyttä kaikilla tutkituilla kuitulajeilla ja negatiivinen vaikutus on suurin armeerausessa käytettävillä havupuuselluilla.



Imukyky on tärkeä ominaisuus esimerkiksi talouspapereissa ja teollisissa pyyhkeissä, joskin vaikuttavat tekijät vaihtelevat jonkin verran riippuen imettävästä aineesta (esimerkiksi vesi ja öljy). Vaaleus, ulkonäkö ja tyylikkyys ovat tärkeitä ominaisuuksia papereilla jotka ovat kosketuksessa ihon kanssa, esimerkiksi kasvopyyhkeillä ja nenäliinoilla. Suurta imukykyä vaativissa tuotteissa käytetään superabsorbentteja (SAP, superabsorbent polymer), jotka pystyvät sitomaan itseensä 50 – 500 –kertaisesti oman painonsa verran nestettä. Esimerkiksi vaipoissa käytetään hydrogeelejä, joiden vettä sitova toiminta perustuu geelin ja veden välille muodostuvaan vetysidokseen.

## 10 Laadun mittausmenetelmät

Pehmopaperien laadun määrittämiselle on oma standardistonsa (ISO-12625), jossa on kahdeksan eri osaa ominaisuuksien mittaamiselle:

1. Paksuus, bulkkipaksuus ja näennäinen bulkkitiheys
2. Vetolujuus, venymä ja murtoenergia
3. Märkäljuuus
4. Neliömassa
5. Optiset ominaisuudet: vaaleus ja väri
6. Veden absorptioaika ja absorptiokyky
7. Puhkaisulujuus
8. Perforoidun paperin vetolujuus

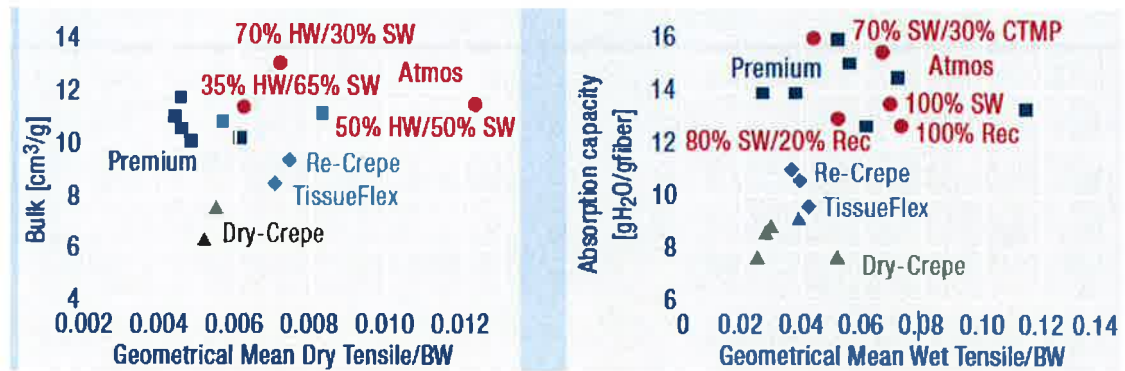
### 10.1 Mekaaniset ominaisuudet

Lujuusominaisuuksista vetolujuuden, venymän ja murtoenergian mittaamiseen käytetään tavanomaisia laitteita. Standardimenetelmissä näytteen leveys on 50 mm ja pituus 150 mm, joten mitattava näytteen pinta-ala on suurempi kuin muilla paperilajeilla /26/.

Pehmopaperin märkäljuudella tarkoitetaan sitä lujuutta, joka valmiilla paperilla on veteen upotettuna. Upotukseen voidaan käyttää esimerkiksi Finch cup-osaa, joka liitetään normaaliin vetolaitteeseen.

Puhkaisulujuus mitataan voimana joka tarvitaan renkaan muotoisen kappaleen työntymiseen paperin läpi. Renkaan dimensiot on määritelty standardissa. Perforoinnin vaikutusta paperin lujuuteen mitataan määrittämällä ns. perforointitehokkuus (%), joka kertoo kuinka paljon lujuus laskee perforoimattomaan paperiin verrattuna.

Valitulla valmistusteknologialla ja käytettävällä raaka-aineella on paperinvalmistuksen tavoin merkittävä vaikutus lopputuotteen ominaisuuksiin. Kuvassa 16 on esitetty eri teknologioilla valmistettujen pehmopapereiden fysikaalisia ominaisuuksia.



Kuva 16 Eri teknologioilla valmistettujen tuotteiden fysikaalisia ominaisuuksia /33/

## 10.2 Tuntu ominaisuudet – paperin pehmeys

Pehmopaperin pehmeys on paperin käyttötarkoituksesta riippuen yksi tuotteen tärkeimmistä ominaisuuksista. Tästä huolimatta pehmeuden mittaamiseen ei ole onnistuttu kehittämään objektiivista mittalaitetta, vaan pehmeuden määrittäminen on usein kokeneen tuntutestaajan tai laajemman tuntupaneelin varassa. Ihmisen korvaaminen mittalaitteella on haastavaa, koska pehmeys fysikaalisena ominaisuutena on vaikeasti määriteltävissä: se on ainakin jossain määrin subjektiivinen psyko-fyysinen ominaisuus, johon vaikuttavat tuntoaistin lisäksi myös tuotteen ulkonäkö ja kosketuksen muodonmuutoksesta aiheutuvat aistittavat äänet.

Pehmeuden mittaaminen on ollut tutkimuksen ja kehityksen kohteena tissue-teollisuudella jo vuosikymmenten ajan ja työn tuloksena on syntynyt käsitys niistä ominaisuuksista jotka vaikuttavat tuotteen pehmeuteen sekä joitakin näiden ominaisuuksien mittaamiseen tarkoitettuja laitteita. Pääosin laitteet ovat tavanomaisia paperin rakenteellisten ominaisuuksien mittaamiseen rutiininomaisesti käytettäviä laitteita, kuten vetolujuusmittauksesta tuloksena saatava vetojäykkyys.

Pehmopaperin pehmeysmittaus seurasi tekstiiliteollisuuden tuotekehitystä, joka alkoi 1930-luvulla keinokuitujen tehdessä tuloaan kankaan valmistuksessa. Kankaiden pehmeyttä oli alettu mitata 1950-luvulla jäykkyuden lisäksi myös pinnan tasaisuudella ja paksuudella. Pari vuosikymmentä myöhemmin tekstiilien pehmeydelle kehitettiin yksinkertainen mittaus, jossa mitattiin voima joka tarvitaan kangaspalan työntämiseksi tietyn kokoisen renkaan läpi. Tätä mittausta sovellettiin myös pehmopaperin pehmeuden mittaamiseen (*Wahren, Nilsson 1970*) ja tulokset korreloivat hyvin tuntutestauksen kanssa. Menetelmää soveltava Handle-O-Meter-laite mittaa näytteen aiheuttamaa vastavoimaa kun sen pakotetaan raon läpi (*Kuva 17*). Lisäksi laite mittaa pinnan kitkaa. Sitä käytetään pehmopaperien, non-wovenien ja tekstiilien laadun mittaamisessa.



*Kuva 17 Pehmopaperien, non-wovenien ja tekstiilien pehmeuden mittaamiseen käytettävä Handle-O-meter-laite. Laite määrittää näytteen pinnan kitkan ja voiman joka tarvitaan näytteen pakottamiseen tietyn levyisen raon läpi. Laitteen valmistaja on Thwing-Albert Instrument Co.*

Muita tekstiiliteollisuudessa käytettyjä menetelmiä ovat olleet kankaan neulalla läpäisyyn tarvittavan voiman mittaaminen ja ääniemission analysointi. Japanissa on kehitetty KES-F laite, jota käytetään tekstiilien pehmeuden mittaamisen lisäksi myös tissuen mittaamiseen. Laite mittaa näytteestä veto- ja repäisylujuutta, taivutusjäykkyyttä, kokoonpuristuvuutta sekä kitkakerrointa, sen hajontaa ja pinnan geometristä karheutta. Laite kykenee erottamaan kaupalliset talouspaperit mutta ei pehmeimpiä wc-papereita ja kasvopyyhkeitä (Carr, Roberts 1993) ja toisaalta sillä kyettiin havaitsemaan muutokset valmistusprosessin kemikaaleissa (Knight, Carr 1997).

Pehmopaperin tuotekehityksessä paperin pehmeys liitettiin ensimmäisenä paperin jäykkyyteen (Institute of Paper Chemistry 1940, Lyne 1950) ja sitä mitattiin tyypillisillä jäykkyyksmittareilla. Seuraavissa tutkimuksissa tissuen pehmeuden vaikuttavat ominaisuudet jaettiin paperin bulkkiin vaikuttaviin ominaisuuksiin ja pinnan pehmeuden vaikuttaviin ominaisuuksiin, joiden yhdessä katsottiin muodostavan paperin pehmeuden kokonaisvaikutelman. Tärkeimmät bulkkiominaisuudet olivat paperin vetojäykkyys, paksuus ja venymä. Pehmeuden vaikuttaviin pinnan ominaisuuksiin katsottiin kuuluvan sileyden ja pinnan kokoonpuristumisen. Tuntutestauksessa bulkkiominaisuuksia aistitaan rypistämällä paperia käsissä ja pintaominaisuuksia puolestaan kuljettamalla sormia paperin pinnalla.

Pinnan pehmeuden mittaamiselle on kehitetty erilaisia menetelmiä, joista ensimmäiset liittyivät liikekitkan mittaamiseen. Hollmark (Hollmark 1976) kehitti pinnan muotoa mittaavan laitteen, joka mittaa paperin pintaa vasten liikkuvan piirturin z-suuntaista liikettä. Laitteen tulos pinnan muodolle yhdistettynä vetojäykkyyksmittauksen tuloksella korreloi tuntutestauksessa havaitun pehmeuden kanssa. Paperin pinnasta työntyvien kuitujen ja niiden ominaisuuksien todettiin vaikuttavan pinnan pehmeuteen (Gallay 1976) ja näiden vapaiden kuitupäiden laskemiseen kehitettiin kuva-analyysimenetelmä (Carstens 1981). Myös ultraäänien impedanssia paperin z-suunnassa yhdessä äänen nopeuden ja elastisen jäykkyyden kanssa on verrattu tuntutestauksen tuloksiin (Pan 1989) ja korrelaatio oli hyvä.

Kitkan mittaamiseen perustuvassa menetelmässä pientä kelkkaa vedetään paperin pinnalla ja mitataan sekä lepo- että liikekitkaa (Kuo ja Cheng 1997). Tuntupaneelituloksiin vertailtaessa korkea kitka korreloi korkean pehmeuden kanssa, mutta johtopäätöksissä todettiin, että kitkamittaukseen vaikuttaa selvästi

myös pinnan kokoonpuristuminen ja korkea kitka saattaa näin ollen johtua isommasta kokoonpuristumisesta. Viimeaikainen menetelmäkehitys on tuottanut mm. paksuussuuntaisen puristukseen tarvittavan työn mittaamisen (*Liu 1999, 2004*) ja erilaisia pinnan kitkan mittaamiseen perustuvia menetelmiä (*Moore 2002*). Pehmeyttä on myös yritetty mallintaa (black box) prosessista kerättyä dataa käyttäen (*Sarimveis 2000*).

### 10.3 Nesteen absorptio

Kun pehmopaperilta vaaditaan korkeaa imukykyä, sen rakenne tehdään mahdollisimman huokoiseksi. Myös kreppaaminen, kerroksellisuus ja kohokuvionnin tekeminen kerroksittain (nested embossing) lisäävät imukykyä. Pehmopaperin kykyä imeä nestettä kuvataan imunopeudella ja imeytyneen nesteen määrällä.

Nesteen imeytymisnopeus mitataan pehmopaperistandardin ISO 12625-8 mukaisesti asettamalla näyte metallilangasta tehtyyn koriin, upottamalla se veteen ja mittaamalla aika, joka kuluu näytteen täydelliseen vettymiseen. Imeytyneen veden määrä mitataan punnitsemalla näyte ennen veteen upottamista ja sen jälkeen.

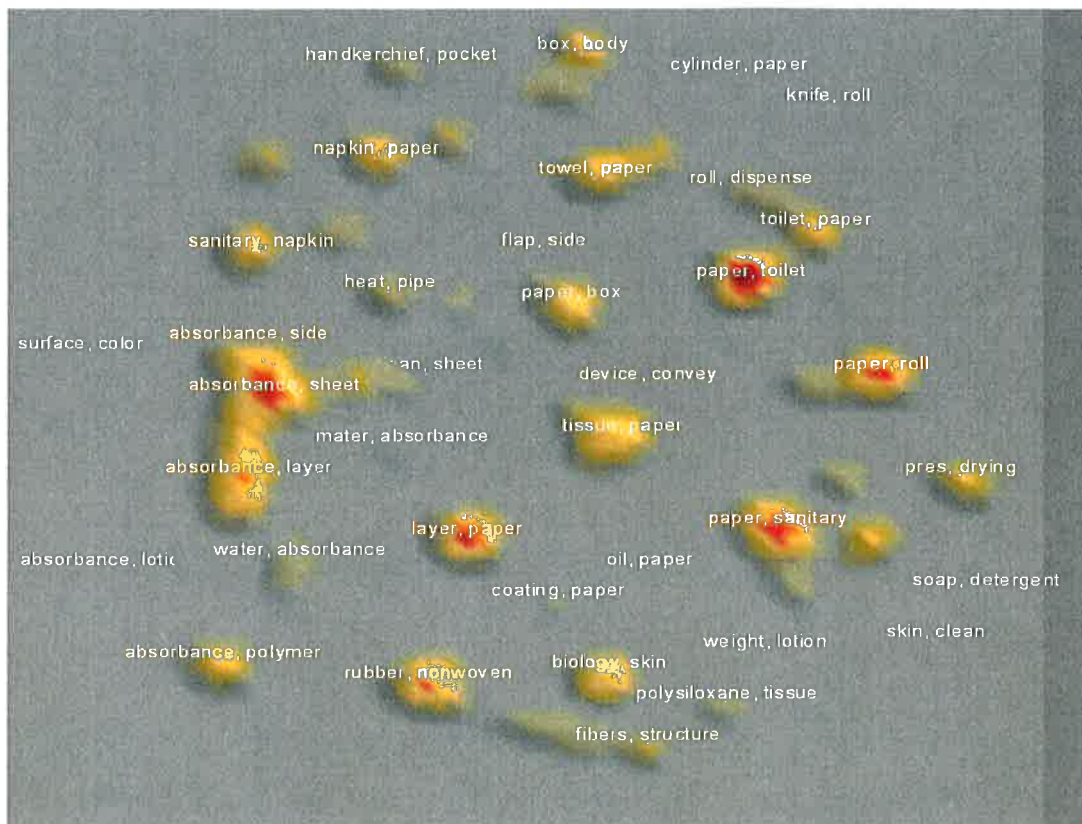
## 11 Patenttikartta

Patenttikartta on työväline, jolla voidaan muodostaa käsitys tietyn teknologia-alueen, yrityksen tai organisaation patentointiaktiiviteeteista. Kartta osoittaa halutun teknologian päätoimijat, T&K- trendit mahdollistaa patenttisalkkujen vertailut. Päätoimijoista on mahdollista erottaa yritykset, organisaatiot sekä niiden sisällä eniten patenteja hakeneet henkilöt.

Tutkimuskartan yhteydessä laadittiin patenttimaisema, jossa on käsitelty pehmopaperien patentointia vuosina 2000-2011. Erillisenä tarkasteluna tehtiin samanlainen analyysi pehmopaperin toiminnallisuuteen liittyvistä patenteista.

### Yleishaku pehmopapereista

Haussa käytettiin CAPLUS ja WPINDEX-tietokantoja, joista analyysiin valittiin 13289 pehmopaperiin liittyvää patenttia, joita oli haettu viimeisen 12 vuoden aikana (v. 2000 – 2011). *Kuvassa 16* on yleisestä pehmopaperien patenttihausta muodostettu topografinen kartta, jossa samansisältöiset patentit kerääntyvät koordinaatistossa samalle alueelle. Samankaltaisuus määritellään patenttien sisältämien samojen termien lukumäärän perusteella. Jokaisen kasauman vieressä olevat kaksi sanaa ovat useimmiten kyseisissä patenteissa esiintyvät kaksi sanaa. Mitä lähempänä kasaumat ovat, sitä lähempänä niiden sisällöt ovat toisiaan ja mitä tummempi on kasauman väri, sitä enemmän patenteja siinä on.



*Kuva 18 Topografinen esitys pehmopaperin patenttimaisemasta, sisältäen 13289 yksittäistä patenttihakemusta.*

Tiheimmät keskittymät ovat termiparien imukyky-arkki, imukyky-kerros, kerros-paperi, wc-paperi, saniteetti-paperi sekä paperi-rulla ympärillä. Kartan perusteella näyttää siltä että pehmopaperin kriittisistä ominaisuuksista imukyky on ollut muita ominaisuuksia enemmän kehityksen kohteena viimeisen vuosikymmenen aikana. Imukykyyn muutosta tavoittelevat patentit koskevat enimmäkseen paperin rakennetta (paperiarkkia ja kerroksellisuutta), mutta selvä keskittymä on myös polymeeri-imukyky-parin alueella. Pehmopaperien valmistuksessa käytetään paljon märkälujuuutta lisääviä liimoja, joilla on kuitenkin usein negatiivinen vaikutus imukykyyn. Polysiloksaani, joka esiintyy omana terminään kartan alaoikeilla, on yleisnimitys silikoneille. Esimerkiksi tarrojen irrokepaperin pinnoitteena käytetään yleisesti ohutta kerrosta polydimetyyli-siloksaania.

Patenttimaiseman yleisanalyysin mukaan kyseisellä ajalla tehtiin noin 1050 – 1450 patenttihakemusta vuodessa ja patentoinnin aktiivisuus on lisääntynyt selvästi jakson puolivälissä. Analyysissä mukana olevista patenteista noin 5500 oli Japanilaisten, noin 3800 USA:laisten ja 3400 Kiinalaisten organisaatioiden hakemia. Eurooppalasia (EPO) hakemuksia on jätetty noin 2500 kappaletta. Eniten patenteja saaneet yksittäiset organisaatiot ovat:

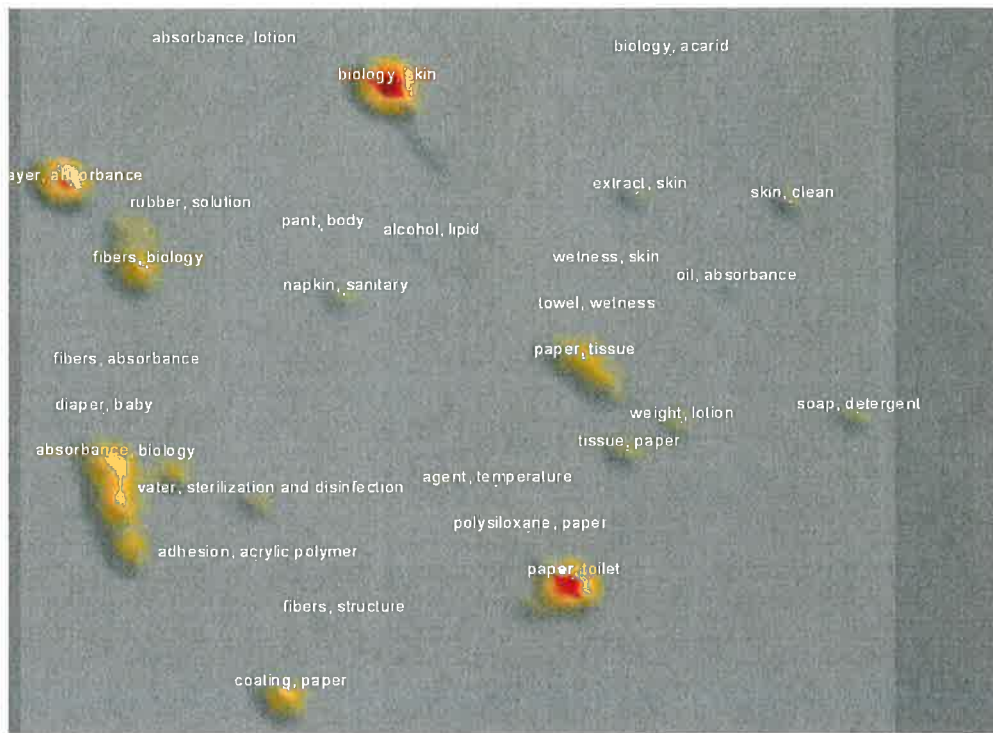
1. Daio Paper Corp., Japani (678 dokumenttia)
2. Kimberly-Clark Corp., USA (557)
3. Kao Corp., Japani (538)
4. Procter&Gamble, USA (537)
5. Uni Charm Corp., Japani (423)

6. Svenska Cellulosa Ab, Ruotsi (noin 370)
7. Voith, Saksa (noin 345)
8. Oji Paper Co., Japani (noin 150)
9. Johnson&Johnson, USA (noin 125)
10. Koch Industries, USA (noin 110)

Patenttien jakautuminen eri luokkiin ja esimerkkejä patenttien otsikoista on esitetty liitteen 1 kuvissa K4- K6.

### Pehmopaperin toiminnallisuus

Pehmopaperien toiminnallisuuteen liittyvistä patenteista muodostuva patenttimaisema on esitetty kuvassa 17. Maisema on selvästi harvempi kuin yleismaisema kuvassa 16, johtuen pienemmästä patenttien määrästä (1874 kpl). Tiheimmät keskittymät ovat termiparien biologia-iho, paperi-wc sekä kerrosimukyky ympärillä. Huomattava osa haetuista patenteista näyttäisi liittyvän ihonhoitoon ja -puhdistukseen liittyviin tuotteisiin ja pehmopaperin imykykyä muuttaviin tekniikoihin.



*Kuva 19 Pehmopaperin toiminnallisuutta käsittelevistä patenteista laadittu patenttimaisema, sisältäen 1874 yksittäistä patenttia.*

Vuosittain jätettyjen hakemusten määrä on ollut noin 120 – 170 kpl, poikkeuksena vuosi 2005, jolloin hakemuksia jätettiin noin 240 kpl. Suurimmat hakijaorganisaatiot ovat:

1. Kimberly-Clark (127 kpl)
2. Procter&Gamble (92)
3. Daio Paper Co (59)

4. SCA (52)
5. Kao Corp. (30)
6. Uni Charm Corp. (22)
7. Johnson&Johnson (21)
8. Nippon Shokubai Co. Ltd (16)
9. BASF SE (13)
10. Dalian Oupai Technology Co Ltd

Hakijamaista Kiina ja Japani ovat suurimmat, kummallakin noin 680 hakemusta tarkastellulla ajanjaksolla. Kiinan aktiviteetti on kuitenkin selvästi painottua ajanjakson loppupuolelle ja viimeisellä kolmanneksella (vuodet 2008 – 2011) kiinalaisten hakemusten määrä on ollut noin 200 kpl ja vastaavasti Japanilla noin 90 kpl. Sama suuntaus näkyy myös jo edellisessä tarkastelujaksossa. Patenttiluokat ja esimerkkejä hakemusten otsikoista on esitetty kuvissa K11 ja K12 *liitteessä 2*.

## 12 Yhteenveto, tutkimusmahdollisuuksia

Perustuen edellä esitettyihin pehmopaperituotteiden valmistustekniikoihin, tuotteisiin, kirjallisuuteen ja patenteihin, on seuraavassa eri otsikoiden alle listattu mahdollisia tutkimusideoita, joissa VTT:n osaamista voidaan hyödyntää.

Pehmopaperituotteiden raaka-aineet: Raaka-aineen hinnan osuus pehmopaperin valmistuskustannuksista on yli puolet, jolloin pienetkin säästöt raaka-aineen määrässä johtavat merkittävään kilpailuetuun. Haasteena on säilyttää ohuen tuotteen imukyky, lujuus ja bulkki pienemmällä raaka-aineella. Tähän problematiikkaan voisi vaahtorainaus yhdistettynä nanosellun lujuuskompensointi antaa uusia mahdollisuuksia.

Etenkin AWH-tuotteissa kierrätetyn toimistopaperin käyttö raaka-aineena on ollut merkittävää. Kierrätetyn toimistopaperin saatavuuden heikkeneminen on ajanut pehmopaperinvalmistajat uuden haasteen eteen. Mahdollisuuksia ovat mekaaninen kuitu tai uudet kierrätysmateriaalit mm. nestepakkauskartonki. Mekaanisilla laaduilla haaste on tuntuominaisuuksien parantaminen. VTT:n tietotaito kuidun käsittelyssä ja muokkauksessa avanee mahdollisuuksia yhteistyöhön erityisesti mekaanisen kuidun ominaisuuksien parantamiseen. Edelleen teknologiapuolella kerrostamistekniikan kehitys mittausmahdollisuuksineen ovat mahdollisia yhteistyöalueita.

Kuitupuolella myös armeeraussellun ominaisuuksien optimointi pehmopaperia varten on mahdollinen kehityskohde. Pitkäkuidun tiedetään vaikuttavan pehmeuteen negatiivisesti. Tätä vaikutusta voisi mahdollisesti vähentää kuidunmuokkauksen keinoin esim. keittoprosesseja modifioimalla.

Pehmopaperituotteiden kehitys: Patenttikartta paljasti, että erilaisten toiminnallisten ominaisuuksien lisääminen pehmopaperituotteisiin on erittäin voimakkaasti kehittyvä alue. Erityisesti nenäliinoin on lisätty ainesosia, jotka pienentävät ihoärsytystä sekä tappavat esim. influenssaa aiheuttavia bakteereita ja viruksia. VTT:llä on paljon tutkittu erilaisia mahdollisuuksia lisätä paperiin toiminnallisuutta (mm. Bioaktiivinen paperi). Vastaavia ideoita voisi hyvin hyödyntää pehmopapereissa esim. indikoimaan pinnoilta likaa tai desinfioidaan pintoja.

Tämäntyyppisiä tuotteita on kehitetty myös VTT:llä, mutta toistaiseksi niiden tukimatriisina on toiminut kuitukangas. Mahdollisuus hyödyntää kuituraaka-ainetta avaisi mahdollisuuksia kehittää uusia kuitupohjaisia tuotteita. Tämä kuitenkin edellyttäisi ainakin joissakin tuotteissa merkittävää märkälajuuden kasvattamista. Huomattavaa myös on, että tämä aihealue on varsin tarkkaan patentoitu.

Ominaisuuksien mittaaminen: Pehmopaperin tuotteiden mittaamisessa ikuisuuskysymys on pehmeiden ja tuntuominaisuuksien mittaaminen. Valmistajat käyttävät edelleen työläitä tunturaateja arvioimaan pehmeyttä. Mittaus on varsin subjektiivista. Uusi mahdollisuus tuotteen ominaisuuksien mittaamiseen on röntgenmikrotomografia, jolla on mahdollista muodostaa tutkittavasta kohteesta 3D-kuva rikkomatta tuotetta. Käyttämällä ko tekniikkaa siten, että tuotetta kuormitettaisiin hallitusti, saataisiin mahdollisesti uutta perustavaa laatua olevaa tietoa kuohkeiden rakenteiden käyttäytymisestä ja opittaisiin sitä kautta kehittämään entistä parempia tuotteita.

Pehmopaperinvalmistuksessa on jo pitkään käytetty kerrostustekniikkaa. Kuitenkin tuotteen ohuus tuo haasteen mitata kerrostamisen onnistumista ts. kerrospuhtautta. VTT:llä on käytössä erilaisia menetelmiä tuotteiden paksuussuuntaisiin analyyseihin. Näiden käyttökelpoisuus pehmopapereille tulisi selvittää. Myös em röntgenmikrotomografia on tekniikka, jota voitaisiin hyödyntää arvioitaessa kerrostuksen onnistumista.

Prosessin optimointi & tuotantotehokkuus: Pehmopaperiprosessit ovat tyypillisesti heikommin instrumentoituja kuin painopaperi—ja kartonkiprosessit. Prosessien ja tuotteiden laadun on-line mittaaminen voisi parantaa prosessien ajettavuutta ja sitä kautta valmistuksen kannattavuutta. Energiaa valmistusprosessissa kuluu eniten kuivatukseen (etenkin TAD-koneilla), joskin kuivatuksen energiankulutusta on vaikea pienentää. Tuotantotehokkuuden nostamiseen tähtäävät toimenpiteet ovat vastaavia kuin paperikoneilla. Kriittinen prosessi on kreppaus, jonka toimintaa säädellään lämpötilalla, jenkkisylinterin pintamateriaalivalinnalla ja sylinterin pintaan sumutettavilla kemikaaleilla. Häiriöt näissä aiheuttavat helposti häiriöitä kreppauksessa ja sitä kautta koneen tuotannossa.



## Lähdeviitteet

1. Tissue paper, WPM2008. J. Pöyry
2. Modified conventional wet pressed tissue machine, United States Patent 6921460
3. *Kimari, O*, Tissue. Ch. 3 in Paper and board grades, Book, 18. Editor: Paulapuro, H. FAPET/TAPPI. Helsinki 2000. pp. 75- 93.
4. *Liu, J. and Hsieh, J.* Characterization of facial tissue softness. TAPPI Journal, Vol. 3: No. 4, April 2004
5. *Kim, J. J. et al.* Softness properties of paper towels, TAPPI Journal, Vol. 77, No. 10, October 1994
6. *Hollmark H., Ampulski R.S.* Measurement of tissue paper softness: a literature review. Nordic Pulp and Paper Research Journal 10(3): 345-353
7. *Ruiz, J. et al.* Pulp softness potential: a methodology to assess and compare pulps. O Papel. Vol 71, num 3. March 2010. pp 31-45.
8. *Carr, C.M. and Roberts J.C.* Technology transfer-a quality control tool from the textile industry. Pap. Technol. 34 (9):27-28
9. *Carr, C. and Knight, P., (1997)* How to objective about softness. Pulp and paper Europe, July/August 1997, pp.32-35
10. *Hollmark, B.H.,* The softness of household paper products and related products. The fundamental properties of paper related to its uses, technical division, the British paper and board industry federation, London. 1976, pp 696-703.
11. *Gallay, W.,* Textural properties of paper: Measurements and fundamental relationships. The fundamental properties of paper related to its uses, technical division, the British paper and board industry federation, London. 1976, pp 684-695.
12. *Carstens, J.E.* Procter&Gamble Co., U.S. Pat 4,300,981, Nov 17,1981
13. *Pan, Y., et al.* Empirical relationships between tissue softness and out-of plane ultrasonic measurements. Tappi J. 72(11). 1989: 95-100
14. *Kuo, L-S., Cheng, Y-L.,* Measuring surface softness of embossed sanitary tissue papers with the sled method. Tissue world '97. The third international Conference for the tissue business. March 1997, Nice.
15. *Liu, J., Hsieh, J.* A novel method of understanding the softness of tissue paper. Tappi 1999 Proceedings, "Preparing for the next millennium". Atlanta, March 1999, pp. 77-88.
16. *Liu, J., Hsieh, J.* Characterization of facial tissue softness. Tappi Journal. Vol. 3, No 4, 2004
17. *Moore, M. W., Wozniak, J.C.,* An instrumental technique for evaluating the surface friction of soft tissue products. Tissue World Americas 2002 Conference, Miami, Florida, USA, September 30 – October 2.
18. *Sarimveis, H., Retsina, T.,* Tissue softness prediction using neural network methodologies. Paptac, 86<sup>th</sup> Annual Meeting, Montreal 2000, pp A27-A30.
19. <http://www.cederroth.fi/fi/Tuotemerkit/Hygienia/Vartalo/Savett/#>
20. *Redway, K and Fawdar, S.* A comparative study of three different hand drying methods: paper towel, warm air dryer, jet air dryer. European Tissue Symposium (ETS), Brussels 2006.
21. European Tissue Symposium. <http://www.europeantissue.com/facts-studies/fact-and-figures/tissue-consumption-per-capita/>
22. European Tissue Symposium. <http://www.europeantissue.com/tissueathome/innovations/>

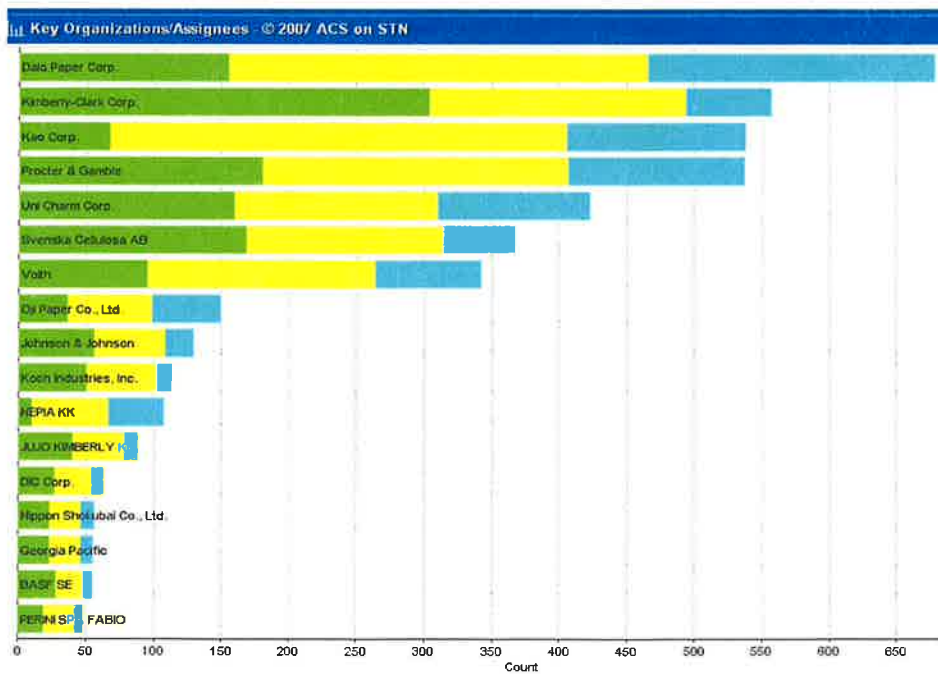
23. *Scherb, T.* Innovative technology for premium tissue production, TAPPI Press - Paper Conference and Trade Show, PaperCon '08, v 3, p 1934-1968, 2008
24. *Moxley, M.* Increasing the Absorbency. Sulzer Technical Review 4/2006
25. *Moore, B.* With DHG prices set to rise new sources of recovered paper for tissue must be found. Tissue World Magazine (Oct./Nov. 2011)
26. *Broo, R.* Study of the Consumers' Attitudes to Different Handdrying. Intremera Surey, European Tissue Symposium. June 2008.
27. *Schwarz, E.* A study conducted with regard to the different methods used for drying hands. TÜV Produkt und Umwelt GmbH. Report No. 425-452006
28. Tissue World Magazine.  
[http://www.tissueworldmagazine.com/11\\_octnov/survey.pdf](http://www.tissueworldmagazine.com/11_octnov/survey.pdf)
29. *Hollmark, B. H.* "Mechanical properties of tissue" In Handbook of Physical and Mechanical Testing of Paper and Paperboard, Vol. 1., R. F. Mark ed., Marcel Dekker Inc., New York. pp. 497-519., 1983
30. *Petterson, T and Choi, D.* Predicting the performance of creping adhesives. Tappi PaperCon, May 2-5, 2010 Atlanta.
31. *Ramasubramanian, M., Sun, Z. and Gupta, S.* Modelling and simulation of creping process. PaperCon 2011
32. *Dwiggins, J-H.* Foam forming method and apparatus. US Pat 6,500,302 B2, 2002, Fort James Corporation
33. *Berardi, R. and Scherb, T.* Voith Paper I twogether, 2006
34. *Klerelid, I. and Thomasson, O.* Advantage™ NTT™: Low Energy, High Quality. Tissue World Magazine, Oct./Nov. 2008

## Liitteet

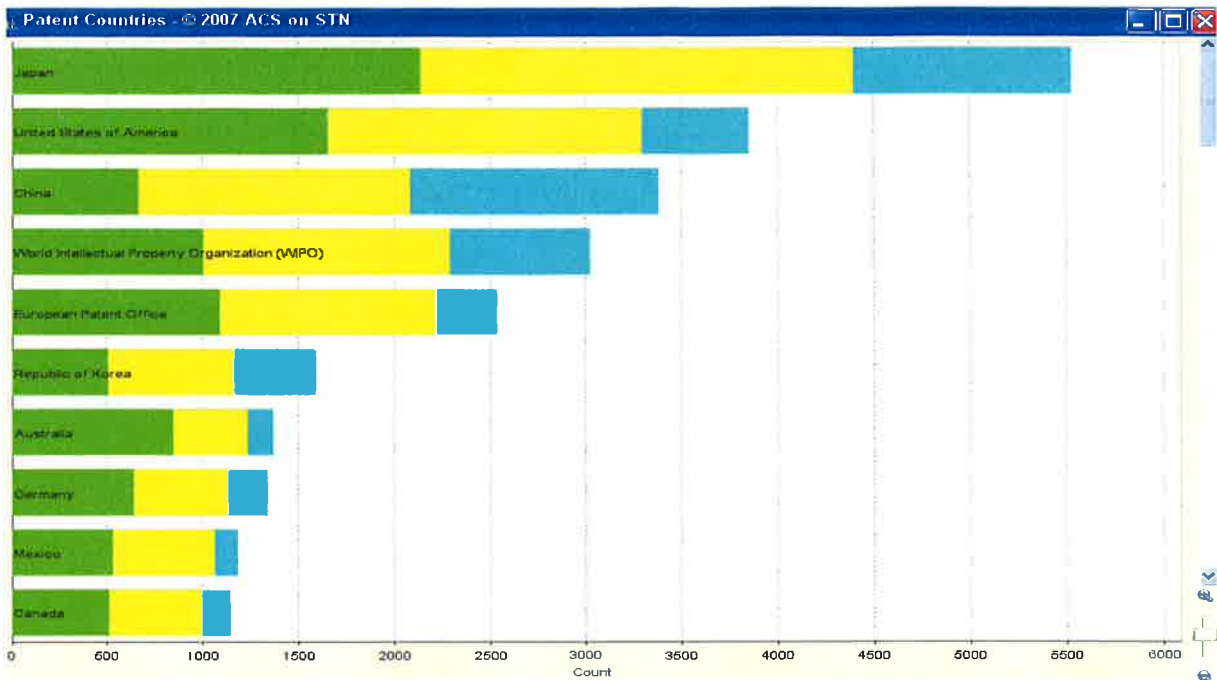
### LIITE 1: Yleispatenttikartan histogrammit.



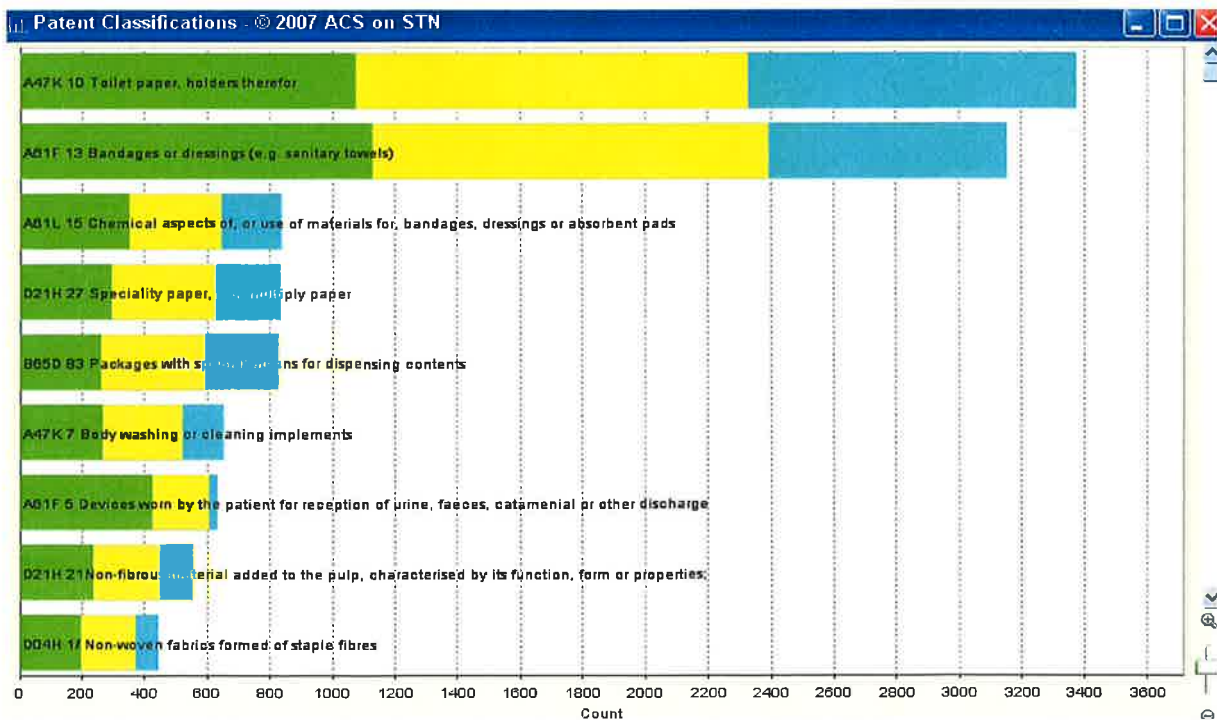
K1: Vuosittain myönnettyjen patenttien lukumäärä vuosina 2000-2011. Käsittelyajasta johtuva viive vaikuttaa vuosien 2010 ja 11 lukumääriin.



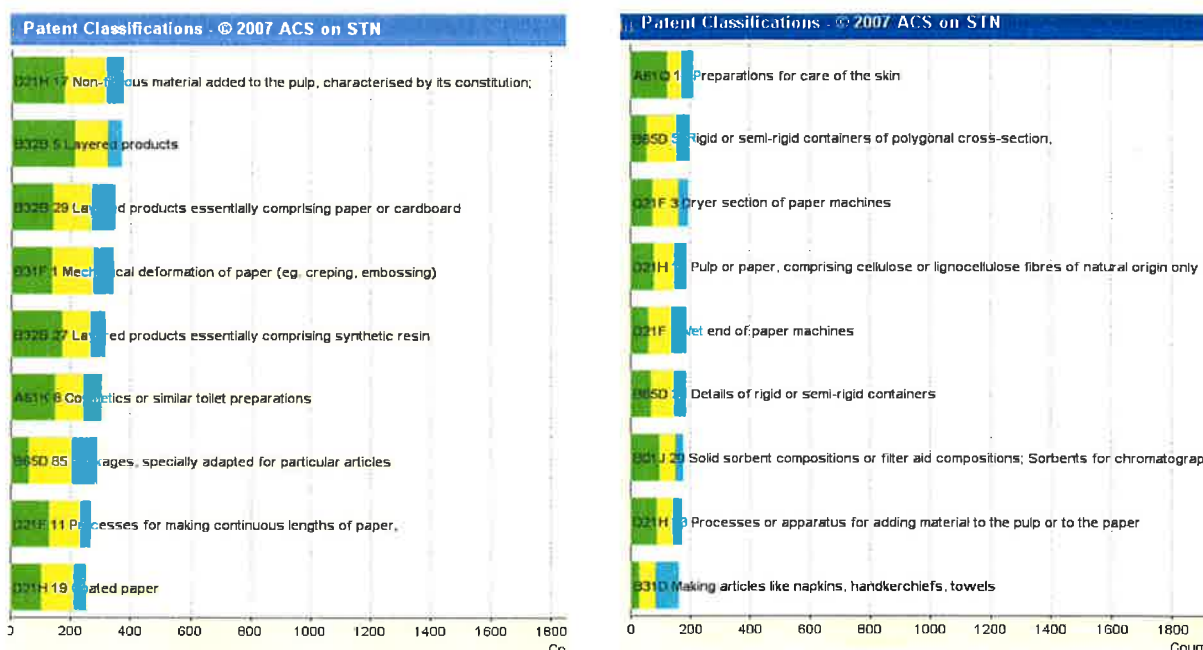
K2: Vuosina 2000-2011 myönnettyjen patenttien lukumäärällä mitattuna tärkeimmät organisaatiot. Vuodet 2000-2003 on merkitty vihreällä, 2004-2007 keltaisella ja 2008-2011 sinisellä.



K3: Vuosina 2000-2011 myönnettyt patentit maittain. Vuodet 2000-2003 on merkitty vihreällä, 2004-2007 keltaisella ja 2008-2011 sinisellä.













K4: Yhdeksän lukumääräisesti suurinta luokkaa vuosina 2000-2011 myönnetyille patenteille. Vuodet 2000-2003 on merkitty vihreällä, 2004-2007 keltaisella ja 2008-2011 sinisellä.



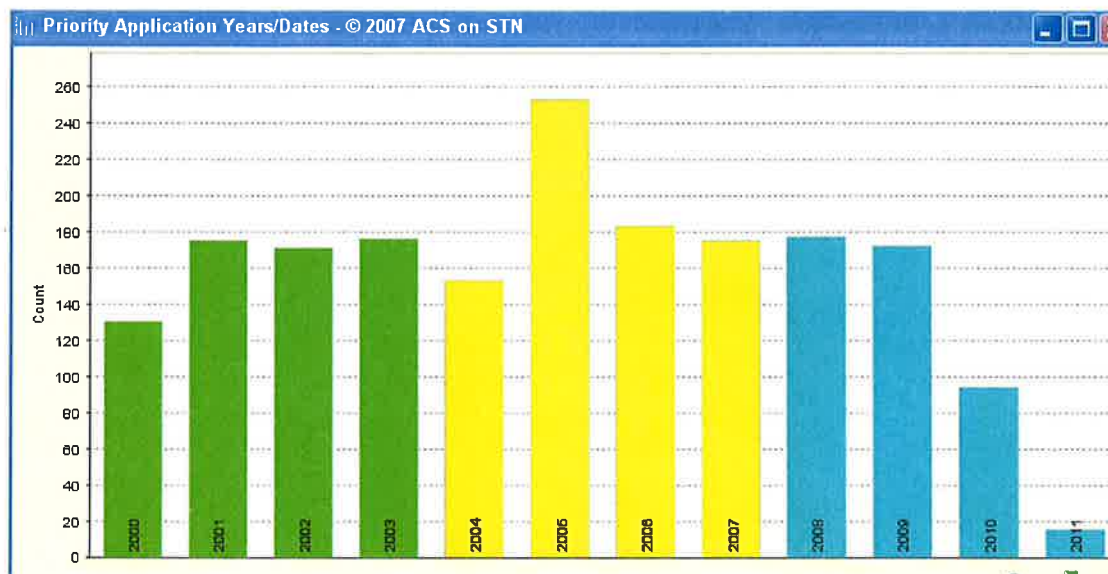
K5: Muita patenttiluokkia vuosina 2000-2011 myönnettyillä pehmpaperipatenteilla. Vuodet 2000-2003 on merkitty vihreällä, 2004-2007 keltaisella ja 2008-2011 sinisellä.

1	Multiply sanitary paper with humectant. CAPLUS
2	Sterilizing tissue containing sterilizing agent. CAPLUS
3	Process for producing wet wipes, device for producing same, and pop-up type wet wipe. CAPLUS
4	Water-absorbing sheet structures. CAPLUS
5	Bulk softened fibrous structures useful for sanitary tissue products. CAPLUS
6	Washable, antimicrobial, breathable, multi-layered, absorbent sheet and articles. CAPLUS
7	Method of producing color change in a web substrate. CAPLUS
8	Manufacture of tissue paper products. CAPLUS
9	Method of producing color change in a web substrate. CAPLUS
10	Composition for skin sanitization and protection and method of its use. CAPLUS
11	Water absorption material composition and water absorbing sheet. CAPLUS
12	Sanitary napkin. CAPLUS
8	The absorbent sheet for pets [Machine Translation]. CAPLUS
9	Sanitary napkin with extendable absorbency pad. CAPLUS
0	The absorbent sheet for pets [Machine Translation]. CAPLUS
1	Fibrous product with a rastered embossing and method for producing same. CAPLUS
2	Liquid-absorbing element for use in food packaging. CAPLUS
3	Softening agents for sanitary paper. CAPLUS
4	Sanitary thin paper and its production method. CAPLUS
5	Portable wet tissue for shielding UV and its manufacturing method. CAPLUS
6	Mosquito and harmful insect-repelling wet tissue and its manufacturing method. CAPLUS
7	Surgical drape having tearable sheet. CAPLUS
8	Sheet of nonwoven fabric and process for producing same. CAPLUS
9	Skin wipes impregnated with isotonic solutions derived from (deep) seawater. CAPLUS
0	Stretchable nonwoven fabric-formed composite material for sanitary products. CAPLUS

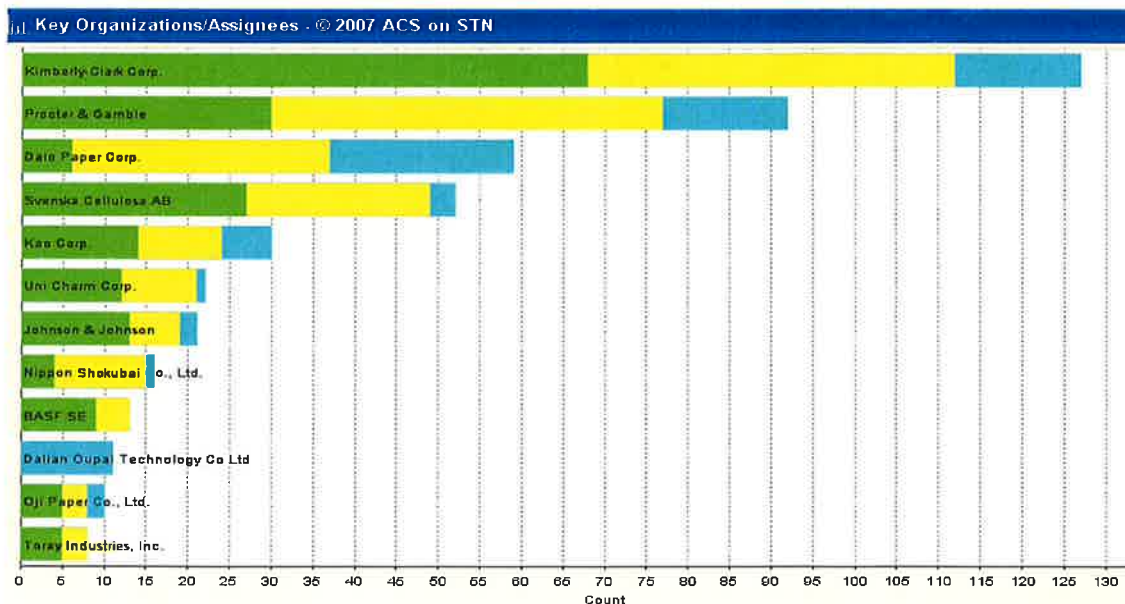
7		Wiping cloth for industrial uses. CAPLUS
9		A sanitary napkin containing charcoal factor chip. CAPLUS
9		A nanometer bamboo charcoal sanitary cotton. CAPLUS
5		A wet tissue containing deep ocean water for moistening skin and cleaning. CAPLUS
1		A new degradable moist-conducting sanitary napkin. CAPLUS
2		A disposable toilet paper with sterilizing effect. CAPLUS
3		A bamboo charcoal health promotion sanitary napkin. CAPLUS
4		Cyclic oxy compounds as perfuming ingredients. CAPLUS
5		A health sanitary napkin containing a Chinese medicinal layer. CAPLUS
9		A health toilet paper comprising an active bamboo charcoal layer. CAPLUS
7		A sanitary napkin containing bamboo-charcoal powder in its medial liquid absorbing layer.

K6: Esimerkkejä vuosina 2000-2011 myönnettyjen pehmopaperipatenttien otsikoista.

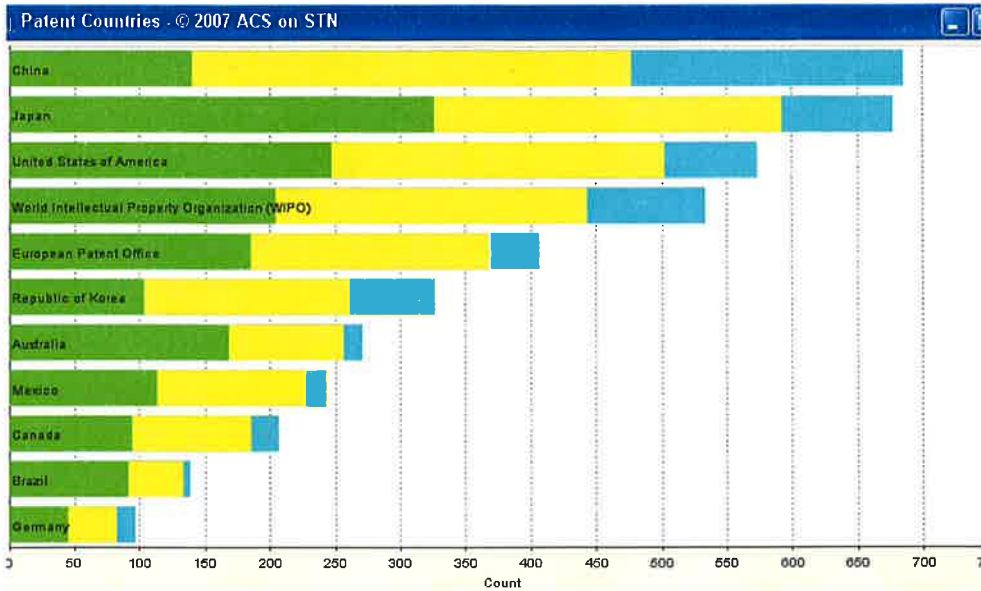
**LIITE 2: Pehmopaperin toiminnallisuuteen liittyvien patenttien analyysi. Patentteja on haettu vuosina 2000-2011.**



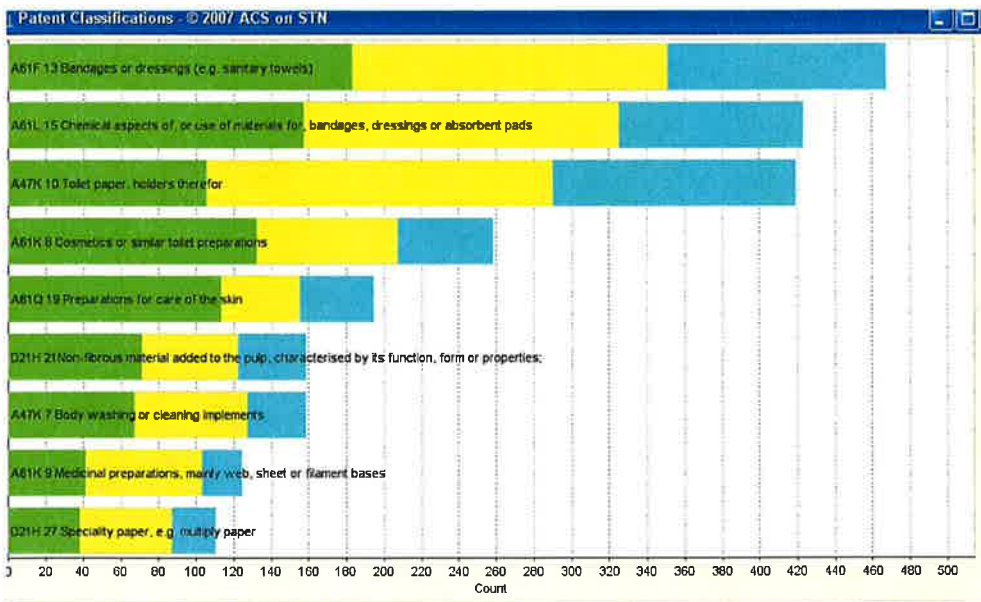
K7: Vuosittain myönnettyjen patenttien lukumäärä vuosina 2000-2011. Käsittelyajasta johtuva viive vaikuttaa vuosien 2010 ja 11 lukumääriin.



K8: Vuosina 2000-2011 myönnettyjen patenttien lukumäärällä mitattuna tärkeimmät organisaatiot. Vuodet 2000-2003 on merkitty vihreällä, 2004-2007 keltaisella ja 2008-2011 sinisellä.

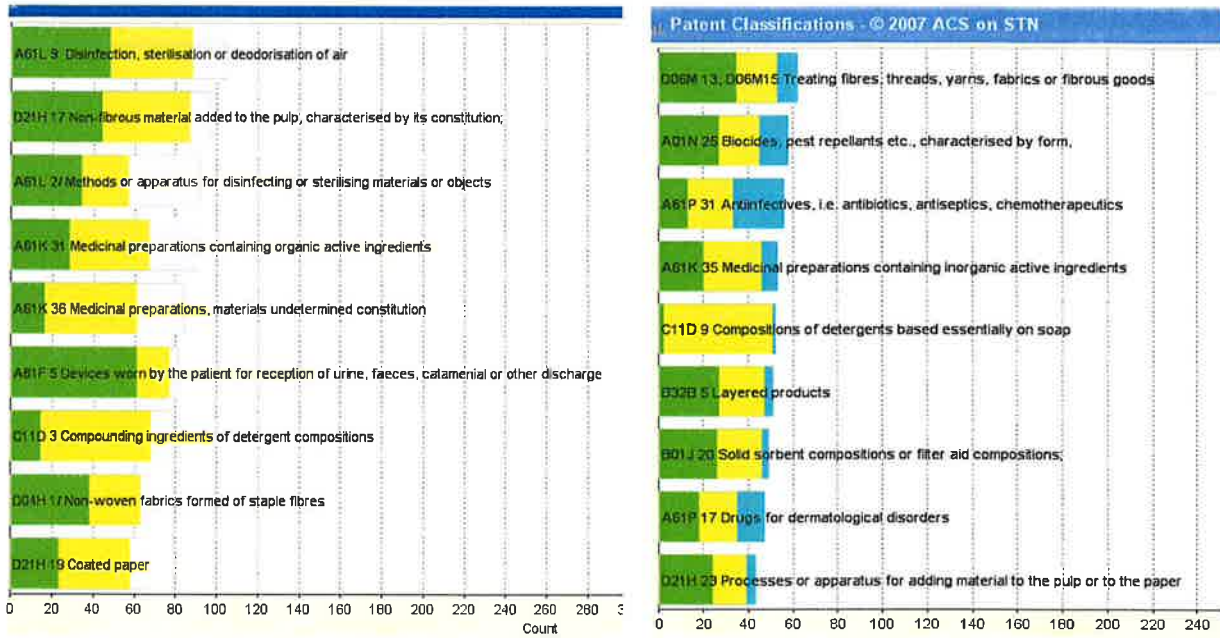


K9: Vuosina 2000-2011 myönnetyt patentit maittain. Vuodet 2000-2003 on merkitty vihreällä, 2004-2007 keltaisella ja 2008-2011 sinisellä.



K10: Yhdeksän lukumääräisesti suurinta luokkaa vuosina 2000-2011 myönnetyille patenteille. Vuodet 2000-2003 on merkitty vihreällä, 2004-2007 keltaisella ja 2008-2011 sinisellä.





K11: Muita patenttiluokkia vuosina 2000-2011 myönnettyillä pehmpaperipatenteilla. Vuodet 2000-2003 on merkitty vihreällä, 2004-2007 keltaisella ja 2008-2011 sinisellä.

1	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>	Multiply sanitary paper with humectant. CAPLUS
2	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>	Sterilizing tissue containing sterilizing agent. CAPLUS
3	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>	Washable, antimicrobial, breathable, multi-layered, absorbent sheet and articles. CAPLUS
4	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>	Composition for skin sanitization and protection and method of its use. CAPLUS
5	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>	Disposable hand-sterilizing towel for preventing hospital infection. CAPLUS
6	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>	Medical absorbent composite with a resilient conform layer. CAPLUS
7	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>	Portable wet tissue for shielding UV and its manufacturing method. CAPLUS
8	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>	Mosquito and harmful insect-repelling wet tissue and its manufacturing method. CAPLUS
9	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>	Night sweat pad comprising moisture-absorbent filler between moisture-permeable sheet and cloth sheet. CAPLUS
10	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>	Wax napkins for thermal treatment and device for production in the dipping process. CAPLUS
11	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>	Medical absorbents containing kapok fibers and disposable diapers having the absorbents. CAPLUS
12	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>	Paper patch preparation for disease prevention and treatment of oral local part. CAPLUS

54	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>	Wet tissue with peach-like flavor. CAPLUS
55	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>	A method for the production of olefins, an olefin, a polyolefin, and use of the polyolefin. CAPLUS
56	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>	Cloth comprising nonwoven cellulosic fabrics with marine-biological components for skin care
57	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>	Disposable sanitary product with antiseptic, deodorizing and temperature-modulating function
58	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>	Coating process for production of permanently hydrophilic nonwoven fabrics. CAPLUS
59	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>	Cooling substrates with hydrophilic containment layer and method of making. CAPLUS
60	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>	Fluorocarbon treated silica gel porous particles as desiccants for medical absorbents. CAPLUS
61	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>	Skin-care sanitary wet towel suitable for infants and pregnant women. CAPLUS
62	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>	Sanitary napkin with bactericidal and anti-inflammatory functions and manufacture thereof. CAPLUS
63	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>	Disinfectant tissue composition containing ethanol, Aloe vera, and catechin. CAPLUS
64	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>	Health-care wet tissue containing anthocyanin. CAPLUS
65	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>	Towel rack equipped with UV lamp tube for disinfection. CAPLUS

K12: Esimerkkejä vuosina 2000-2011 myönnettyjen pehmpaperin toiminnallisuuteen liittyvien patenttien otsikoista.

**LIITE 3. Vuonna 2011 ja 2012 käynnistyvät tai uusittavat pehmopaperikoneet /28/**

Country	Company	Mill	Investment (million \$)	PM No	New / rebuild	Start-up date	Capacity change (tons/yr)	PM trim (m)	PM speed (m/min)	Supplier	Comments
Argentina	Celulosa Campaña	Buenos Aires		3	New	2012+	35000	2.8	1700	Recard	Greenfield mill planned for export
Australia	ABC Tissue	Brisbane, Qld	60000	1	New	2013+	60000	na			
Bahrain	Olayan Kimberly-Clark	Isa Town		2	New	2011	na			Voith	
Belarus	Spartak Paper Mill	Stiklov	35	20	New	2011	18000	2.8		A Celli	
Bosnia	Violeta				New	2012	25000	2.8		Metsco	Planning stage. 3 more PMs by 2018
Brazil	Carma Industrial	Barra do Riacho	120	1	New	2012	35000			Herglen	
Brazil	Indaal Papel Embalagens	Indaal, SC		4	Rebuild	2011	22000			Voith	Shoe press Shoe press
Brazil	Mili			6	Rebuild	2011	3500			Voith	
Brazil	Mili	Tres Barras		3	Rebuild	2012	7000	2.3	1300	Herglen	
Brazil	Mili	Tres Barras		5	Rebuild	2012	5200	2.3	1300	Herglen	
Brazil	Melhoramentos	Caetras, SP			New	2011	60000	5.6	2200	Voith	
Brazil	PSA	Sao Leopoldo, Rio Grande do Sul			Rebuild	2011	na	1.6		Voith	Crescent Former/rebuild
Brazil	Sepac	Mallet			Rebuild	2011	100 tpd	2.8	1800	Voith	VTM1
Brazil	Tropicos	Guarapuava, PR			Rebuild	2011	15000		650	Herglen	
Chile	CMPC	Talagante	80	3	New	2011	54000	na			Approvals sought
China	Ahui Bilun Tissue (Smile)	Maanshan, Anhui		2	New	2011	17000	2.8	1100	PMP	New Crescent Former Intelli-Tissue™ 900 machine - planning stage
China	APP China	Suzhou, Jiangsu			New	2011	60000	5.6	2200	A Celli	
China	APP China	(Xiqian, Hubei)			New	2011	60000	5.6	2200	A Celli	
China	APP China	(Xiqian, Hubei)			New	2011	60000	5.6	2200	A Celli	
China	APP China	Xinmin Luoning			New	2012	60000	5.6	2200	A Celli	
China	APP China	Xinmin Luoning			New	2012	70000	5.6	2400	Voith	
China	APP China	Suzhou, Jiangsu			New	2012	12000	2.7	770	Kawanoe Zoki	
China	Baodingshi Gangxing Paper	Baoding, Hebei		1	New	2011	29000	3.5	1600	Toscolec	Ahead 1.5m - Crescent Former
China	C&S Paper Co	Jiangmen, Guangdong		8	New	2012	29000	3.5	1600	Toscolec	Ahead 1.5m - Crescent Former
China	C&S Paper Co	Jiangmen, Guangdong		7	New	2012	29000	3.5	1600	Toscolec	Ahead 1.5m - Crescent Former
China	C&S Paper Co	Chengdu, Sichuan		4	New	2012	29000	3.5	1600	Toscolec	Ahead 1.5m - Crescent Former
China	C&S Paper Co	Tangshan, Hebei		1	New	2011	25000	3.4	1300	Toscolec	Ahead 1.5m - Crescent Former
China	C&S Paper Co	Jiangmen, Guangdong		6	New	2011	25000	3.4	1300	Toscolec	Ahead 1.5m - Crescent Former
China	C&S Paper Co	Tangshan City, Hebei		2	New	2012	25000	2.7	1800	Toscolec	Greenfield mill. Planning stage
China	Chongqing Longqing Paper	Fengdu	29	1	New	2011	12000	2.8	770	Kawanoe Zoki	BHK/bamboo furnish
China	Chongqing Longqing Paper	Fengdu	29	2	New	2011	12000	2.8	770	Kawanoe Zoki	BHK/bamboo furnish
China	Chongqing Wei Er Mei Paper	Tongshan	26	1	New	2011	12000	2.8	770	Kawanoe Zoki	Owned by Zhangjiagang Huawang Paper
China	Chongqing Wei Er Mei Paper	Tongshan		2	New	2011	12000	2.8	770	Kawanoe Zoki	Owned by Zhangjiagang Huawang Paper
China	Confidential	Confidential			New	2011	30000	5.6	2000	A Celli	
China	Confidential	Confidential		1	New	2011	12000	2.7	770	Kawanoe Zoki	Greenfield mill
China	Confidential	Confidential		2	New	2011	12000	2.7	770	Kawanoe Zoki	
China	Fushun Mining Group	Fushun			New	2011	60000	5.6	2000	Andritz	PrimeLine™ W8
China	Fujian Henglu Paper	Nanan City		2	New	2011	60000	5.6	1900	Metsco	
China	Fujian Mingfeng Industry	Longyan, Fujian		1	New	2011	20000	3.4	1100	Kawanoe Zoki	
China	Ganzhou Hwagam	Ganzhou City, Jiangxi		1	New	2012	60000	5.6	2000	Andritz	Integrated mill
China	Ganzhou Hwagam	Ganzhou City, Jiangxi		2	New	2012	60000	5.6	2000	Andritz	Integrated mill
China	Henan Yingde	Luote City, Henan	60	11	New	2011	15000	2.8	1100	Andritz	Investment includes following machine
China	Henan Yingde	Luote City, Henan		12	New	2012	60000	5.6	2000	Andritz	Planning stage
China	Hengan Yinge	Luote City, Henan		15	New	2012	60000	5.6	2100	Andritz	PrimeLine™ W6 (Steel Yankee)
China	Hengan Paper	Anhai, Jinjiang City, Fujian		16	New	2012	60000	5.6	2100	Andritz	PrimeLine™ W6 (Steel Yankee)
China	Hengan Paper	Anhai, Jinjiang City, Fujian		12	New	2012	60000	5.6	2000	Andritz	PrimeLine™ W8
China	Hengan Paper	Chongqing		11	New	2011	60000	5.6	2000	Andritz	PrimeLine™ W8
China	Hengan International	Wuhu, Anhui		14	New	2012	60000	5.6	2000	Voith	Greenfield mill. Sold in 2010 VTM 4 with Modulelet

Country	Company	Mill	Investment (million \$)	PM No	New/rebuild	Start-up date	Capacity change (ktons/yr)	PM trim (m)	PM speed (m/min)	Supplier	Comments
China	Hengan International	Wuhu, Anhui	14	1	New	2012	60000	5.6	2000	Voth	Greenfield mill, sold in 2010 VTM 4 with Modulelet
China	Huzhou Fook Woo Paper	Huzhou City, Guangzhou	24	1	New	2011	20000	2.8			Planning stage
China	Huzhou Fook Woo Paper	Huzhou City, Guangzhou	25	1	New	2011	20000	2.8			Greenfield mill
China	Max Fortune	Fuzhou City, Fujian			New	2011	60000	5.6	2200	Melso	PrimeLine TM16 (Steel Yankee) Ahead 1.5M - Crescent Former
China	Nanning Phoenix	Nanning	11	1	New	2011	40000	3.6	2000	Toscolec	
China	Ningxia Bauhinia Paper	Ningxia	2	1	New	2011	25000	2.5	2000	Melso	
China	Shanghai Orient Champion Paper	Jinshan, Shanghai	7	1	New	2011	35000	3.5	2000	Melso	Scaled back plan for greenfield mill
China	Shanghai Orient Champion Paper	Jinshan, Shanghai	8	1	New	2011	12000	2.8	770	Kawanooe Zoki	
China	Vinda	Anshan, Liaoning	29	2	New	2011	12000	2.8	770	Kawanooe Zoki	
China	Vinda	Anshan, Liaoning	29	2	New	2011	12000	2.7	770	Kawanooe Zoki	
China	Vinda	Longyou, Zhejiang	4	1	New	2011	12000	2.7	770	Kawanooe Zoki	
China	Vinda	Longyou, Zhejiang	5	1	New	2011	12000	2.7	770	Kawanooe Zoki	
China	Vinda	Longyou, Zhejiang	6	1	New	2011	12000	2.7	770	Kawanooe Zoki	
China	Xiamen Xinyang	Xiamen, Fujian	113	1	New	na	30000				Fujian Nantun Paper/Government JV, Planning stage
China	Xiamen Xinyang	Xiamen, Fujian		2	New	na	30000				Fujian Nantun Paper/Government JV, Planning stage
China	Xiamen Xinyang Paper	Xiamen City			New	2011	60000	5.6	1900	Melso	
China	Ya an Xilong Paper	Ya an, Sichuan	1	1	New	2011	12000	2.7	770	Kawanooe Zoki	
China	Ya an Xilong Paper	Ya an, Sichuan	2	1	New	2011	12000	2.7	770	Kawanooe Zoki	
China	YFY	Confidential	5	1	New	2012	27000	2.8	1600	PMP	New Crescent Former Intelli-TissueTM 1500 machine
China	YFY	Confidential	6	1	New	2012	27000	2.8	1600	PMP	New Crescent Former Intelli-TissueTM 1500 machine
China	Zhejiang Welfare Paper	Shaohing, Zhejiang	12	1	New	2011	12000	2.76	770	Kawanooe Zoki	
Colombia	Productos Familia-SCA	Cajica, Bogota	7	1	New	2012	35000	2.8	2000	Voth	2x VTM 2 with shoe press
Ecuador	Inpaesca	Guayaquil	1	1	New	2012	30000	2.7	1300	Hergen	Greenfield mill
Europe	Mecsa Tissue	Undisclosed			New	2011	140tpd	2.8	2000	Voth	Second PM planned
France	Industrie Caranue Tronchetti (ICT)	Montargis	150	1	New	2011+	70000	5.6	2000	Melso	Planning stage
France	Industrie Caranue Tronchetti (ICT)	Montargis		2	New	na	70000				Ahead 1.5 - Crescent Former
France	Lucart France	Troyes	9	1	New	na	35000	2.7	2000	Toscolec	Ahead 2.0 L - Crescent Former
France	MP Hygiene	Amnonay			Rebuild	2012	33000	2.8	1700	Toscolec	
Germany	SCA Hygiene Products	Mannheim	3	1	Rebuild	2011	20000	5.2	18,000	Toscolec	
Greece	Undisclosed	Undisclosed			New	2011	25000	2.7	1500	Recard	New Crescent Former, started up February 2011
Indonesia	PT Graha Cemerlang Paper Utama	Cikampek	2	1	New	2011	50000	3.65	2000	PMP	New Crescent Former Intelli-TissueTM 2100 machine
Indonesia	Sun Paper	Undisclosed			New	2011	100tpd	2.8	1800	Voth	2x VTM1 with shoe press
Iran	Hayat Kimya	Zencan	100	1	New	2012	65000	5.6	2000	Melso	Delayed
Iraq	Ministry of Industry	Basrah	35	5	Restart	2011	5000				Mill to restart. Investors sought
Italy	Carraia Group	na			New	2011	35000	2.8	2000	Recard	
Italy	Carraia Group	na			New	2012	25000	2.8	1500	Recard	
Italy	Celtek	Lukka			New	2011	25000	2.8	1000	Recard	
Japan	Hank	Gifu	5	1	Rebuild	2011	12000	2.8	800	Kawanooe Zoki	
Japan	Ide Shingo	Shizuoka	2	1	New	2011	20000	3.2	1000	Kawanooe Zoki	
Morocco	Jeest Industries	Casablanca	1	1	New	2012	30000	2.8	1800	Melso	
Nigeria	Bel Papyrus	Lagos	3	1	New	2012	22000	2.8	1500	Toscolec	
North America	Cascades Tissue	Canada - Montreal			New	2011	200tpd	5.6	1650	Voth	Ahead 1.55 - Crescent Former
North America	Wausau Paper	Hannodsburg - Kentucky	15	4	New	2011	200tpd	5.4	1650	Voth	ATMOS commercial installation
Peru	Protisa (CMPC)	Santa Anita, Lima			New	2011	30000	2.8	1650	Recard	ATMOS commercial installation
Russia	Angara Paper	Lesosibirsk	2	1	New	2011	60000	4.2	1500	Toscolec	Crescent Former, started up September 2011
Russia	JSC Syassky Pulp & Paper	Syassstroy			New	2011	2500	2.8	1600	Toscolec	Greenfield mill planning stage
Russia	LCC Pulp Invest	Undisclosed	1	1	New	2012	2500	2.8	900	Andritz	Ahead 1.5m - Crescent Former (Replace old PM2)
Syria	Miditerranean Paper Mills	Jabieh, Latakia	1	1	New	2011	13000	2.2	2200	Toscolec	Replace old PM1, completed in February 2011
Turkey	Gida San ve TIC	Pamukova, Sankaya	1	1	New	2011	60000	5.6	2200	Melso	Greenfield mill
Turkey	Ipek Kapig	Manisa	1	1	New	2011+	60000	5.6	2200	Melso	Greenfield mill planning stage
Turkey	Lila Kagit	Corlu	2	1	New	2011	65000	5.6	2200	Melso	Mirror of PM1
Ukraine	Ukrpapiinvest	Khar'kov			New	2012	17000	2.75	1200	Toscolec	Macrine delayed from 2007
USA	Empire Tissue	Solvay, NY	1	1	New	na	72000				Brownfield mill. Recycled paper. Planning stage
USA	First Quality Tissue	Anderson, SC	3	1	New	2011	70000	5.6	2000		TAD machine
USA	First Quality Tissue	Anderson, SC	4	1	New	2012	70000	5.6	2000		TAD machine
USA	Georgia-Pacific	na	500		New	2012	60000				Investment package announced early 2010
USA	Georgia-Pacific	na			New	2012	60000				
Vietnam	Saigon Paper	My Xuan			New	2011	25000	2.85	1650	Andritz	PrimeLine COMPACT