



Kierrätyskuitu nyt ja tulevaisuudessa

Sanna Peuralampi

OPINNÄYTETYÖ
Marraskuu 2019

Biotuote- ja prosessitekniikka
Biotuotetekniikan koulutusohjelma

TIIVISTELMÄ

Tampereen ammattikorkeakoulu
Biotuote- ja prosessitekniikka
Biotuotetekniikka

PEURALAMPI SANNA ELINA
Kierrätyskuitu nyt ja tulevaisuudessa

Opinnäytetyö 62 sivua, joista liitteitä 10 sivua
Marraskuu 2019

Tämän opinnäytetyön aihe syntyi tarpeesta saada Metsä Groupin hankinnan osastolle tietopaketti, joka antaa tietoa kierrätyskuidun käytöstä nykyhetkessä ja tulevaisuudessa. Tavoitteena oli kerätä tietoa keräyskuidun keräyksestä, hyödyntämisestä, käsittelystä ja keräyspaperimarkkinoista erityisesti Euroopassa ja Suomessa. Työssä keskityttiin paljon tulevaisuuden näkymiin: kuinka kierrätyskuidun käyttö tulee muuttumaan ja mitkä eri seikat siihen vaikuttavat. Opiskelijan pohdinnan toivottiin olevan opinnäytetyössä laaja-alaista. Työ suoritettiin kirjallisuuskatsauksena.

Keräyspaperin hyödyntäminen raaka-aineena on monialaista. Eri maat ja maanosat keräävät ja hyödyntävät keräyspaperia eri tavoin ja eri määriä, eikä maailmanlaajuisia standardeja tai säädöksiä ole käytössä. Euroopan ja Pohjois- Amerikan keräysasteet ovat maailman korkeimmat, Afrikassa ja Etelä-Amerikassa matalimmat. Korkeat keräysasteet ovat suoraan verrannollisia keräysjärjestelmien kehittyneisyyteen. Tulevaisuuden haasteiksi nousevat jatkuvasti kasvava kierrätyskuidun kysyntä suhteessa sen saatavuuteen. Kehittyvien maiden keräysasteiden nostamiseksi on esitetty monia ratkaisuehdotuksia, mutta niiden ratkaiseminen vaatii merkittäviä muutoksia mm. yleisissä asenteissa, järjestelmissä ja maan politiikassa. Euroopan keräyspaperimarkkinoihin vaikuttaa myös Kiinan keräyspaperin maahantuontia rajoittavien säädösten voimaan astuminen sekä niihin liittyvät lisäselvitykset.

Opinnäytetyössä päädyttiin johtopäätöksiin, että maailmanlaajuisilla kierrätyskuitumarkkinoilla on jäljellä vielä käyttämättömiä resursseja. Niiden käyttöönotto on joko hyvin haastavaa, tai resurssien hyödyntämismahdollisuutta ei ole vielä tiedostettu. Megatrendit, kuten ekologinen kestävyyskriisi ja kaupungistuminen voivat edesauttaa näiden resurssien käyttöönottoa. Ratkaisuja voidaan etsiä myös tekniikasta, kuten tehokkaammalla lajittelutekniikalla tai kuituhäviön minimoimisella. Uudenlaisten tuotteiden tullessa markkinoille voi olla mahdollista, että kierrätyskuitua hyödynnettäisiin tulevaisuudessa esimerkiksi puupohjaisten tekstiilien valmistuksessa.

ABSTRACT

Tampere University of Applied Sciences
Bioproduct and Process Engineering
Bioproduct Technology

PEURALAMPI SANNA ELINA
Recycled Fibre Now and in The Future

Bachelor's thesis 62 pages, appendices 10 pages
November 2019

The subject for this thesis came up from the need to provide Metsä Group's sourcing department with an information package on the utilization of recycled fiber in the present and in the future. The aim was to gather information on the collection, utilization, treatment and the recycled fibers market, especially in Europe and Finland. The thesis focused on the future outlook: how the use of recycled fiber is going to change and what different factors will affect to it. The aim was that the student's reflection on the thesis would be wide-ranging. The study was carried out as a literature review.

Utilizing recycled paper as a raw material is multidisciplinary. Different countries and continents collect and use recycled paper in different ways and in different quantities, and there are no global standards or regulations. Europe and North America have the highest collection rates in the world, whereas Africa and South America the lowest. High collection rates are directly proportional to the level of advanced collection systems. The challenges for the future will be the ever-increasing demand for recycled fiber in relation to its availability. Many solutions have been put forward to raise the collection rates in developing countries, but solving them requires significant changes in general attitudes, systems and country politics. The European market for recycled paper is also affected by the entry into force of the regulations restricting imports of Chinese recycled paper and the further clarifications related with them.

The conclusion was that there are still untapped potential on the global recycled fiber market. Their implementation is either very challenging or the potential for utilization of resources has not yet been recognized. Megatrends such as the ecological sustainability crisis and urbanization can facilitate the mobilization of these resources. Solutions can also be sought in technology such as more efficient sorting techniques or minimizing fiber loss. With the introduction of new products there are new possibilities for recycled fiber to be utilized in a more efficient way in the future, for example, in the production of wood-based textile fibres.

Key words: recycled fibre, future, collection rate, raw material

SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	6
2	YLEISTÄ.....	7
2.1	Kierrätyskuidun hyödyntäminen.....	7
3	KERÄYS	10
3.1	Keräystavat ja raaka-ainelähteet	10
3.2	Tuottajavastuu.....	12
3.3	Keräys- ja kierrätysasteet.....	12
4	KÄYTTÖMÄÄRÄT.....	17
4.1	Keräyskuidun hyödyntäjät Euroopassa.....	17
5	LAJITTELU	20
5.1	Lajittelun hyödyt	20
5.2	Lajittelu Suomessa.....	21
5.3	Lajittelu Euroopassa.....	21
5.4	Lajittelu globaalisti	22
5.5	Eurooppalainen keräyspaperin ja -kartongin standardi	23
6	PAPERITEKNISET OMINAISUUDET	25
6.1	Kierrätyksen vaikutus laatuun	25
6.2	Keräyspaperin varastointi	27
6.3	Lopputuotteita	28
7	KÄSITTELYPROSESSIT.....	32
7.1	Siistausmassan valmistus	32
7.2	OCC – massan valmistus	34
8	KIERRÄTYSKUIDUN TULEVAISUUS	37
8.1	Keräyskuidun saatavuus tulevaisuudessa	37
8.2	Keräysaste kehittyvissä maissa – haasteet ja mahdollisuudet	39
8.2.1	Haasteet	40
8.2.2	Mahdollisuudet ja ratkaisuehdotukset.....	41
8.3	Kiinan vaikutus kierrätyskuidun markkinoihin	43
8.4	Megatrendien vaikutus kierrätyskuituun.....	44
9	JOHTOPÄÄTÖKSET JA POHDINTA.....	45
9.1	Keräyspaperilajien muutokset	45
9.2	Kiinan tuontikiellon vaikutukset.....	46
9.3	Megatrendit vaikuttavat paperin kierrätykseen	47
9.4	Tulevaisuuden prosessit.....	48
10	LÄHTEET.....	50
11	LIITTEET	52

Liite 1. Muutokset ryhmän 1 lajeissa (CEPI 2013.)	52
Liite 2. Muutokset ryhmän 2 lajeissa (CEPI 2013.)	54
Liite 3. Muutokset ryhmän 3 lajeissa (CEPI 2013.).....	57
Liite 4. Muutokset ryhmän 4 lajeissa (CEPI 2013.)	59
Liite 5. Muutokset ryhmän 5 lajeissa (CEPI 2013.)	60

1 JOHDANTO

Kierrätyskuidun merkitys on muuttunut vuosikymmenten saatossa jätteestä arvokkaaksi raaka-aineeksi. Kierrätyskuidun keräysmäärät, keräystavat ja hyödyntäminen ovat muuttuneet ja muodostuneet omanlaisikseen eri maissa ja maanosissa. Tänä päivänä Eurooppa kierrättää suurimman osan käyttämästään paperista ja kartongista, mutta kysyntä kierrätyskuidulle on kasvanut yhä suuremmaksi ja markkinat globaaleimmaksi. Tehtaiden kustannuksista eniten kuluu energian ohella raaka-aineen hankintaan, joten pohdinta kierrätyskuidun riittävydestä tulevaisuudessa on ymmärrettävää.

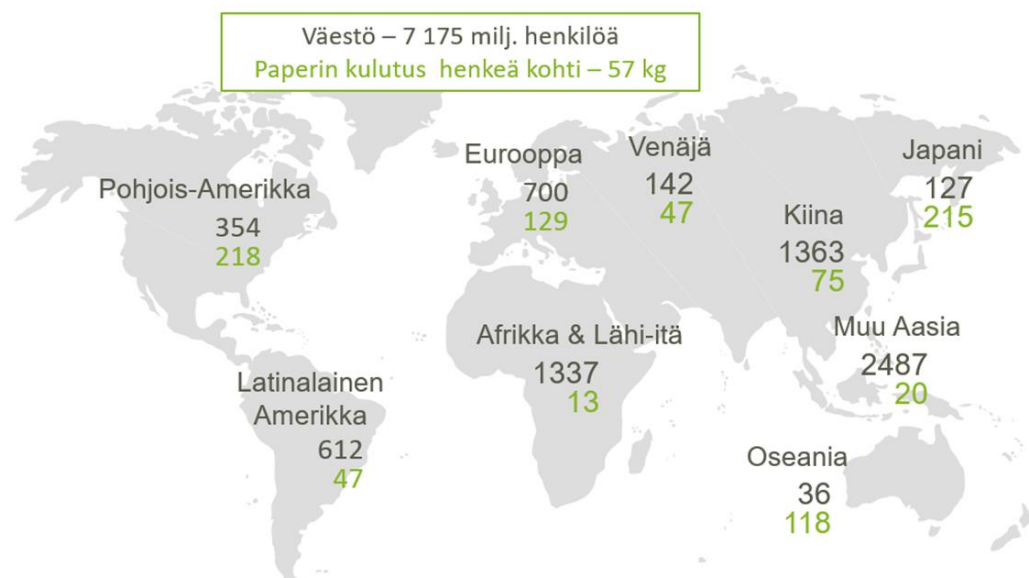
Metsäteollisuuden hankinnan on hyödyllistä ymmärtää kierrätyskuidun perusteet ja yhdistää maailmantalouden, megatrendien ja jopa yksittäisen valtion vaikutus kierrätyskuidun markkinoihin. Vaikka tulevaisuutta ei voida koskaan tietää etukäteen, voidaan sen pohtimisesta sekä ennusteista saada arvokasta tietoa. Tämän opinnäytetyön tavoite on lisätä ymmärrystä siitä, mitä kierrätyskuitu on tänä päivänä sekä arvioida tulevaisuuden näkymiä kyseisen raaka-aineen hankinnan kannalta. Asiaa on pyritty tarkastelemaan lähinnä Euroopan näkökulmasta, mutta opinnäytetyö vastaa myös keskeisesti kysymyksen: mistä saisimme tulevaisuudessa lisää kierrätyskuitua?

2 YLEISTÄ

2.1 Kierrätyskuidun hyödyntäminen

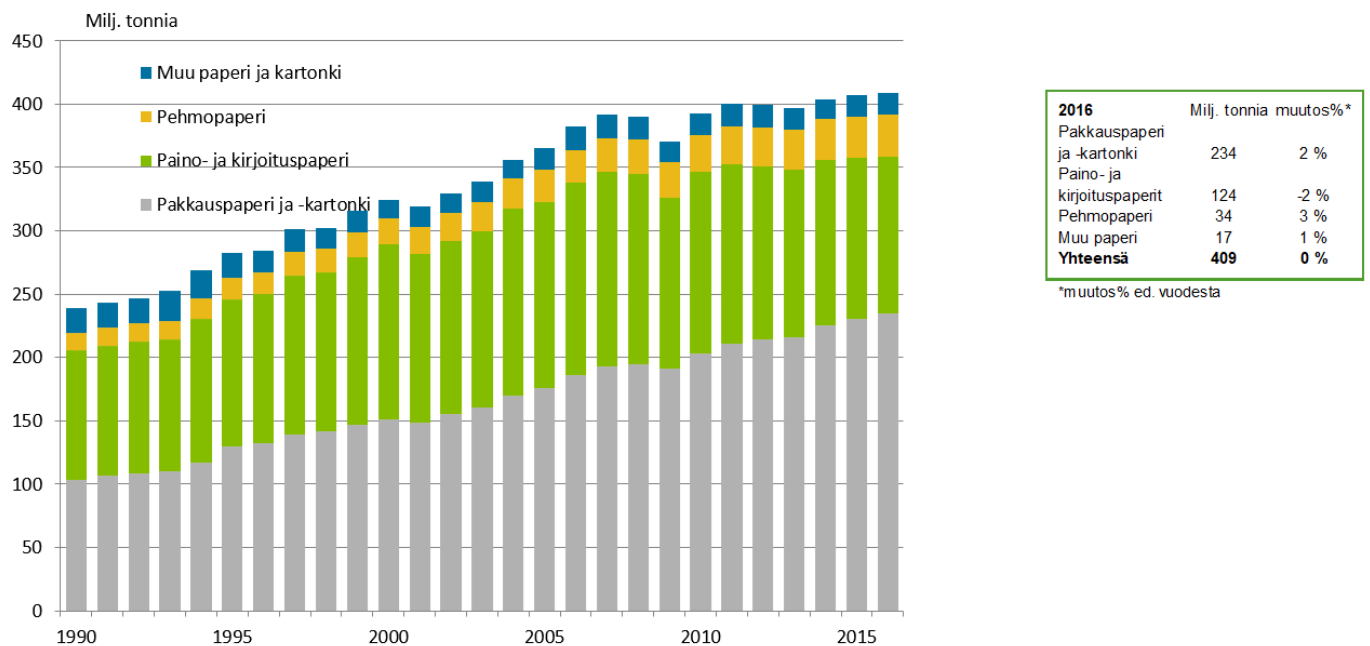
Kierrätyskuidulla eli uusiokuidulla (Recycled Fibre) tarkoitetaan metsäteollisuuden prosesseissa uudelleen käytettävää puukuitua. Kierrätyskuitua saadaan, kun käytetty paperi tai kartonki toimitetaan paperin- tai kartongin keräykseen. Kierrätyskuitua kerätään myös huomattavia määriä leikkuutähteenä paperi- ja kartonkitehtailta sekä niiden jatkojalostamoilta. Keräyspaperista tai -kartongista valmistettavaa paperimassaa kutsutaan uusiomassaksi ja uusiomassasta valmistettavaa paperia uusiopaperiksi. Kierrätyskuitua käytetään eniten sanomalehdissä, hygieniapapereissa sekä pakkausmateriaaleissa. Vaikka keräyspaperi koostuu myös keräyskartongista ja -pahvista, käytetään niistä yleisnimitystä keräyspaperi. (Suomen Metsäyhdistys 2019.)

Maailman väestömäärä oli 7 175 miljoonaa henkilöä vuonna 2018. Paperia kulutettiin henkilöä kohti arviolta 57 kiloa vuodessa. Määrällisesti eniten paperia kulutettiin Aasian maissa, Afrikassa ja Euroopassa. Henkilöä kohden laskettuna suurimmat kulutusmäärät olivat Pohjois-Amerikassa ja Japanissa. Kulutusta on kuvattu kuviossa 1. (Metsäteollisuus Ry 2019).



KUVIO 1. Paperin ja kartongin kulutus maailmassa henkeä kohti vuonna 2018 (Metsäteollisuus Ry 2019).

Maailman paperin ja kartongin tuotanto on kasvanut melko tasaisesti vuodesta 1990 vuoteen 2016 asti (KUVIO 2.). Suurimmat muutokset ovat tapahtuneet pakkausmateriaalien (harmaa palkki) sekä paino- ja kirjoituspaperin (vihreä palkki) valmistusmäärissä. Vuonna 1990 molempia tuotettiin noin 100 miljoonaa tonnia vuodessa, kun nykyisin pakkauspaperia ja -kartonkia tuotetaan noin 240 miljoonaa tonnia ja puolestaan paino- ja kirjoituspaperia tuotetaan arviolta 120 miljoonaa tonnia vuodessa. Myös pehmopaperin tuotantomäärissä näkyy selvää kasvua; mittaushistorian alusta loppuun tuotanto yli kaksinkertaistunut. (Metsäteollisuus Ry 2018)



KUVIO 2. Maailman paperin- ja kartongintuotanto lajeittain vuosina 1990 – 2016. (Metsäteollisuus Ry 2018.)

Tuotantomäärien kehitystä voidaan perustella vallalla olleiden trendien kautta. Esimerkiksi sähköisten palveluiden yleistymisen, lehtien ja kirjojen kysynnän väheneminen ja digitaalisen median kasvu ovat hillinneet paino- ja kirjoituspaperin tuotantomäärien nousua. Pakkauspaperin ja -kartongin tuotantomäärien huomattavaa kasvua voidaan selittää verkkokaupan kasvulla. Pehmopaperien tuotanto on kasvanut runsaasti Latinalaisen Amerikan ja Aasian maissa, ja sen ennustetaan kasvavan yli kaksi prosenttia vuosittain aina vuoteen 2030 asti. Paperin tuotannon ennustetaan puolestaan laskevan prosentin vuositahtia Euroopassa, Pohjois-Amerikassa ja Japanissa. (Metsäteollisuus Ry 2019.)

Uusiopaperin valmistusprosessina on usein siistausprosessi, jossa painoväri ja epäpuhtaudet poistetaan siistaamalla. Siistauksen myötä uusiomassan kuiduista 10 – 40 % häviää kuitujen katkeilemisen myötä. Tätä kutsutaan siistaushäviöksi. Uusiokartonkia valmistetaan usein OCC – prosessissa, jossa uusiomassasta erotellaan pitkät ja lyhyet kuidut toisistaan. Termi OCC tarkoittaa lyhennettä sanoista Old Corrugated Cardboard eli kierrätetty aaltopahvi. Siitä valmistettua uusiomassaa kutsutaan OCC-massaksi. (Metsäteollisuus 2017; Suomen Metsäyhdistys 2019.)

Keräyspaperin kysyntä raaka-aineena on kasvanut vuosittain. Globaaleilla keräyspaperimarkkinoilla Kiina ja Intia on kuluttanut lähes 37 % kaikesta kerätystä paperista. Kiinan asettaessa jätteiden tuontikiellon maahan vuonna 2018 on Kiinan osuus markkinoista tipunut ja lajittelemattoman keräyspaperin hinta globaaleilla markkinoilla heilahdellut runsaasti. (UPM 2019.)

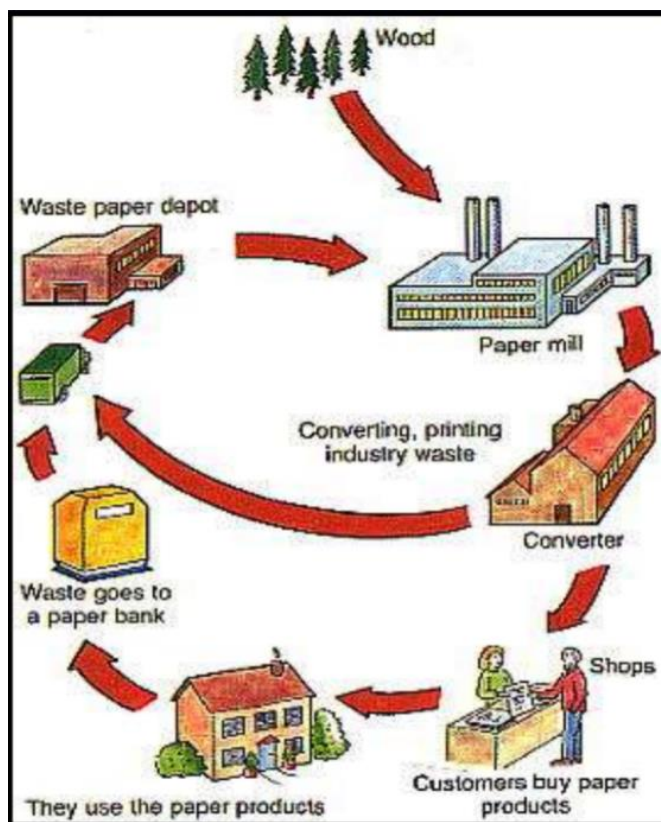
3 KERÄYS

3.1 Keräystavat ja raaka-ainelähteet

Keräyspaperi ja -kartonki ovat paperiteollisuudelle tärkeä raaka-aineen lähde. Paperi ja kartonki voidaan kierrättää keskimäärin 5 – 7 kertaa, jonka jälkeen sen paperitekniset ominaisuudet ovat heikentyneet niin paljon, että kuitu poistuu prosessista rejektinä. Kierrätyskuitua kerätään useista erilaisista yhteyksistä erilaisin keräystavoin. (Metsäteollisuus Ry 2019; Putz & Pakarinen 2000, 47-50.)

Kierrätyskuitua saadaan esimerkiksi kotitalouksista, pienyrityksiltä, teollisuudelta ja suurien yritysten yksiköiltä, kuten supermarketeilta ja painotaloilta. Suomessa ja Euroopassa 2010 – luvulla keräysmäärät olivat jakautuneet seuraavasti: noin 50 % kerättiin kaupan ja teollisuuden piiristä, noin 40 % kotitalouksien piiristä ja noin 10 % toimistojen piiristä. (Metsäteollisuus Ry 2019.)

RAC (The Recycling Advisory Council) on jakanut keräyspaperin ja -kartongin kierrätystavat karkeasti kahteen eri ryhmään: Pre-Consumer Recovered Paper eli ennen kuluttajaa kerätty paperi ja Post-Consumer Recovered Paper eli kuluttajan jälkeen kerätty paperi. Näiden kahden eri ryhmän kiertokulun voi havaita kuvioista 3. (Putz & Pakarinen 2000, 47-50.)



KUVIO 3. Kierrätyskuidun kierto (American Forest & Paper Association 2015).

Pre-Consumer Recovered Paper tarkoittaa sellaista keräyskuitua, joka ei ole päätenyt laisinkaan loppukuluttajan käyttöön. Tällaista paperia ja kartonkia saadaan yleensä metsäteollisuuden jatkojalostajilta, kuten painotaloilta tai pakkausteollisuuden tuottajayksiköiltä. Tällaista keräyskuitua kutsutaan leikkuutähteiksi. Keräys toteutetaan usein niin kutsutulla pick-up – tavalla, jossa keräyskuitu noudetaan sitä tuottavalta yksiköltä suoraan. Metodien kriteerinä on, että keräyspaperin ja -kartongin keräysmäärät ovat suuria. (Putz & Pakarinen 2000, 47-50.)

Post-Consumer Recovered Paper tarkoittaa keräyskuitua, joka on kulkenut loppukuluttajan kautta keräykseen. Tätä kerätään erityisesti kotitalouksista, mutta myös pienyrityksiltä. Pääsääntöisesti keräystapana on käytetty tapaa, jossa kuluttajat itse huolehtivat käyttämänsä paperin ja kartongin niille erikseen varattuun keräysastiaan. Joissakin tapauksissa saatetaan käyttää myös pick-up keräystapaa, mutta tavan valinta riippuu mm. asuintiheydestä ja kotitalouksien rakenteesta. Valittu keräystapa vaikuttaa alueen keräysasteeseen. (Putz & Pakarinen 2000, 47-50.)

3.2 Tuottajavastuu

Suomessa jätelain pohjalta on säädetty yrityksille tuottajavastuu. Sen piiriin kuuluu keräyspaperin, pakkauksien, sähkö- ja elektroniikkalaitteiden, ajoneuvojen ja renkaiden sekä paristojen ja akkujen maahantuoja ja tuottajat, joiden liikevaihto on yli 1 miljoonaa euroa. Keräyskartongin osalta tuottajavastuu tarkoittaa yrityksen vastuuta järjestää pakkausjätteidensä keräys ja kierrätys kokonaisuudessaan sekä vastata siitä aiheutuvista kustannuksista. Keräyspaperin osalta tuottajavastuu velvoittaa yritysten järjestämään sanomalehtien, aikakauslehtien, toimistopapereiden, kaupallisten luetteloiden, kirjekuriorien sekä muiden paperituotteiden hyödyntäminen ja jätehuolto. Paperin tuottajavastuu perustuu jätelakiin (528/2013). (Ympäristöhallinto 2013; Särkkä 2015, 7-8.)

Käytännössä tuottajavastuun piiriin kuuluvat yrityksen raportoivat ja maksavat vuosittain keräyksestä ja kierrätyksestä vastaavalle taholle tuottamansa paperi- ja pakkausjättemäärän mukaisesti. Kyseisiä tahoja ovat esimerkiksi RINKI Oy, Keräyspaperi Tuottajayhteisö Oy ja Suomen Keräystuote Oy. (Ympäristöhallinto 2013.)

EU- tasoista tuottajavastuulainsäädäntöä ei ole, mutta monessa Euroopan maissa toimii oma tuottajavastuulainsäädäntönsä. Esimerkiksi Iso-Britanniassa pakkausten tuottajavastuussa käytetään kaupattavia vaatimustenmukaisuustodistuksia (Tradeable compliance certificates), jotka ovat standardisoituja todistuksia. Niiden avulla yritys voi osoittaa, että tietty määrä heidän jättemateriaalistaan on käsitelty tai kierrätetty asianmukaisesti. Vaatimustenmukaisuustodistuksia voi ostaa tarvitsevansa määrän ja niitä käytetään kaupankäynnin kohteena. Paperin osalta Ranskassa tuottajavastuuta sovelletaan kaikkiin toimijoihin, jotka valmistavat vähintään viisi tonnia graafista paperia vuosittain (Code de l'Environnement, artikla L541-10-1; Särkkä 2015, 13-37.)

3.3 Keräys- ja kierrätysasteet

Raaka-aineena käytettävän kierrätyskuidun saatavuus on muuttunut vuosien mittaan. Koska kierrätyskuidun määrällinen saatavuus riippuu sen kierrätysmäärästä, ei kysynnän ja tarjonnan suhde aina kohtaa. Kierrätyskuidun nopeasti kasvaneeseen kysyntään ei pystyttäisi vastaamaan lisäämällä tuotantoa, kuten neitseellisen kuidun tuotannossa pystytään. Ideaalitalanne onkin, että kaikki käytetty paperi palautuu takaisin prosessiin. Kier-

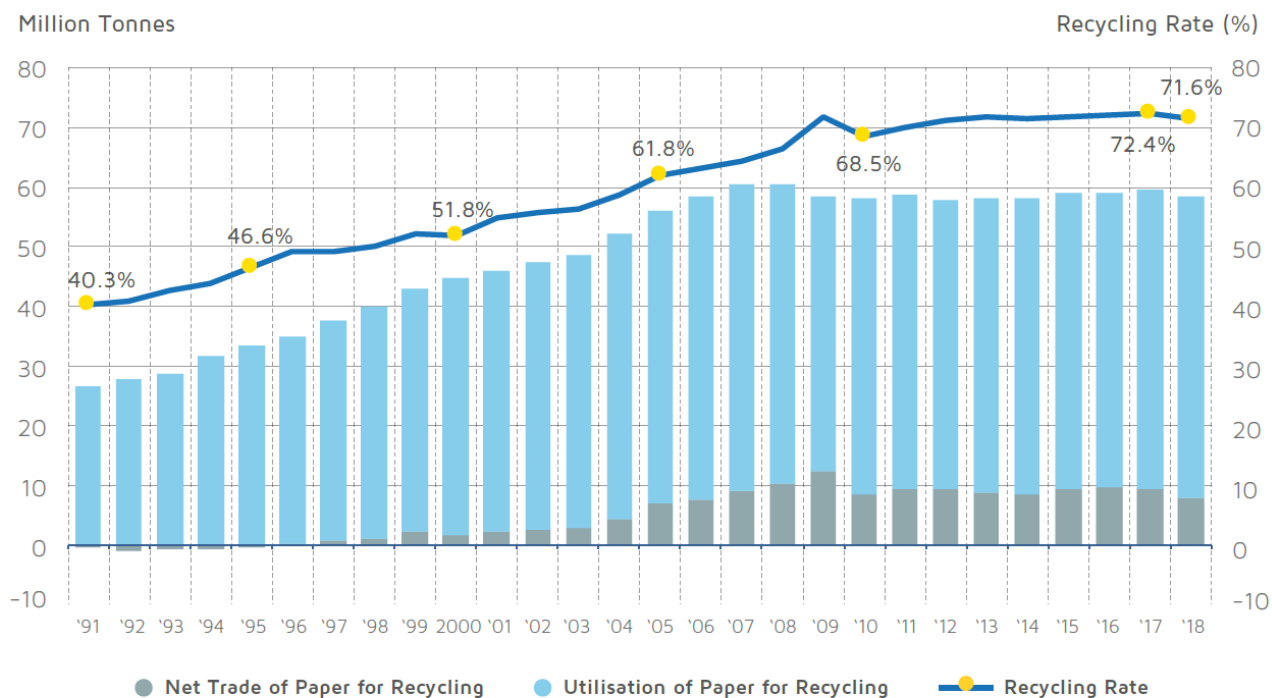
rätyskuidun saatavuudessa on myös lajikohtaisia eroja. On arvioitu, että noin 20 % käytetystä paperista ja kartongista on kierrätyskelvottomia. Näitä ovat esimerkiksi tapettipaperit, hygieniapaperit tai savukepaperit. (Knowpap 2019; Metsäteollisuus Ry 2019.)

Kuvio 4 kuvaa kierrätyskuidun keräysastetta maanosittain vuonna 2014. Siitä voidaan havaita, että Eurooppa ja Pohjois-Amerikka kierrättivät molemmat yli 65 % kaikista käytetyistä kartonki- ja paperituotteistaan. Eurooppaan katsottiin kuuluvan Euroopan Unionin 28 jäsenmaata sekä Norja ja Sveitsi. Alhaisinta kierrätys oli Afrikassa 34,1 % sekä Etelä-Amerikassa 43,7 %. (Suomen Metsäyhdistys 2018.)



KUVIO 4. Kierrätyskuidun keräysaste eri maanosissa vuonna 2014 (Suomen Metsäyhdistys 2018).

Euroopan kierrätyskuidun kierrätystä sekä käyttöä voidaan havaita kuviosta 5. Kierrätysaste on kasvanut tasaisesti vuodesta 1991 vuoteen 2009, jolloin kierrätys kääntyi hetkeksi laskuun. Notkahduksen jälkeen kierrätysmäärät ovat jatkaneet nousuaan maltillisemmin vuoteen 2017 asti, kunnes kierrätysaste on lähtenyt jälleen laskemaan. Kierrätyskuidun hyötykäyttö on noussut vuodesta 1991 vuoteen 2008 ja saavutti tuolloin arviolta 61 miljoonan tonnin käyttömäärän vuodessa. Vuoden 2008 jälkeen käyttömäärät ovat jääneet alle 60 miljoonan tonnin vuositasolle. (CEPI Statistics 2019, 23.)

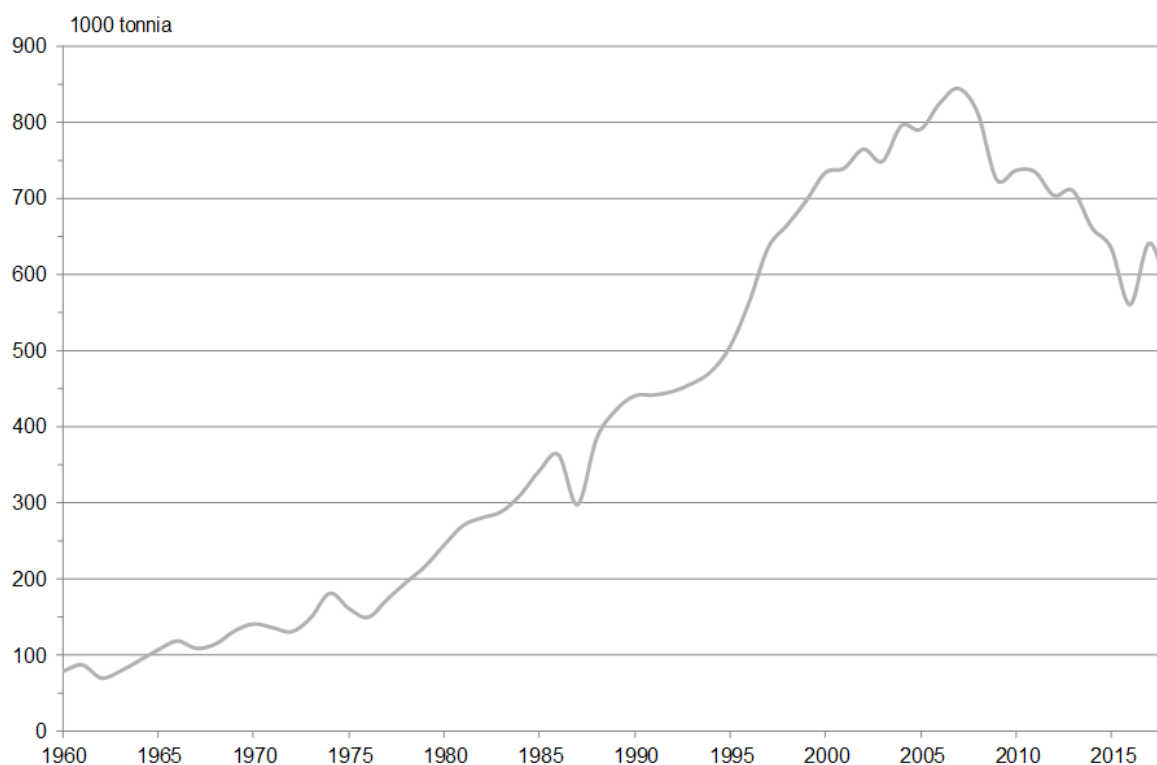


Recycling Rate = Utilisation of Paper for Recycling + Net Trade of Paper for Recycling, compared to Paper & Board Consumption

KUVIO 5. Paperin ja kartongin kierrätysaste Euroopassa 1991 – 2018. (CEPI Statistics 2019, 23).

CEPI (The Confederation of European Paper Industries) julkaisee vuosittain Key Statistics – raportin, joka käsittää Eurooppalaisen metsäteollisuuden keskeisimmät tilastot edeltäneeltä vuodelta. Raportti kattaa myös tilastoja kierrätyskuidun osalta. CEPI – maihin kuuluvat: Alankomaat, Belgia, Espanja, Iso-Britannia, Italia, Itävalta, Norja, Portugali, Puola, Ranska, Romania, Ruotsi, Saksa, Slovakia, Slovenia, Suomi, Tšekki ja Unkari. Myös esimerkiksi Suomen Metsäteollisuus Ry sekä Suomen Metsäyhdistys ovat julkaisseet useita kierrätyskuituun liittyviä tilastoja. (CEPI 2019; Metsäteollisuus Ry 2019.)

Suomi on paperin- ja kartongin keräysasteeltaan Euroopan korkeinta tasoa. Suomen kotitalouksien keräysaste oli noin 77 % eli 850 000 tonnia vuonna 2015. Kuviossa 6 on kuvattu talteenottomäärien kehitys vuodesta 1960 vuoteen 2015. Myös Suomen osalta voidaan havaita vuonna 2008 keräysmäärien kääntyneen selvästi laskuun, mutta laskeva trendi on muusta Euroopasta poiketen jatkunut aina vuosiin 2014 – 2015 asti. Vuonna 2015 keräysmäärät ovat lähteneet nousuun ja 2016 – 2017 jälleen laskeneet. (Metsäteollisuus Ry 2018.)



KUVIO 6. Keräyspaperin talteenottomäärien kehitys Suomessa (Metsäteollisuus Ry 2019).

Sekä Suomen että Euroopan tilastoissa näkyy vuosi 2008 keräysmäärien selvänä laskuna. Syitä laskuun voidaan selittää esimerkiksi taloustilanteella, paperikoneiden sulkemisella ja digitalisoitumisen kasvamisella. Näin on kuvaillut Pöyryn seniorikonsultti Tomi Amberla Suomen Kuvalehden artikkelissa paperikoneiden sulkemisesta: ”*Sitten tuli finanssikriisi ja alkoi digitaalisen talouden sekä median läpimurto – Se oli tuplaefekti, joka vähensi painopaperin kysyntää dramaattisesti.*” (Pöntinen 2015.)

Tilastoja arvioidessa tulee huomioda, että laskennallisten ja todellisten kierrätysmäärien luvuissa on eroja. CEPI on aloittanut ensimmäisen kerran vuonna 2011 vapaaehtoisen sopimuksen paperin kierrättämisen kasvattamisesta, ja vuonna 2015 kierrätysaste oli asetettu jo 70 prosenttiin. Luku tuli virallisten määritelmien mukaan täyteen, mutta tohtoriopiskelija Ilpo Ervasti on Päättäjien Metsäakatemian raportissaan arvioinut, että todellisuudessa Euroopassa puukuidusta palasi uudestaan käyttöön vain runsaat 40 %. Todellista kierrätysastetta Ervastin mukaan laskee paperin sekoittuminen keräysprosessissa kotitalousjätteen kanssa, kuitujen häviäminen tuotantoprosessissa sekä kotitalouksista kerättävän paperin keräysasteen kasvamisen myötä kerättävän materiaalin laadun heikkeneminen. Myös kierrätyskelvottoman paperin osuus (noin 20 %) vaikuttaa merkittävästi todelliseen kierrätysasteeseen. (Ervasti 2015, 2.)

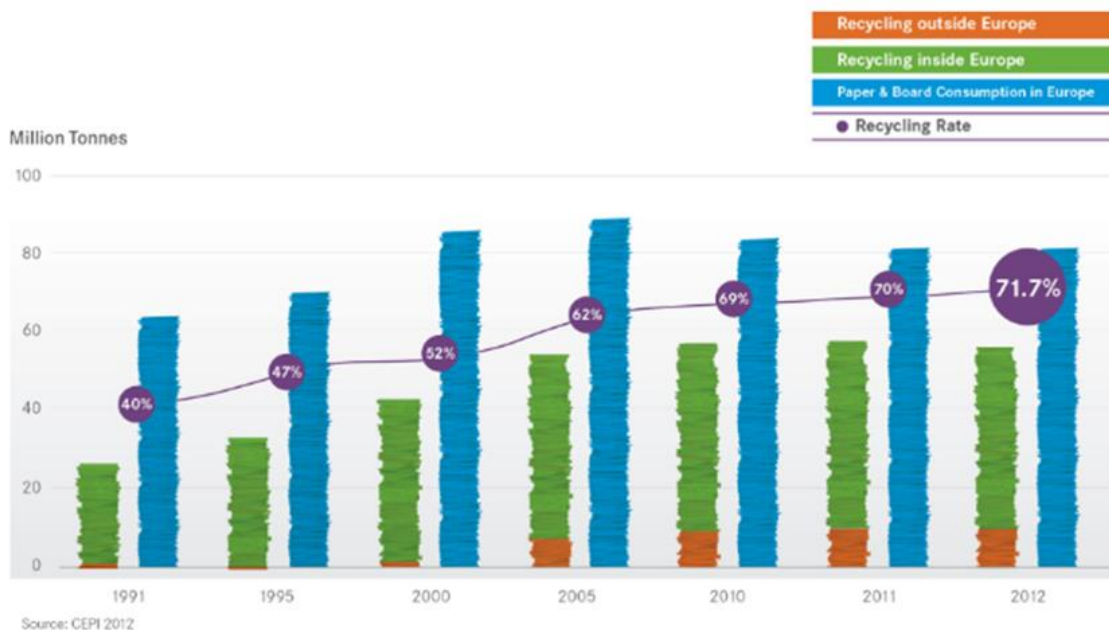
4 KÄYTTÖMÄÄRÄT

4.1 Keräyskuidun hyödyntäjät Euroopassa

Euroopassa kierrätyskuidun osuus paperi- ja kartonkiteollisuuden raaka-aineesta on noin 50 %. Suomessa kierrätyskuidun osuus on huomattavasti pienempää. Vaikka suomen metsäteollisuus käyttää lähes kaiken kotimaassa kierrätetyn kuidun, vain 5 % tuotetusta paperista ja kartongista on valmistettu kierrätyskuidusta. Tämä johtuu siitä, että Suomessa tuotetusta paperista yli 90 % viedään ulkomaille. Suomessa on myös suuret metsävarannot sekä pieni väestö, jolloin neitseellistä kuitua on paljon saatavilla eikä väestö tuota niin suuria määriä kierrätettävää kuitua, että sitä riittäisi teollisuuden pääraaka-aineeksi. Vuonna 2018 Euroopassa tuotettiin paperia ja kartonkia yhteensä 92,2 miljoonaa tonnia ja Suomessa vastaava luku oli 10,5 miljoonaa tonnia. Suomen tuotantomäärä on kasvanut 2,6 % vuoden 2017 tuotantomäärästä. (CEPI Statistics 2019; Knowpap 2019; Metsäteollisuus Ry 2019).

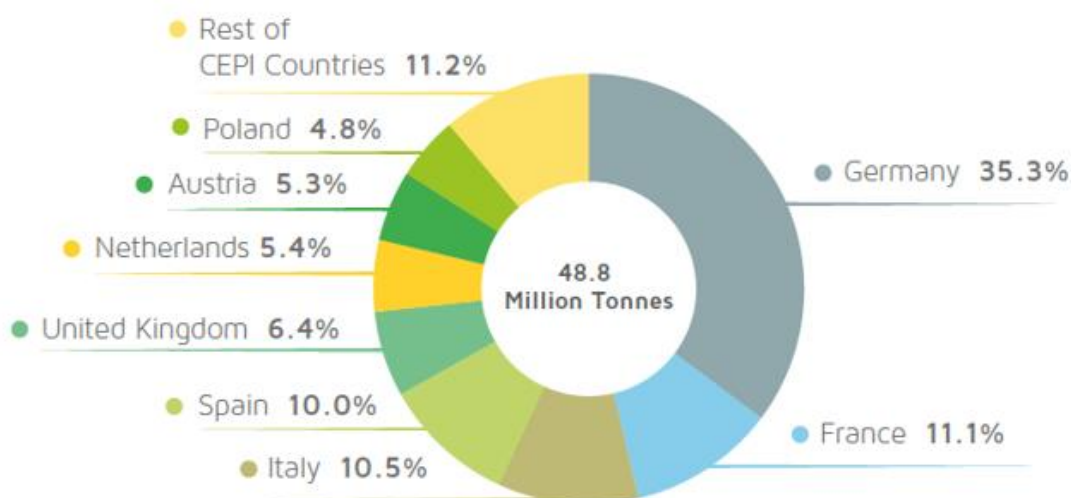
Keräyspaperin tuonti pitkien välimatkojen päästä ei ole taloudellisesti eikä logistisesti järkevää. Tämän vuoksi maissa, joissa väestömäärät ovat suuria, asutus on tiheää, ja joissa keräysmäärät ovat suuria käytetään raaka-aineena pääsääntöisesti kierrätyskuitua. Tällaisia alueita ovat esimerkiksi Keski-Euroopan maat Saksa, Ranska ja Italia. (Metsäteollisuus Ry 2019).

Kuviossa 7 CEPI on tilastoinut Euroopan kierrätystä vuodesta 1991 vuoteen 2012. Sininen palkki kuvaa paperin ja kartongin kulutusta Euroopassa, vihreä kierrätystä Euroopan sisällä sekä punainen kierrätystä Euroopan ulkopuolella. Vaikka paperin ja kartongin kulutus on vuodesta 2005 eteenpäin hieman laskenut, on keräysaste jatkunut korkeana niin Euroopan sisä- kuin ulkopuolellakin. (CEPI 2019.)



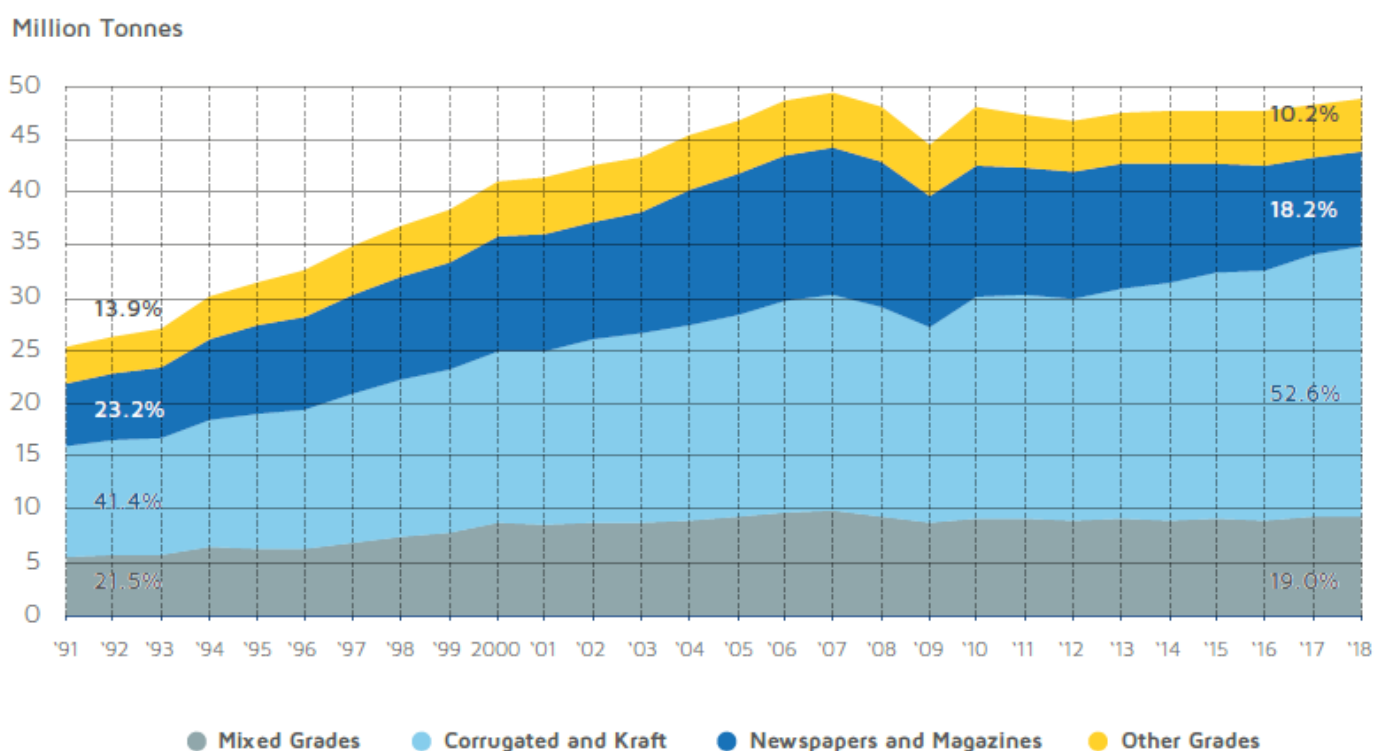
KUVIO 7. Euroopan keräysasteen kehitys 1991 – 2012 (CEPI 2013).

Vuonna 2018 CEPI – maat käyttivät kierrätyskuitua yhteensä 48,8 miljoonaa tonnia (KUVIO 8.). Näistä suurimmat käyttäjämaat olivat Saksa (17,2 miljoonaa tonnia), Ranska (5,4 miljoonaa tonnia) ja Italia (5,1 miljoonaa tonnia). Vähiten kierrätyskuitua käyttivät Rest of CEPI Countries – luokkaan kuuluvat maat eli: Belgia, Norja, Portugali, Romania, Ruotsi, Slovakia, Slovenia, Suomi, Tšekki ja Unkari. Maiden yhteenlaskettu kierrätyskuidun käyttö oli 5,5 miljoonaa tonnia. (CEPI Statistics 2019, 21.)



KUVIO 8. Euroopassa on kerätty yhteensä 48,8 miljoonaa tonnia kierrätyskuitua vuonna 2018. Kuvioista näkyy, kuinka määrä on jakautunut eri CEPI - maiden kesken. (CEPI Statistics 2019, 21).

Kierrätyskuidun käyttö on muuttunut Euroopassa myös keräyslajeittain. Keräyslajeja ja niiden jaottelua käsitellään tarkemmin luvussa 5. Kuviossa 9 on kuvattu lajien kulutusta vuosina 1991 – 2018. Sekapaperin kulutus on pysynyt melko samana koko mittaushistorian ajan; vuonna 1991 sen osuus oli 21,5 % ja vuonna 2018 19 %. Keräyskartongin ja -pahvin kulutus on kasvanut yhteensä 11,2 prosenttiyksikköä mittaushistorian aikana. Aikakausi- ja sanomalehtipaperin sekä muiden lajien kulutus on pienentynyt 4 – 5 prosenttiyksikköä vuodesta 1991 vuoteen 2018. (CEPI Statistics 2019, 22; Metsäteollisuus Ry 2019).



KUVIO 9. Kierrätyskuidun käyttö lajeittain CEPI – maissa 1991 - 2018 (CEPI Statistics 2019, 22).

5 LAJITTELU

5.1 Lajittelun hyödyt

Koska kierrätetty paperi koostuu erilaisista paperi- ja kartonkituotteista, joiden tekniset ominaisuudet eroavat toisistaan, on lajittelu hyvin tärkeää raaka-aineen kustannustehokkuuden takaamiseksi. Keräyspaperin laatu on melko suoraan verrannollinen siitä valmistettavan lopputuotteen laatuun. Keräyspaperin laatu määrittää myös sen, mitä lopputuotteita uusiomassasta valmistetaan. Laadun määräävät kuidun lisäksi keräyspaperin sisältämät vieraat aineet, kuten bitumi, vaha, erilaiset liimat ja muovit. Nämä aineet voivat olla prosessissa haitallisia, ja niiden määrää pyritään rajoittamaan keräysohjeiden ja standardien avulla. (Knowpap 2019; Puusta paperiin M-303 1982, 4-46.)

Laitevalmistajat kertovat tuovansa markkinoille anturipohjaisia lajittelulaitteita tulevaisuuden lajittelun parantamiseksi. Keräyspaperin hyödyntämistason kerrotaan kasvavan infrapunatekniikalla, joka tunnistaa ja erottaa esimerkiksi puupitoiset ja puuvapaat paperit, sekä painetut tuotteet, painamattomat tuotteet, kartongit, lehdet ja sanomalehdet toisistaan. Lajittelutekniikan kerrotaan vähentävän saastuneen jätteen määrää keräyslajeissa ja nostavan korkeampien lajien arvoa tuottamalla puhtaampaa raaka-ainetta loppukäyttäjille. (Redwave 2019)

Suomessa ja koko Euroopan alueella käytetään eurooppalaista EN 643:2013 keräyspaperistandardia, jonka mukaan keräyspaperi lajitellaan. Keräyspaperi on jaettu viiteen pääryhmään raaka-aineiden laatuluokituksen mukaan: alalajeihin (ryhmä 1), keskilajeihin (ryhmä 2), ylälajeihin (ryhmä 3), voimapaperilajeihin (ryhmä 4) sekä sekalaisiin pakkauksiin (ryhmä 5). Pääryhmät ovat jakautuneet vielä omiin jakeisiinsa, joita merkitään pisteen jälkeen tulevalle numerolle. Esimerkiksi numero 1.09 tarkoittaa ryhmää 1 (alalajit) ja jaetta 09 (kotikeräyspaperi). (EN 643:2013.)

5.2 Lajittelu Suomessa

Suomessa kerättyä paperia ja kartonkia lajitellaan pääsääntöisesti taulukon 1 mukaisesti. Siihen kuuluvat seuraavat lajit: keräyspahvi (laji 1.05), kotikeräyspaperi (laji 1.09), kevyesti painettu valkoinen leikkuutähde (laji 2.03), lajiteltu toimistopaperi (laji 3.10) sekä kotitalouden keräyskartonki (laji 5.02). (Encore ympäristöpalvelut Oy 2019.)

TAULUKKO 1. Yleisimmät keräyspaperi- ja kartonkilajit Suomessa

Nimi:	Lajinumero:	Sisältö:
Keräyspahvi	1.05	Käytetyt aaltopahvilaatikot- ja arkit
Kotikeräyspaperi	1.09	Kaikki postiluukusta tai -laatikosta kotitalouteen tullut paperi
Kevyesti painettu valkoinen leikkuutähde	2.03	Mekaanisesta massasta valmistettu paperi
Lajiteltu toimistopaperi	3.10	Kopio- ja kirjoituspaperit, tulosteet, atk-listat ja ruutulehtiöpaperi
Keräyskartonki	5.02	Kaikki kauppakassissa kohtiin tuodut paperi- ja kartonkipakkaukset

5.3 Lajittelu Euroopassa

Euroopassa keräyspaperi lajitellaan Eurooppalaisen keräyspaperistandardin EN643:2013 mukaisesti. Vaikka Suomi nojaakin tähän standardiin myös oman lajittelunsa, poikkeaa Eurooppalaisen keräyspaperin lajittelu suomalaisista lajeista. Suurin ero on keräyspaperilajien määrässä. Liitteiden 1 - 5 taulukoissa CEPI on listannut ryhmittäin voimaan astuneita muutoksia standardin EN 643:2002 tarkastamisen myötä. Taulukot ovat luettavissa englannin kielellä. Oikealta vasemmalle luettaessa taulukkoon on merkitty vanha lajinu-

mero, vanha nimitys, vanha kuvaus, uusi lajinumero, uusi nimitys sekä uusi kuvaus. Ryhmät ovat merkitty värikoodein. Punainen merkitsee ryhmää 1, oranssi ryhmää 2, sininen ryhmää 3, vihreä ryhmää 4 ja keltainen ryhmää 5. (CEPI 2013.)

Muutoksia lajeihin on tullut mm. merkitsemisen, sisällön ja jaottelun osalta. Aiemmin Euroopassa lajiteltiin keräyspaperilaji sen pääryhmän ja jakeen mukaan, nykyisin myös osa jakeista on jaettu omiin alalajeihinsa. Esimerkiksi laji 1.04 (Kaupasta kerätty aaltopahvi) koostuu nykyään kolmesta omasta lajistaan: 1.04.00, 1.04.01 ja 1.04.02. Näistä jokainen on kaupasta kerättyä aaltopahvia, mutta jaotellaan eri määritelmien mukaisesti vielä omiksi alalajeikseen. (CEPI 2013.)

Myös osa aikaisemmin voimassa olleista lajeista on poistettu, osa on sulautettu osaksi toista aiemmin voimassa olevaa lajia. Täysin uusiakin lajeja on määritelty, kuten ryhmässä 2 (keskilajit) esiintyvät lajit 2.13.00 (sekalajit), 2.14.00 (värjätty käyttämätön hygieniapaperi) ja 2.14.01 (valkaistu käyttämätön hygieniapaperi). (CEPI 2013.)

CEPIN muutokset uusimpaan standardiin johtuvat pyrkimyksestä parantaa keräyspaperin alkuperän jäljitettävyyttä ja lisätä sellaisia keräyspaperilajeja, jotka on tarkoitettu erityisesti siivoustuotteen valmistukseen. Eri paperilajien keräysmäärät ovat myös muuttuneet vuosien mittaan, joten standardiin tehdään muutoksia myös siitä syystä. (CEPI 2013.)

5.4 Lajittelu globaalisti

Maailmanlaajuisesti paperin keräyksessä ja laittelussa on huomattavaa vaihtelua eri maiden välillä, sillä eri alueilla on omanlaiset keräyspaperin lajimääritelmänsä. Myös paperin kierrätykseen liittyvien termien ja määritelmien käytössä on suuria eroja. Tällä hetkellä maailmalta löytyy satoja erilaisia keräyspaperilajeja, määritelmiä ja keräysmenetelmiä. Tästä johtuen luotettavien ja alueellisesti vertailukelpoisten indikaattorien laskeminen on haastavaa. (Ervasti 2015, 1.)

Pelkästään Euroopassa on julkaistu useita eri listoja, jotka perustuvat keräyspaperin lajitteluun sekä laatuvaatimuksiin. Listoja ovat muun muassa: B.I.R. (Bureau International de la Récupération), European Standard EN 643:1994 (European Organization for

Standardization), European Standard EN 643:2002 (List of Standard Grades of Recovered Paper and Board) ja EN 643:2013 (European List of Standard Grades of Paper and Board for Recycling). (CEPI 2019; Putz & Pakarinen 2000, 61-70.)

Vuonna 1999 CEPI- ja B.I.R – työryhmä päättivät yhdistää omat listansa. Näistä B.I.R on keräyspaperin myyjien luoma, CEPI- listaa edustaa paperiteollisuus. Yhdistämisestä syntyi *List of Standard Grades of Recovered Paper and Board* – lista, mistä edelleen seurasi European Organization for Standardization – järjestön standardin EN 643:1994 uusiminen standardiksi EN 643:2002. Standardin EN 643:2002 tavoite oli jäädä voimaan ainoana Euroopan standardina. Nykyään voimassa on standardin EN 643:2002 vuonna 2013 tarkistettu versio EN 643:2013. (CEPI 2019.)

Japani ja Pohjois-Amerikka käyttävät toisenlaista keräyspaperin luokittelua. Japanissa laatuluokkia on 25, Pohjois-Amerikassa 51. Näistä 35 on omanlaisen prosessointijärjestelmän vaativia erikoislaatuja. Venäjällä keräyspaperilajeja on 21. (Putz & Pakarinen 2000, 61 - 70.)

5.5 Eurooppalainen keräyspaperin ja -kartongin standardi

Standardin EN 643:2013 on CEN / CENELEC:in sääntöjen mukaisesti vahvistanut kansalliseksi standardikseen Euroopan maista Alankomaat, Belgia, Espanja, Irlanti, Islanti, Iso-Britannia, Italia, Itävalta, Kreikka, Luxemburg, Malta, Norja, Portugali, Ranska, Ruotsi, Suomi, Sveitsi, Tanska ja Tšekki. Standardi EN 643:2013 on korvannut aiemman standardin EN 643:2002. (Standardi EN 643:2013; EN 643:2002.)

Standardi määrittelee keräyspaperin ja -kartongin yleislajit luettelemalla niille vakiolajit sekä sen, siinä mitä ne sisältävät ja mitä ne eivät sisällä. Luettelo jakaa keräyskuidun viiteen ryhmään raaka-aineiden laatuluokituksen mukaan: alalajeihin, keskilajeihin, ylälajeihin, voimaperilajeihin sekä sekalaisiin pakkauksiin. (EN 643:2013.)

Näiden lisäksi standardi määrittelee laatuluokat erilaisiin alaluokkiin. Sen mukaan esitetään ohjeet keräyspaperilajien tunnusten muodostamiselle ja lukemiselle. Myös keräyspaperiksi ja -kartongiksi käyttökelpoton materiaali sekä tuotannolle vahingollinen paperi

ja kartonki luetellaan standardissa. Näitä ovat kaikki sellaiset materiaalit, jotka aiheuttavat vaaraa terveydelle, turvallisuudelle tai ympäristölle. Sellaisia ovat esimerkiksi lääkejäämiä sisältävät tuotteet, saastuneet tuotteet, hygieniatuotteet, vaaralliset jätteet, orgaanista jätettä sisältävät tuotteet kuten likaantuneet elintarvikepakkaukset, bitumia, myrkyllisiä jauheita tai sen kaltaisia kemikaaleja sisältävät tuotteet.

Myös alumiinipaperit, tapettipaperit, lahjapaperit sekä erilaiset itsejäljentävät lomakkeet ja kuitit eivät kuulu standardin mukaiseen paperinkeräykseen. (EN 643:2013; Encore ympäristöpalvelut Oy 2019.)

Standardia käyttävät teollisuuden ammattilaiset ja organisaatiot, tulli- ja valmisteveroviranomaiset sekä kierrätyskuidun kaupan ammattilaiset. Se auttaa erottamaan käyvän kierrätyskuidun jätteestä, jätteensiirron valvonnasta säädetyn ylikansallisen lainsäädännön nojalla. Standardin avulla määritellään yleisimmät Euroopassa myytävät keräyspaperi ja -kartonkilajit. (EN 643:2013.)

6 PAPERITEKNISET OMINAISUUDET

6.1 Kierrätyksen vaikutus laatuun

Keräyskuitu ei ole useimmilta paperiteknisiltä ominaisuuksiltaan yhtä hyvää kuin neitseellinen kuitu. Se on raaka-aineena kuitenkin huomattavasti edullisempaa, ja soveltuu moniin lopputuotteisiin. Keräyskuitulajien sisällä esiintyy vaihtelua niin ominaisuuksissa kuin laadussakin ja eri lajit sisältävät erilaisen määrän päällystys- ja täyteaineita sekä mustetta. Pääsääntönä voidaan pitää, että mitä puhtaampaa ja paremmin lajiteltua keräyskuitu on, sitä kalliimpaa se on. Valkaistu keräyspaperi on kalliimpaa kuin esimerkiksi sanomalehtipaperi. (Ervasti 2015, 1-3; Knowpap 2019.)

Koska uusiomassan sisältämät puukuidut ovat jo vähintään kerran käyneet paperinvalmistusprosessin läpi, käyttäytyvät ne eri tavoin kuin neitseelliset puukuidut. Erityisesti kuivatus muuttaa kuidun rakennetta pysyvästi: seinämät kovettuvat ja luhistuvat, mistä johtuen kuitu ei turpoa halutulla tavalla uusiokäytössä. Mitä rajumpaa kuivatus on ollut, sitä enemmän kuitujen rakenne on vaurioitunut. Sellukuidut ovat herkempiä kuivatuksen aiheuttamille sarveistumiselle kuin mekaanisen massan kuidut. (Seppälä ym. 2002, 71.)

Seinämien vauriot sekä kuitujen turpoamattomuus näkyy niiden katkeilemisena massan jauhatuksessa. Sarveistunut kuitu ei pysty muodostamaan enää vahvoja kemiallisia sidoksia. Tämä lisää lyhytkuitujakeen syntymistä, joten jauhatus tulee pitää kevyenä. Turpoamista edesauttaa kemiallinen käsittely, mikä lisää myös kuidun sitomiskykyä, absorptiokykyä sekä vaaleutta (Seppälä ym. 2002, 71.)

Mekaanisella massalla kuitujen luhistumisasteen kasvu vaikuttaa niiden optisiin ominaisuuksiin heikentävällä tavalla. Toisaalta luhistuminen edesauttaa kuitujen mukautumiskykyä sekä sitoutumista, mikä vaikuttaa lujuusominaisuuksiin positiivisella tavalla. (Knowpap 2019.)

Uusiomassan laatuun vaikuttaa sarveistumisen ja kuitujen seinämien luhistumisen lisäksi muutkin seikat. Kalanterointi vaikuttaa joissakin tapauksissa kuitupituutta alenta-

vana tekijänä, ja hienoaineen määrä saattaa tällöin lisääntyä. Sellupohjaisella uusiomasalla on kuivatuksen havaittu vaikuttavan hienoaineisiin samalla tavalla kuin kuituihinkin: vedenpidätyskyky sekä sitoutumiskyky heikkenevät. Tällä ei ole kuitenkaan kovin suurta merkitystä, sillä suurin osa hienoaineesta poistuu siistauksen yhteydessä. Toisaalta hienoaineen syntyminen lisää aina kuituhäviötä raaka-aineesta. (Knowpap 2019.)

Taulukossa 2 on listattu joitakin sanomalehtipaperin uusimassan ja mekaanisen massan ominaisuuksien eroja. Siitä voidaan havaita, että merkittävimmät erot uusimassan ja mekaanisen massan välillä ovat tuhkapitoisuuksissa ja valonsirontakertoimessa. Repäisy-lujuusindeksi oli uusiomassalla korkeampaa kuin mekaanisella massalla. Vaaleus oli hieman alhaisempaa uusiomassalla kuin mekaanisella massalla. Toisaalta taulukkoa tulkittaessa on huomioitava, että uusiomassoissa voi olla suurtakin laadullista hajontaa raaka-aineen heterogeenisuudesta johtuen. (Knowpap 2019.)

TAULUKKO 2. Mekaanisen massan vertailu siistattuun ja kuivattuun uusiomassaan (Knowpap 2019).

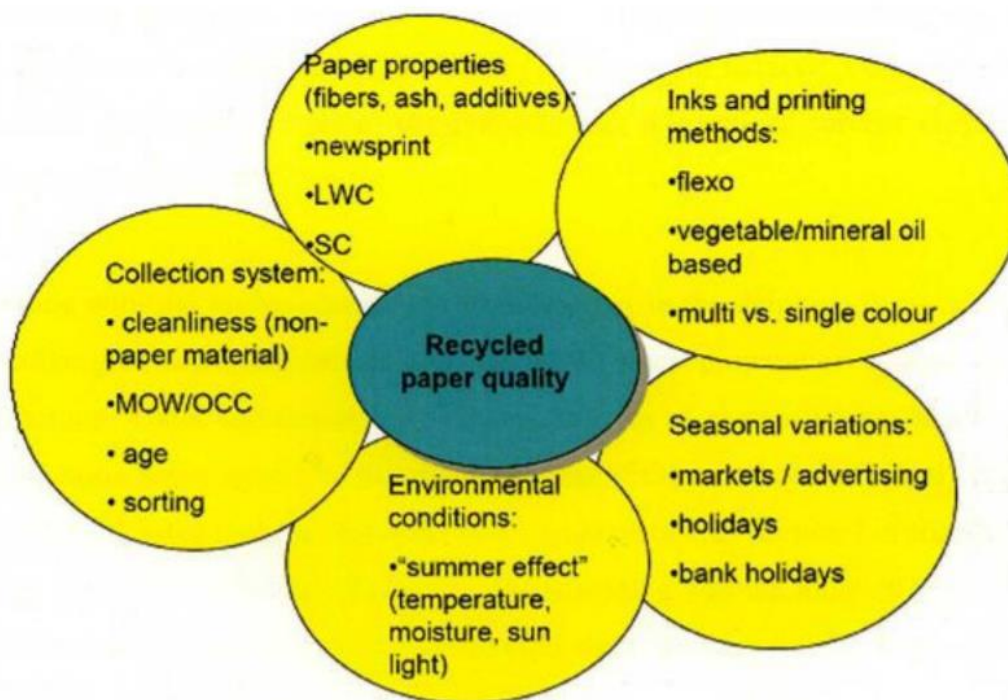
	Vaaleus, %	Tuhkapit., %	Sellu- pitoisuus, %	Veto- indeksi, Nm/g	Repäisy- indeksi, mNm ² /g	Valon- sironta- kerroin, m ² /kg
UUSIOMASSA						
keskiarvo	58,8	8,1	32	31,9	6,34	56
vaihteluväli	54-63	6-11	27-44	26-36	5,7-7,0	52-60
hajonta	2,3	11,9	11,2	5,3	3,6	2,8
MEKAANINEN MASSA						
vaihteluväli	60-64	0,3-1,5	-	24-32	2,6-4,5	68-79

*sanomalehtipaperin massa

On arvioitu, että kierrätyskuitujen kierrätysmäärää ei rajoitakaan kuitujen lujuusominaisuuksien heikkeneminen tai edes suotautumista heikentävän hienoaineen akkumuloituminen prosessiin, vaan kierrätyskuiduista prosessin kiertovesiin päätyvät epäpuhtaudet ja kemikaalijäänteet. Kaikkia jäämiä ei saada poistettua siistauksessa, ja ne vaikuttavat paperikoneen kiertoveteen sekä häiritsevät sulpun vedenpoistoa sekä retentiota. Myös

koneen viirat, huovat ja puristintelat likaantuvat ja ne vaativat puhdistamista useammin. Uusiomassan kemikaalijäänteistä syntyviä epäpuhtauksia kutsutaan tahmoiksi. (Seppälä ym. 2002, 71; Knowpap 2019.)

Kierrätyskuidun laatuun ja ominaisuuksiin vaikuttavia tekijöitä on useita. Kuviossa 10 tekijät on jaettu viiteen eri kategoriaan joita ovat: paperin ominaisuudet, musteet ja painatusmenetelmät, kausivaihtelut, ympäristön vaikutukset ja keräystavat. Paperin ominaisuuksina on mainittu kuidut, tuhkapitoisuus ja lisäaineet. Näitä on eri määrä eri paperilajeissa. Keräystavoissa vaikuttaa kerätyn kuidun ikä, puhtaus ja lajittelu, ympäristön vaikutuksissa puolestaan lämpötila, auringon vaikutus, kosteus ja valoisuus. Viimeksi mainitut näkyvät erityisesti varastoinnin vaikutuksissa. (Laukala 2011, 4.)



KUVIO 10. Kierrätyskuidun laatuun vaikuttavia tekijöitä ryhmittäin (Laukala 2011, 4).

6.2 Keräyspaperin varastointi

Keräyspaperin laatuun vaikuttaa sen varastointi. Siinä missä paperia ja kartokia varastoidaan rullina katetuissa halleissa, suurin osa keräyspaperista varastoidaan 250 – 1000

kilogramman paaleina ulkotiloissa. Tällöin sääolosuhteet, kuten kosteus ja auringonpaiste pääsevät vaikuttamaan siihen. Mitä pidempään keräyspaperia varastoidaan, sitä heikommaksi raaka-aineen laatu muuttuu. Varastointi vaikuttaa eniten mm. vaaleuteen ja lujuuksiin. Vaaleuden lasku johtuu pitkälti siitä, että offset - painoväri irtoaa heikommien varastointiajan pidentyessä. Pitkään kosteassa varastoitu paali voi alkaa myös mädäntyä, jolloin se usein aiheuttaa ongelmia paperin valmistusprosessissa. Varastointi ei kuitenkaan vaikuta laatuun dramaattisesti. (Göttsching & Pakarinen 2000, 57 – 58.)

6.3 Lopputuotteita

Keräyspaperilajit lajitellaan standardien ohjaamana jo ennen jatkokäyttöä kuitujen ominaisuuksien mukaisiin lajeihin. Kuviossa 11 on kuvattu lajeja, joista tyypillisesti valmistetaan joko siistausmassaa tai OCC – massaa. Valmistusprosesseja käsitellään tarkemmin luvussa 7 (käsittelyprosessit). Yleensä samasta keräyspaperilajista pyritään valmistamaan samaa tuotetta, esimerkiksi keräyskartongista kartonkia ja keräyspaperista paperia. Sellupohjaista keräyskuitua käytetään yleensä sellaisten lopputuotteiden valmistukseen, joita varten mahdollista painoväriä ei tarvitse poistaa. Mekaaninen uusiomassa sisältää usein täyteaineita, ja soveltuu sellaisiin lopputuotteisiin, joilta ei vaadita korkeita lujuuksia tai vaaleutta. Eri jaokkeita myös käsitellään eri tavoin (Encore Ympäristöpalvelut Oy 2019; Knowpap 2019).



KUVIOSSA 11. Tärkeimmät keräyspaperilajit Suomessa sekä niiden lopputuotteita (Encore ympäristöpalvelut Oy 2019).

Kotikeräyspaperista (laji 1.09) valmistetaan yleensä sanomalehtipaperia.

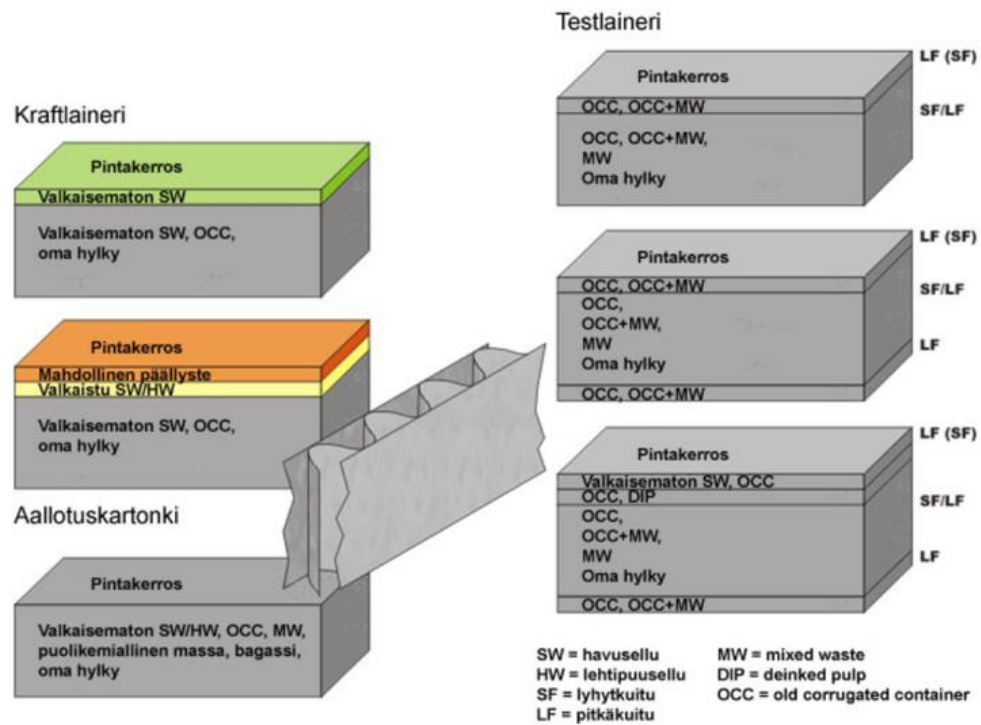
Pehmopapereiden valmistukseen soveltuu parhaiten kotikeräyspaperi (laji 1.09) sekä vaalea lajiteltu toimistopaperi (laji 3.10). Mikäli pehmopaperi on valmistettu pelkästään lajitellusta toimistopaperista, on sen laatu usein hyvää ja vaaleus on korkea. Toisaalta absorptio-ominaisuudet heikkenevät. Keräyspahvista (laji 1.05) ja -kartongista (laji 5.02) valmistetaan hylsykartonkeja, laminaattipapereita ja muita kartonkilajeja. (Knowpap 2019.)

Erityisesti toimistopaperin saatavuus on heikentynyt 2010 – luvulla. Toimistopaperin soveltuessa erityisesti pehmopaperin valmistukseen, tehtaot vastaavat toimistopaperin saatavuuden vähenemiseen lisäämällä neitseellisen kuidun määrää pehmopapereissa. Kierrätyskuidun määrä näkyy kuitenkin suoraan lopputuotteen hinnassa; mitä suurempi osa raaka-aineesta on kierrätyskuitua, sitä halvempi pehmopaperituote on. Osa pehmopapereista valmistetaan täysin neitseellisestä kuidusta. (Knowpap 2019.)

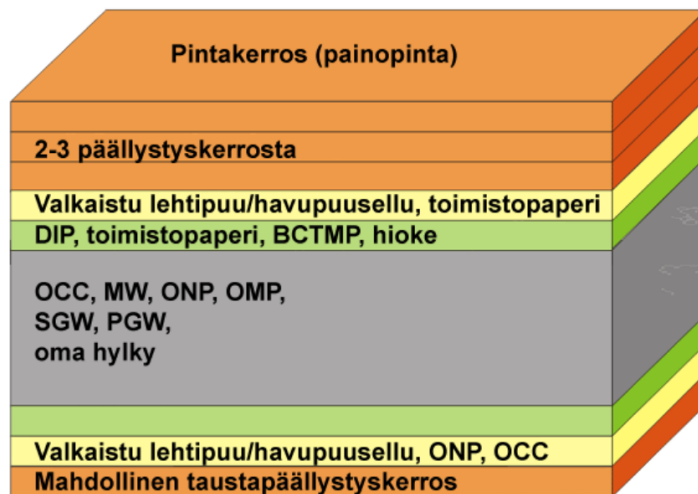
Hygieniapapereiden valmistuksessa käytettävien keräyspaperilajien ollessa vähenevien lajien joukossa, on Metsäteollisuusyritys Essity AB on ryhtynyt keräämään käytettyjä paperisia käsipyyhkeitään esimerkiksi kauppakesuksista ja lentokentiltä ja valmistamaan niistä uutta pehmopaperia. (Essity 2019.)

Keräyspahvista (laji 1.05) ja keräyskartongista (5.02) valmistetaan OCC- massaa ja siistausmassaa. Siistausmassaa kutsutaan myös DIP - massaksi. DIP on lyhenne sanoista Deinked Pulp.

Keräyspahvista valmistetaan Euroopassa flutingia ja lainereita, aallotuskartongin pohja-keski- ja pintaosia (KUVIO 12). Keräyskartonkia hyödynnetään pääsääntöisesti uusikartongin (White lined chipboard) keskiosassa (KUVIO 13). Uusiokartonkia käytetään mm. elintarvikepakkausten, kenkien, hygieniatuotteiden, lelujen ym. pakkaamiseen. Aallotuskartonkia ja nestepakkauskartonkia käytetään erityisesti hylsyjen raaka-aineena kartonkiteollisuudessa. (Encore Ympäristöpalvelut 2019; Knowpap 2019.)



KUVIO 12. Keräyspahvin (1.05) hyödyntäminen eri tuotteissa (Knowpap 2019).



KUVIO 13. Uusiokartongissa käytettävät raaka-aineet (Knowpap 2019).

Pieniä määriä keräyspahvia ja -kartonkia käytetään mm. munakennojen, ekovillan ja kirjekuoripaperin valmistukseen. Lopputuotteen käyttökohde määrittää sen, voidaanko kierrätyskuitua käyttää laisinkaan sen raaka-aineena. Esimerkiksi eräät maat ovat kieltäneet kierrätyskuidun käytön elintarvikepakkauksissa, sillä se sisältää liian suuria määriä epäpuhtauksia. (Knowpap 2019.)

Cepi maissa hyödynnettiin vuonna 2018 keräyspaperilajeja taulukon 3 mukaisesti. Eniten hyödynnettiin keräyspahvia ja voimapapereita, joiden osuus kaikista keräyskuidusta oli 52,2 %. Sanoma- ja aikakausilehtiä hyödynnettiin 18,1 % ja sekalaisia lajeja 19 %. Muiden lajien osuudeksi jäi 10,2 %. (CEPI Statistics 2019.)

TAULUKKO 3. Keräyskuidun keräysmäärät ja niiden hyödyntämisen jakautuminen lajeittain CEPI – maissa 2018.

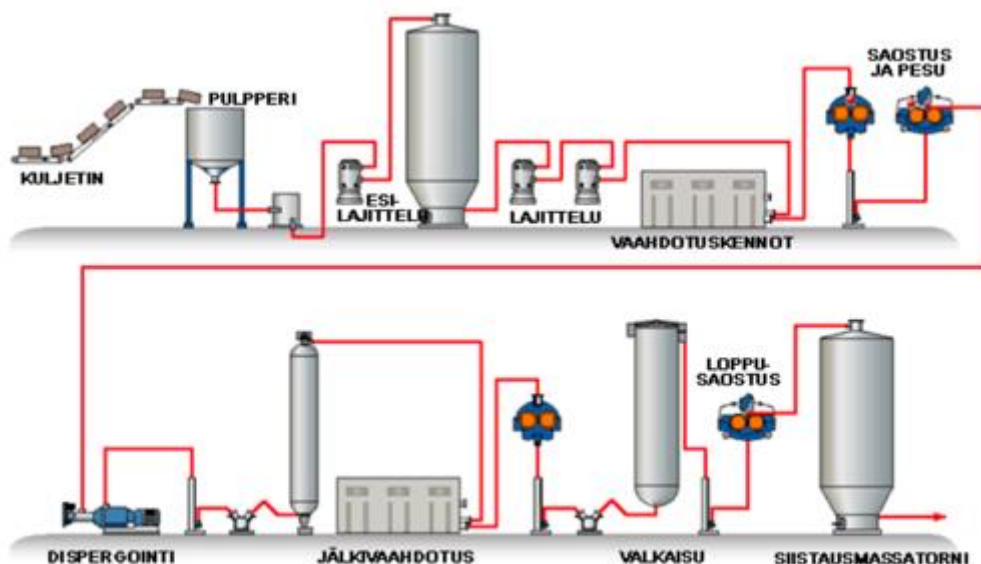
Laji	Sekalaiset lajit	Keräyspahvi ja voimapaperi	Sanoma- ja aikakausilehdet	Muut lajit	Yhteensä
Käyttöaste (%)	19	52,6	18,1	10,2	100,0
Keräysmäärä ('000 tonnia)	9 266	25 663	8 846	4 984	48 759

7 KÄSITTELYPROSESSIT

7.1 Siistausmassan valmistus

Jotta kierrätyskuidusta saadaan tuotettua valmiita uusiotuotteita, tulee ne käsitellä. Eri uusiomassat prosessoidaan hieman eri tavoin, mutta ne on jaoteltu karkeasti siistausmassaksi ja OCC – massaksi. Prosessit eivät ole aina yhteneväisiä, ja eri tehtaissa saman tuotteen valmistusprosessi voi erota paljonkin toisistaan. (Knowpap 2019.)

Siistausmassa käsitellään nimensä mukaisesti siistausprosessissa (KUVIO 14). Siihen kuuluu keräyspaperin painomusteen poisto sekä epätoivottujen epäpuhtauksien lajittelu ja erotus pois massasta. Prosessin tavoitteena on tuottaa mahdollisimman vaaleaa ja puhdasta uusiomassaa. Haluttu lopputulos vaatii sekä kemiallisten että mekaanisten menetelmien käyttöä. Siistausprosessilla valmistettua uusiomassaa valmistetaan pääsääntöisesti puupitoisia painopapereita sisältävistä keräyspaperilajeista. Onnistuneesti siistattu uusiomassa kilpailee tuoreiden mekaanisten massojen kanssa. (Knowpap 2019.)



KUVIO 14. Siistausprosessi (Knowpap 2019).

Uusiomassan valmistus alkaa pulperoimalla keräyskuitupaalit pulpperissa. Pulpereri on vedellä täytetty suuri säilö tai rumpu, jossa paperi hajotetaan mekaanisten terien ja kemikaalien avulla. Pulpererin kokoonpanoon kuuluu sidelankojen poisto, lastauskuljetin sekä

paalien hajotus. Pulpperoinnin tärkein tehtävä on erotella painoväri ja karkea rejekti pois massasta sekä muokata se helposti pumpattavaan muotoon. Tässä vaiheessa massaan lisätään tarvittavat kemikaalit. Pulpperilta massa etenee esilajitteluun. (Knowpap 2019; Göttching & Pakarinen, 2000, 57-58.)

Esilajittelu tai karkealajittelu on tavallisesti 2 - 3 portainen prosessivaihe joka voidaan suorittaa esimerkiksi HC – puhdistimella (korkeasakeuspuhdistimella). Kolmiportaisessa esilajittelussa pulpperin säiliöstä pumpattu massa kulkeutuu erilaisten sihtien läpi puhdistimelle. Sihtien ja puhdistimen akseptit syötetään akseptisäiliöön. Tärkeimmät tehtävät on jaotella epäpuhtauksia (esim. niitit ja hiekka) massasta ja siten suojata siten seuraavia prosessilaitteita epäpuhtauksien aiheuttamilta laiterikoilta ja kulumiselta. (Knowpap 2019.)

Esilajittelusta massa kulkeutuu pyörrepuhdistukseen. Pyörrepuhdistus on epäpuhtauksien poistamisen kannalta merkittävin prosessivaihe. Massa syötetään puhdistimeen tangentiaalisesti, ja keskipakovoiman avulla puhdas massa konsentroituu pyörrepuhdistimen keskiosaan ja siitä akseptiaukkoon. Rejekti kulkeutuu puhdistimen ulkosyrjiä pitkin rejektiaukkoon. (Knowpap 2019.)

Lajittelusta massa etenee vaahdotuskennoille flotaatiota varten. Flotaatiossa uusiomassasta poistetaan mustetta, hienoainetta ja tuhkaa ilmakuplien avulla. Vaahdotuskennoon syötetään ilmakuplia, joihin muste- ja muut partikkelit tarttuvat. Ilmakuplat nousevat kennon pintaan ja näin muste rikastuu vaahdoksi. Vaahto poistetaan ylijooksuna rejektiksi. Flotaatiosta massa etenee saostus- ja pesuvaiheeseen. (Knowpap 2019.)

Saostus- ja pesuvaiheessa massa kulkee kiekkosuotimen läpi, jossa se saostuu 10 % sakeuteen. Kiekkosuodin on rumpu, jonka sisällä on suodatuspaneeleista muodostuvia kiekkoja. Korkeuseron ja imun avulla kiekkosuotimeen muodostuu korkeampi sakeuksinen kuitumatto. Kiekkosuotimelta tuleva sakeampi suodos on puhtaampaa, ja se voidaan vielä erikseen pestä. (Lönnberg 2009, 401.)

Saostus- ja pesuvaiheen jälkeen massa dispergoidaan. Dispergoinnin tarkoitus on pilkkoa massassa olevat epäpuhtaudet silmällä havaitsemattomaan muotoon, sekä vähentää

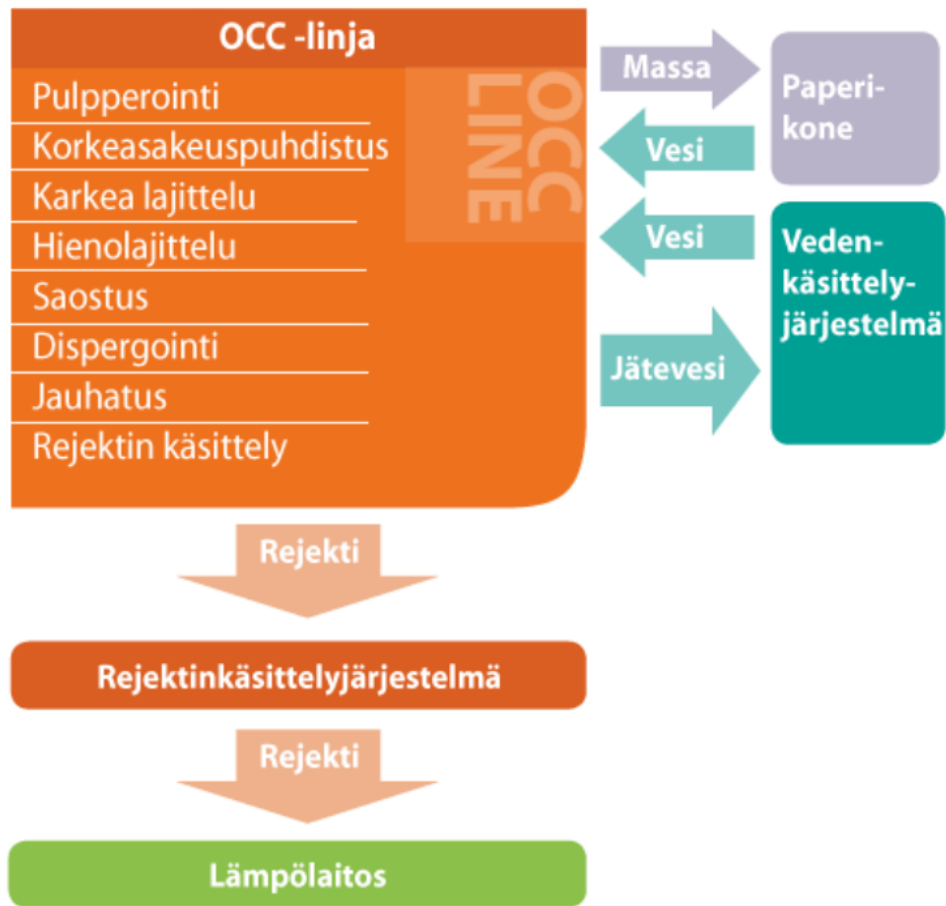
tahmoja. Sopivaan lämpötilaan esilämmitetty massa syötetään ruuvisyöttimellä dispergaattoriin, jonka kartionmuotoisten terien avulla kuitujen epäpuhtaudet joko irtoavat tai pilkkoutuvat. Dispergoinnin intensiteettiä voidaan muokata säätämällä teräväliä. Sen vaikutus lopputuotteen laatuun on suuri. Dispergoinnin päätarkoitus on pilkkoa massan epäpuhtauksia, parantaa kuitujen lujuuksia ja massan tasalaatuisuutta sekä estää tahmojen päätymistä paperi- tai kartonkikoneelle. (Knowpap 2019.)

Dispergoinnin jälkeen usein suoritetaan jälkivaahdotus eli jälkiflotaatio. Sen tarkoituksena on erotella dispergoinnissa irronneet pienet muste- ja epäpuhtauspartikkelit pois massasta. Jälkiflotaation jälkeen massa etenee valkaisu torniin valkaisua varten, jonka tehtävänä on nimensä mukaisesti valkaista massaa. Suomessa yleisimmin käytettävät valkaisu kemikaalit ovat vetyperoksidi (H_2O_2) tai ditioniitti, joita voidaan käyttää sekä kemiallisten että mekaanisten massojen valkaisuun. (Knowpap 2019.)

Valkaisun jälkeen haluttuun sakeuteen säädetty uusimassa pumpataan MC - pumpulla varastotorniin. Ennen varastointia massan vaaleutta mitataan vaaleusmittarilla. (Knowpap 2019.)

7.2 OCC – massan valmistus

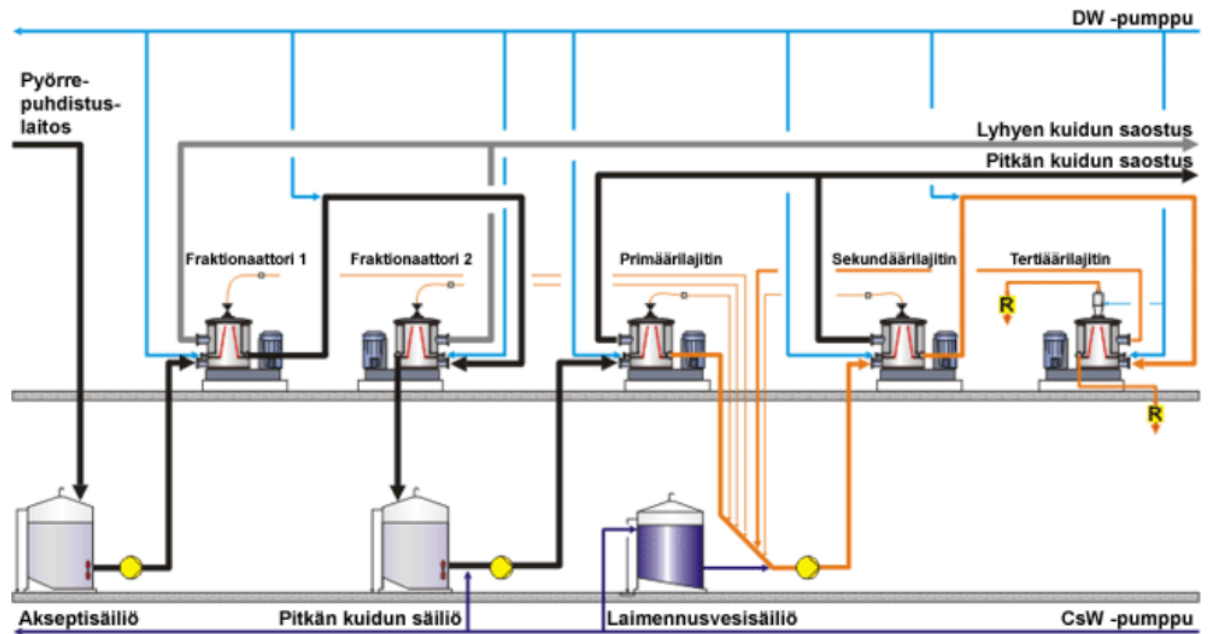
OCC – massan valmistusprosessi on pääpiirteissään samankaltainen kuin siistausprosessi, minkä vuoksi tässä luvussa käsitellään OCC- prosessia vain sen siistausprosessista eroavilta osin. Merkitsevin ero prosessien välillä johtuu raaka-aineiden kuitupituuksista ja niiden erilaisista käsittelytavoista. OCC- massa on valmistettu pääosin kierrätetystä aaltopahvista, joka sisältää lujia kuituja. Prosessi on kuvattu lohkokaaaviona kuviossa 15. (Sepälä & ym. 2002, 69; Knowpap 2019.)



KUVIO 15. OCC – massan valmistus (Knowpap 2019).

OCC – massan valmistusprosessi etenee alusta loppuun seuraavasti: pulpperointi, korkeasakeuspuhdistus, karkea lajittelu, hienolajittelu, saostus, dispergointi, jauhatus, rejektin käsittely ja valmiin massan varastointi. (Knowpap 2019.)

Toisin kuin siistausprosessissa, OCC – prosessissa lajitteluun kuuluu fraktiointi ja pitkän kuidun hienolajittelu (KUVIO 16). Fraktioinnissa pulperoitu ja korkeasakeuspuhdistuksen läpi käynyt massa kulkee kaksivaiheiseen fraktiointiin. Fraktiointi jakaa keräyspahvin sisältämän pitkän ja lyhyen kuituaineksen omiksi jakeikseen painelajittimien eli rumpusihtien avulla. Fraktionaattoreilla eroteltu lyhyt kuituaines etenee akseptina lyhyen kuidun saostukseen, kun taas rejektinä kerätty pitkä kuituaines jatkaa kolmivaiheiseen pitkän kuidun lajitteluun. Primääri- sekundääri- ja tertiäärilajittimilta pitkä kuituaines etenee pitkän kuidun saostukseen. Pitkän kuidun lajittelun tärkein tehtävä on erotella epäpuhtaudet pitkästä kuituaineksesta ja minimoida kuituhäviöt. (Göttching & Pakarinen 2000, 124; Knowpap 2019.)



KUVIO 16. Fraktiointi ja pitkän kuidun hienolajittelu (Knowpap 2019).

Siistausprosessista eroten OCC – prosessissa massa yleensä jauhetaan dispergoinnin jälkeen. Jauhatuus on erityisesti ruskeilla OCC – massoilla välttämätöntä, mikäli halutaan saavuttaa kuitujen parhaat lujuusominaisuudet. Siinä missä jauhaminen parantaa lujuuksia, se toisaalta heikentää bulkkisuutta ja suotautuvuutta, joten lopputuotteen ominaisuudet määräävät jauhatuksen intensiteetin ja keston. Uusiomassoilla yleisin jauhintyyppi on matalasakeusjauhin. (Göttsching & Pakarinen 2000, 193 – 198.)

8 KIERRÄTYSKUIDUN TULEVAISUUS

8.1 Keräyskuidun saatavuus tulevaisuudessa

Euroopan kierrätyskuidun tulevaisuuteen vaikuttaa kierrätyskuidun globaalit markkinat. Tulevaisuudessa merkittävä kysymys on kierrätyskuidun saatavuus, mikä ei yksin riipu Euroopan keräysasteesta, kierrätysasteesta tai markkinoista vaan myös Euroopan ulkopuolen toimista. (CEPI Statistics 2019.)

Vientimarkkinoiden perusteella voidaan arvioida pitkälti sekä Suomen paperi- ja kartonkiteollisuuden kysyntää että yleisiä paperi-, kartonki ja sellumarkkinoita. Keräyspaperin keräysmäärät riippuvat puolestaan paljon tuotantomääristä. Pellervon taloustutkimuksessa on ennustettu loppuvuoden 2019 sekä vuoden 2020 vientimarkkinoiden hinta- ja määräärvioita metsäteollisuuden tuotteiden osalta. Taulukkoon 4 on kerätty ennusteet paperin, kartongin ja massan vientimarkkinoiden osalta. Taulukkoon on otettu mukaan massa, sillä Suomen vientimassa edustaa pelkästään neitseellisen massan tuotantoa, mikä on kilpaileva raaka-aine uusiomassan kanssa. (Haltia, Horne, Maidell, Sajeve & Valonen 2019.)

TAULUKKO 4. Metsäteollisuuden Suomen vientimarkkinoiden ennuste 2019 – 2020. (Haltia ym. 2019.)

Vientimarkkinat		2019 ennuste (%)	2020 ennuste (%)
Paperi	määrä	-5	-10
	hinta	3	-1
Kartonki	määrä	-2	2
	hinta	-2	-4
Massa*	määrä	5	2
	hinta	-12	6

* = pääosin sellua

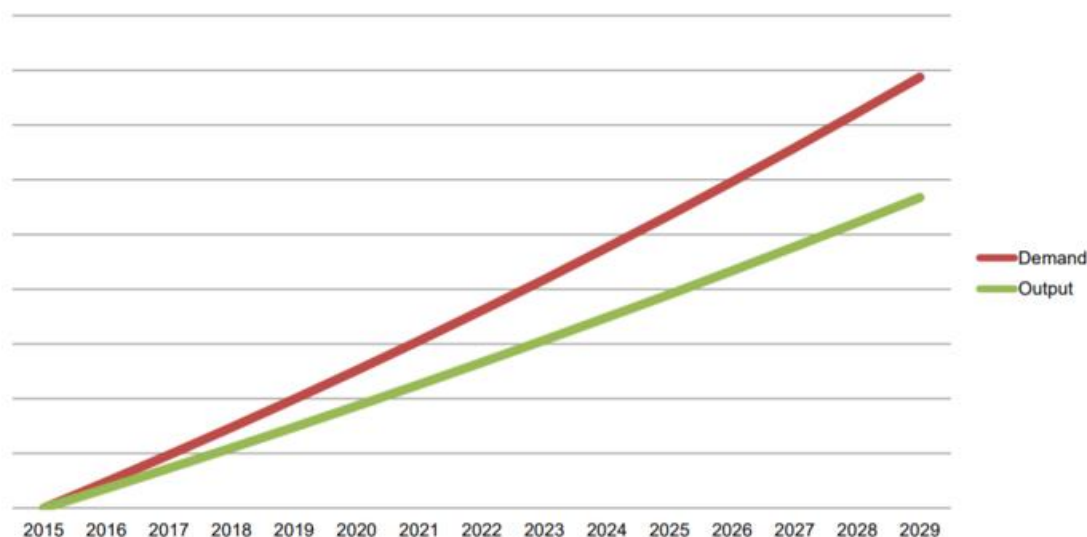
Pellervon taloustutkimuksen ennusteen mukaan lähitulevaisuudessa paperin kysyntä laskee huomattavasti ja paperikoneita ja -tehtaita suljetaan Suomessa ja Euroopassa. Esimerkiksi Suomessa Stora Enso sulkee Oulun kaksi päällystettyä hienopaperia tuottavaa konetta syyskuussa 2020 mennessä ja UPM sulkee Raumalla sijaitsevan päällystämätöntä

aikakausipaperia tuottavan koneensa vuoden 2019 loppuun mennessä. Oulun koneet ovat tuottaneet 1080 000 tonnia vuodessa, Rauman kone 265 000 tonnia vuodessa. Tämä laskee Suomen paperin vientiä noin kymmenellä prosentilla. Trendi ei ole uusi, sillä tällä vuosituhanella tuotannosta poistuneita paperikoneita on yli 33. (Haltia ym. 2019; Suomen Kuvalehti 2015.)

Kartongin kysynnän ennustetaan hiljenevän vuosina 2019 – 2020 maailmantalouden epävakaa tilanteen vuoksi. Kysynnässä näkyy erityisesti Iso-Britannian ero EU:sta, Yhdysvaltojen ja Kiinan välinen kauppasota, Kiinan velkaantumisen hillintä sekä kotitalouden kulutuksen väheneminen. Maailmantalouden tilanne näkyy myös paperin kysyntää laskevana tekijänä. Pidemmällä aikavälillä kartongin kysynnän arvioidaan kasvavan. Sitä tukee verkkokaupan kasvu erityisesti Aasiassa sekä kuluttajien kasvava kiinnostus ympäristöystävällisiä tuotteita kohtaan. Kierrätettävä ja uusiutuvista luonnonvaroista valmistettu kartonkipakkaus on tulevaisuudessa yhä vahvempi kilpailija esimerkiksi muovipakkauksille. Tämä nostaisi edelleen keräyskartongin ja -pahvin määrää myös tulevaisuudessa. (Haltia ym. 2019.)

Vaikka Pellervon taloustutkimus ei esitä perusteluita paperin kysynnän laskemiseen, voidaan sen arvella johtuvan niistä samoista syistä, jotka ovat jo 2000-luvulla laskeneet paperin kysyntää. Näitä ovat esimerkiksi digitalisoituminen mediassa, toimistoissa ja yleisissä palveluissa. Kirjepostin määrä on romahtanut ja yhä harvempi kuluttaja ostaa printtilehtiä. On todennäköistä, että jatkossa myös kehitysmaat digitalisoituvat merkittävästi ja paperin kysyntä laskee edelleen. (Haltia ym. 2019.)

Voidaan päätellä, että mikäli paperin kysyntä laskee ennustetun tavoin, pienenee myös sen tuotantomäärät. Tämä tarkoittaisi myös keräyspaperin keräysmäärien laskua tiettyjen keräyslajien osalta (esimerkiksi 2.05.00 lajiteltu toimistopaperi). Samaan aikaan esimerkiksi pehmopaperin kysynnän arvioidaan nousevan kahden prosentin vuositahtia vuoteen 2030 asti. Tämä aiheuttaisi suuria haasteita uusiomassasta valmistetun pehmopaperin raaka-aineen saatavuudessa. Sama ilmiö on ennustettavissa muidenkin keräyspaperista valmistetun tuotteen kohdalla. American Forest & Paper Association on kuvannut kuviossa 17 tulevaisuuden keräyskuidun tarvetta globaalisti suhteessa sen saatavuuteen. Punainen jana kuvaa tarvetta, vihreä jana saatavuutta. (Metsäteollisuus Ry 2019.)



KUVIO 17. Arvio kierrätyskuidun tarpeesta ja saatavuudesta maailmanlaajuisesti 2015 – 2029 (American Forest & Paper Association 2015).

8.2 Keräysaste kehittyvissä maissa – haasteet ja mahdollisuudet

Kierrätyskuidun muuttuessa tulevaisuudessa entistä halutummaksi raaka-aineeksi, on sen keräysastetta on pyritty nostamaan jatkuvasti erilaisin projektein ja hankkein. Viimeisimpiä ovat esimerkiksi vuodelta 2016 oleva Euroopan keräyspaperineuvoston (ERPC) hanke, jonka tavoite on nostaa Euroopan keräysaste 74 prosenttiin vuoteen 2020 mennessä. Yleisesti ottaen teollisuusmaissa keräysasteet ovatkin korkealla tasolla, ja globaaleita keräyspaperin talteenottomääriä tarkasteltaessa huomio kiinnittyy kehittyvien maiden huomattavasti alhaisempiin keräysmääriin. Alhaisissa keräysmäärissä nähdään käyttämättömiä resursseja, joiden valjastamista vaikeuttavat tietyt haasteet. Kehittyvillä mailla tarkoitetaan maita, joilla on mm. alhainen bruttokansantuote, laaja-alaista köyhyyttä ja koulutuksen sekä yleisen lukutaidon puutetta. Kehittyväksi maaksi määritellään myös esimerkiksi Kiina, vaikka sillä on jo runsaasti teollisuutta ja suhteellisen korkea bruttokansantuote. (Engel & Moore 2013; The European Paper Recycling Council 2019; Peda.)

Artikkelissa *The Challenges, Opportunities and Solutions to Increasing Paper Recovery in Developing Countries: The New Paper Chase* (suom. *Haasteet, mahdollisuudet ja ratkaisut paperin keräysasteen nostamiseen kehittyvissä maissa: Uusi paperinkierrätys*) on

kuvattu kehittyvissä maissa olevan joitakin sellaisia yhteisiä haasteita, josta johtuen keräyspaperin talteenotto on niin matalaa. Vaikka artikkeli on julkaistu jo vuonna 2013, ovat siinä kuvatut haasteet, mahdollisuudet ja ratkaisut ajankohtaisia vielä nykyäänkin.

8.2.1 Haasteet

Kehittyvien maiden keräyskuidun talteenotossa suuri haaste on keräysjärjestelmien puutteellisuus. Keräyspaperia keräävät yksittäiset ihmiset suhteellisen pieniltä alueilta eikä kerääminen ole välttämättä säännöllistä. Keräilijät kiertävät ovelta ovelle ostamassa kotitalouksilta paperia vaihtelevilla hinnoilla, ja paperin senhetkinen arvo määrittää sen, onko paperia järkevää kerätä. Mikäli sillä hetkellä jostakin tietystä paperilajista tai muusta jätteestä maksetaan enemmän, käyttävät keräilijät mieluummin resurssinsa siihen. Epävirallinen keräilijöiden verkosto myy keräämänsä kuidun viralliselle taholle, joka myy sen eteenpäin tehtaille. Tämä vääristää keräyspaperin arvoa ja heikentää lajittelua erityisesti toimitusketjun alkupäässä. Paperinkeräystä ei säädellä laissa. (Engel & Moore 2013.)

Keräyspaperia on vaikeaa lajitella yhdyskuntajätteestä: märkä ja kuiva jäte ovat sekaisin jo kotitalouksista kerättäessä ja paperi vettynyt usein käyttökelvottomaksi. Erityisesti hygieniapapereissa käytettävää valkaistua toimistopaperia menee hukkaan. Tehtaiden laatuvaatimukset täyttävää keräyskuitua saadaan suhteellisen vähän. (Engel & Moore 2013.)

Suurimmissa kaupungeissa haasteina ovat nopea kasvu, kaupungistuminen, rajalliset hallituksen kapasiteetit, rajallinen rahoitus, riittämättömät ympäristömääräykset sekä niiden täytäntöönpano, korruptio ja liiketoimintojen avoimuuden puute. (Engel & Moore 2013.)

Kehittyvien maiden keräyskuidun markkinarakenteet ovat usein monimutkaiset. Toimitusketjua ohjaavat yleensä pienikapasiteettiset tehtaat, jotka ostavat kierrätyskuitua omalta metropolialueeltaan. Toimitusketjuun ei ole yleensä sijoitettu paljoa rahaa ja työvoima on halpaa, joten lajittelu suoritetaan käsin pienissä pajoissa. Kuljetukset on järjestetty usein pienen kapasiteetin rekoilla ja tieverkosto on puutteellinen. (Engel & Moore 2013.)

Viimeisimmäksi haasteeksi on lueteltu markkinoiden koordinoinnin puutteellisuus: paikalliset ja monimutkaiset markkinarakenteet perustuvat usein suullisiin sopimuksiin, eikä

standardisoituja keräyspaperilajeja tai vakiintuneita hintaindeksejä ole käytössä. Paikalliset paperilajit voivat erota paljonkin globaaleilla markkinoilla myytävistä keräyspaperilajeista. (Engel & Moore 2013.)

8.2.2 Mahdollisuudet ja ratkaisuehdotukset

Ratkaisuehdotuksia ja mahdollisuuksia kehittyvien maiden keräysasteen nostamiseksi on monia. Artikkelissa *The Challenges, Opportunities and Solutions to Increasing Paper Recovery in Developing Countries: The New Paper Chase* niitä luetellaan seuraavasti: Toimitusketjun kehittäminen, jätehuollon toimintatavan muutos, teollisuuden vapaaehtoinen osallistaminen, keräilijöiden ja hallituksen sitouttaminen ja toimialaryhmien perustaminen. (Engel & Moore 2013.)

Kehittyvien maiden keräyskuidun toimitusketjua voitaisiin kehittää ulkoisen tahon avulla. Ulkoinen taho, esimerkiksi yritys, pyrkisi selvittämään keräyskuidun todellisen arvon ja kysynnän ja tekisi siten kohdennettuja investointeja keräys- ja käsittelyketjuun. Esimerkiksi Tetra-Pak on ollut osana kehittämässä kartongin talteenottoketjua monissa kehittyvissä maissa. Se on asettanut globaalin 40 % keräystavoitteen vuoteen 2020 mennessä. Tetra-Pakin toiminta on nostanut keräyskartongin vetovoimaisuutta paikallisten keräilijöiden keskuudessa. (Engel & Moore 2013.)

Toisena keinona voidaan pyrkiä sitouttamaan kehittyvän maan hallitus sekä epävirallinen keräilijöiden verkosto yhdessä keräysasteen nostamiseen. Esimerkiksi yhdyskuntajätteen palveluiden integrointi jätekeräilijöiden verkostoon voisi auttaa nostamaan myös keräyspaperin talteenottomääriä. Tämä edellyttäisi keräilijöiden aseman virallistamista: heille annettaisiin ammattinimike ja maksettaisiin taattu palkka paperin ja kartongin keräämisestä tietyltä alueelta. Tällöin keräilijöiden ei tarvitsisi luottaa toimeentuloaan keräyspaperin senhetkiseen arvoon ja myös alempien ryhmien keräyspaperilajeja kerättäisiin. Esimerkiksi Venezuelassa on perustettu jätteenkeräysosuoskuntia, jotka pyrkivät takaamaan kierrätysmateriaalien saatavuuden ja huolehtimaan lajittelusta yhteistyössä paikallisen hallituksen kanssa. (Engel & Moore 2013.)

Julkisen sektorin jätehuollon toimintatapoja tulisi muuttaa siten, että jätettä pyrittäisiin kierrättämään mieluummin kuin loppusijoitettaisiin kaatopaikoille. Jätteiden hävittämi-

selle tulisi määrittää selkeät määräykset ja asettaa hinnat niiden asianmukaiselle hävittämiselle. Tämä lisäisi myös sellaisten keräyskuitulajien hyödyntämistä, joiden arvo on matala (esim. sekapaperi) tai joiden loppumarkkinoiden kapasiteetti on rajallinen. (Engel & Moore 2013.)

Teollisuuden vapaaehtoinen toiminta on näkynyt kehittyvien maiden kiertotalouden rakentamisessa 1990 – luvulta lähtien. Tuolloin monikansallinen CEMPRE perustettiin kehittämään kestävä jätteen talteenottojärjestelmää Brasiliassa. CEMPRE koostuu useasta eri alan tunnetusta yrityksestä ja järjestöstä kuten Coca-Cola, Unilever ja Tetra-Pak. Menestyksen perusteella samanlaisia organisaatioita on perustettu Kolumbiaan, Meksikoon, Thaimaahan ja Uruguayhan. Ne tukevat jätteenkerääjien osuuskuntia tarjoamalla teknistä apua, instituutioiden valmiuksien kehittämistä, kierrätysmateriaalimarkkinoita koskevaa tietoa ym. Tämänkaltaista toimintaa edesauttaa kierrätysjärjestelmien rakentamista sellaisiin maihin, joissa se voisi olla yksittäiselle teollisuudenalalle liian haastavaa. (Engel & Moore 2013.)

Teollisuus ei ole aina voinut luottaa kehittyvän maan hallituksen aktiiviseen tai tukevaan rooliin keräyskuidun keräysmäärien lisäämiseksi. Hallituksen valmiuksien puute tai huonosti suunniteltu politiikka voivat vaikuttaa jopa negatiivisesti talteenottomäärien kasvuun. Toimialaryhmiä perustamalla voitaisiin laatia markkinatietoja ja puolustaa kierrätystä edistäviä kansallisia ja paikallisia käytäntöjä sekä määräyksiä. Seuraamalla liiketalous- ja markkinatietoja on mahdollista lisätä avoimuutta, luoda yhteisiä standardeja ja määritelmiä sekä tunnistaa ja jakaa parhaita toimintatapoja. (Engel & Moore 2013.)

Keräyskuidun talteenoton kasvattaminen kehittyvissä maissa olisi sitä hyödyntävälle teollisuudelle seuraava merkittävä askel tulevaisuuden raaka-aineen saatavuuden kannalta. Erityisesti Aasiassa ja Latinalaisessa Amerikassa väestö vaurastuu nopeasti, mutta tämänhetkinen kierrätysinfrastruktuuri rajoittaa resurssien hyödyntämistä. Haasteet ovat kuitenkin järjestelmiä, laitteistoja ja standardeja monitahoisempia – tulevaisuuden tehokas kierrättäminen ja keräyspaperin talteenotto vaativat muutoksia myös asenteissa, politiikassa ja toimintatavoissa. (Engel & Moore 2013.)

8.3 Kiinan vaikutus kierrätyskuidun markkinoihin

Kiinan vaikutus maailmanlaajuisiin kierrätyskuitumarkkinoihin on suuri. Kiinassa kulutetaan noin 40 % kaikista tuotetuista paperi- ja kartonkituotteista. Vuonna 2017 Euroopasta tuotiin 21 miljoonaa tonnia ja Pohjois-Amerikasta 46 miljoonaa tonnia lajittelematonta sekapaperia Kiinaan. Samana vuonna CEPI – maissa kerättiin keräyspaperia yhteensä 56,8 miljoonaa tonnia ja vientiin siitä päätyi 10,6 miljoonaa tonnia. Kiinan paperiteollisuus on kasvussa ja globaalissa pehmapapereiden kysynnässä näkyy merkittävästi Kiinan markkinaosuuden kasvu. (CEPI Statistics 2019, 8; Lindborg 2019; Amos 2019)

Kiina on ollut dominoivassa asemassa keräyspaperimarkkinoilla aina vuosiin 2016-2017 asti, milloin Kiinassa astui voimaan kierrätysmateriaalien tuontia rajoittavat säädökset. Rajoitusten tarkoituksena on estää kiinteän jätteen, kuten elektroniikkaromun ja muovin tuonti maahan. Kiinan on ilmoittanut ottavansa rajoitukset täysin käyttöön vuoteen 2020 mennessä. Rajoitus koskee myös keräyskuitua, vaikkakaan Kiina ei ole vielä antanut lisäselvitystä siitä, miten määrittelee uusiutuvista luonnonvaroista valmistetun keräyskuidun eroavaisuuden jätteestä. Tällä hetkellä Kiina kieltää ainakin lajittelemattoman sekapaperin tuonnin maahan ja on asettanut lajitelluille keräyspaperilajeille tiukat puhtausvaatimukset. Osa keräyslajeista saattaa olla kuitenkin tulevaisuudessa hyväksytyjen listalla. (Lindborg 2019; Amos 2019.)

Tulevaisuuden kannalta haasteeksi Kiinan osalta muodostuu kuidun saatavuus. Kieltävien säädösten astuttua voimaan, oli vuonna 2018 paperin ja kartongin vienti lisääntynyt Kiinaan 34 %. Kiinan oma keräyspaperin keräysaste on ollut melko matalaa, ja vaikka Kiina on alkanut tehokkaasti kehittää keräysjärjestelmiään, tulee teollisuus todennäköisesti tarvitsemaan lisäkuitua maan ulkopuolelta. Onkin todennäköistä, että neitseellisestä kuidusta valmistetun massan ja sellun kysyntä tulee kasvamaan tulevaisuudessa. (Lindborg 2019; Amos 2019.)

Euroopan kannalta kierrätyskuidun saatavuus voi parantua, jos aiemmin Kiinaan viety kierrätyskuitu jäisi Eurooppaan. Toisaalta kovin suoria johtopäätöksiä ei voida vielä tehdä, sillä Kiinan antama lisäselvitys määrittelee pitkälti lopullisen keräyskuidun viedä maahan. On myös arveltu, että Kiina saattaisi investoida uusiomassaa tuottavat tehtaansa Kiinan ulkopuolelle. (Lindborg 2019; Amos 2019.)

Keskustelua kierrätyskuidun statuksesta jätteenä on käyty aiemmin. Vastaava keskustelu käytiin vuonna 2013, kun EU-komission valmisteleva keräyspaperin ns. End-of-Waste säädösehdotus katsoi, että keräyspaperi määriteltäisiin vientiin kelpaavaksi tuotteeksi silloin, kun se on paalattu keräysliikkeen toimesta. CEPI puolestaan katsoi, että keräyspaperi on kierrätetty vasta silloin, kun se on tehtaan pulperissa. Säädösehdotus kaatui Euroopan parlamentin äänestyksessä. (Suomen Keräystuote Oy 2019; Metsäteollisuus Ry 2013.)

8.4 Megatrendien vaikutus kierrätyskuituun

Megatrendit eli globaalit muutosilmiöt ovat olleet viime vuosina vahvasti yleisen keskustelun aiheena. Tällä hetkellä vallalla olevia megatrendejä ovat esimerkiksi digitalisoituminen ja kaupungistuminen. Valtion kehitysyhtiö Vake Oy:n toimitusjohtaja Paula Laine on kuvannut artikkelissaan *Yhteiskunnalliset megatrendit muovaavat myös liiketoimintaa tulevaisuuden megatrendeiksi mm. ekologisen kestävyyskriisin ja Teknologian muutoksen.* (Laine 2018.)

Ekologinen kestävyyskriisi näyttäytyy paljon ilmastokriisinä. Yhteiskunnassa ollaan havahduttu siihen, ettei luonnonvaroja voida käyttää enää kestävämmällä tavalla ja hiilidioksidipäästöt on saatava kuriin seuraavan kymmenen vuoden aikana. (Laine 2018.)

Teknologian muutoksen megatrendiin liittyy niin kutsuttu ”teknologia muuttaa kaiken” – ajattelumalli. Vaikka teknologia on muokannut voimakkaasti maailmaa teollisesta vallankumouksesta lähtien, odotetaan teknologian ja tekoälyn muokkaavan fundamentaalilla tavalla esimerkiksi liikkumistamme, ruuantuotantoa, terveydenhuoltoa ja energiantuotantoa lähivuosikymmeninä. (Laine 2018.)

9 JOHTOPÄÄTÖKSET JA POHDINTA

9.1 Keräyspaperilajien muutokset

Metsäteollisuuden sanotaan elävän suurta murroksen aikaa. Perinteisen paperin kysyntä on laskenut ja tulee arvioiden mukaan laskemaan myös tulevaisuudessa sekä uudet innovaatiot valtaavat alaa yhä etenevissä määrin. Lähes kaikkea polkupyöristä tekstiileihin pystytään jo valmistamaan puukuidusta. Tulevaisuuden tuotteet määrittävät osaltaan myös kierrätyskuidun tulevaisuutta – ainakin sitä, missä muodossa puukuitua tulevaisuudessa tullaan keräämään ja hyödyntämään. On mahdollista, että jonain päivänä hyödynnämme kotikeräyspaperia esimerkiksi tekstiiliteollisuudessa tai käytettyä puupohjaista tekstiiliä hygieniapapereiden tuotannossa.

Vaikka erilaiset puupohjaiset innovaatiot eivät tulisi markkinoille vielä useampaan vuoteen, voidaan silti eri keräyskuitulajien saatavuuden odottaa muuttuvan. Vaihtelut keräyslajeissa tulevat todennäköisesti painottumaan siten, että Euroopassa paperilajien talteenottomäärät pienenevät ja kartonki- ja pahvilajien talteenottomäärät kasvavat. Kuluttajien ollessa yhä ympäristötietoisempia, haluaa useampi yksityinen talous vähentää muovijätteen määrää. Puupohjaisten pakkauksien kysynnän voidaan olettaa kasvavan jatkossakin. Erityisesti kaupanalalla pyritään vastamaanaan kuluttajien tarpeeseen ja esimerkiksi LIDL on kertonut vähentävänsä muovin määrää tuotteissaan. Myös nettikaupan kasvun voidaan odottaa jatkuvan tulevaisuudessakin mikä nostaa erityisesti aaltopahvin kysyntää.

Paperilajien saatavuuden pienemistä tukee hienopaperin kysynnän lasku digitalisoitumisen myötä. On odotettavissa, että myös sellaiset maat, joissa vielä käytetään paperia esimerkiksi toimistoissa tulevat siirtymään tulevaisuudessa sähköisiin järjestelmiin. Toisaalta mikäli kehittyvien maiden keräysjärjestelmiä kehitetään ja keräysmäärät lähtevät tulevaisuudessa kasvuun, voidaan kehittyvistä maista saada huomattava määrä hyödynnettävää raaka-ainetta. Näiden resurssien vapauttaminen keräyspaperimarkkinoille voisi vaikuttaa myös Euroopan markkinoihin positiivisesti: Samoin kuin Kiinan kohdalla, Euroopassa kerätty paperi jäisi todennäköisemmin myös hyödynnettäväksi Euroopan teollisuuteen. Toisaalta myös joidenkin sellaisten keräyspaperilajien saatavuus voisi kasvaa

joita ei ole Euroopassa saatavilla tarpeeksi ja niitä voitaisiin tuoda Eurooppaan hyödynnettäviksi. Oletettavaa on, että mikäli keräyspaperilajien saatavuudet muuttuvat huomattavasti, päivitetään myös tulevaisuudessa keräyspaperilajien standardeja.

Vaikka paperintuotannon arvellaan pienenevän merkittävästi, on epätodennäköistä, että hienopaperin käyttö loppuisi kokonaan. Kaikkia sovelluksia ei haluta korvata digitaalisilla. Näitä ovat esimerkiksi julisteet, taidetarvikkeet ja jossain määrin mainonta. Joidenkin tutkimusten mukaan lehteen painettu mainos vaikuttaa kuluttajaan digitaalista mainosta paremmin. Hienopaperilla on myös tärkeä rooli tietoturvan ja arkistoitavuuden kannalta: tulostettuun asiakirjaan tulee päästä fyysisesti käsiksi, jotta tieto voisi levitä. Asiakirjan häviäminen tietoteknisistä syistä on myös epätodennäköisempää kuin digitaalisen asiakirjan. Globaalissa ja digitalisoituvassa maailmassa sähköiset tietoturvamurrot voivat aiheuttaa merkittäviä haittoja yrityksille ja valtioille.

Toisaalta kierrätyskuitua on ryhdytty keräämään myös lähteistä, mistä sitä ei aiemmin kerätty. Tästä hyvä esimerkki on Essity AB:n paperisten käsipyyhkeiden kerääminen. Se nostaa yleistä paperin keräysastetta, sillä aiemmin hygieniapaperit eivät ole olleet kuluttajien jälkeen kierrätyksen piirissä. Tämän kaltaiset ideat herättävät ajatuksia siitä, olisiko muitakin sellaisia helposti hyödynnettäviä resursseja, joita ei ole aiemmin osattu huomioida osana paperinkeräystä.

9.2 Kiinan tuontikiellon vaikutukset

Kiinan lopullinen linjaus keräyspaperin maahantuonnista tulee vaikuttamaan merkittävästi maailman keräyspaperimarkkinoihin. Mikäli Kiina kieltää kaiken kierrätyskuidun tuomisen maahan, jää Eurooppaan enemmän kierrätyskuitua hyödynnettäväksi. Tuolloin myös Pohjois-Amerikasta aiemmin Kiinaan myyty kuitumäärä voisi kohdistua jossain määrin Eurooppaan. Jo vuonna 2018 Kiinan tuontirajoitukset laskivat Euroopan sekapaperin hintaa rajusti, joten vuodelle 2020 voidaan odottaa jälleen vaihtelua keräyspaperin hinnoissa. Mikäli Kiina kieltää ainoastaan lajittelemattoman sekapaperin maahantuonnin ja sallii puhtaslaatusimpien lajien tuonnin, jää Eurooppaan suuri määrä arvoltaan heikompaan kierrätyskuitua. Toisaalta paraslaatusimpien keräyslajien kilpailu saattaisi kiristyä entisestään.

Kiinan tiukkojen puhtausvaatimusten vuoksi voitaisiin keräyspaperin lajittelun ja laadun odottaa nousevan entistä merkittävämpään rooliin myös Euroopassa. Se voisi palvella joidenkin tehtaiden raaka-aineen hankintaa aiempaa enemmän, jos myös sekapaperi tul-taisiin tulevaisuudessa lajittelemaan tarkemmin. Vaikka Suomessa noudatetaan samaa la-jittelun standardia kuin Euroopassa, olisi tarkemman lajittelumallin rantautuminen Suo-meen epätodennäköisempää. Syynä tähän olisi pienet keräysmäärät ja jo nyt huomatta-vasti vähäisempi keräyspaperilajien määrä.

Kiinan päätös keräyspaperin maahantuonnin kieltämiseksi voisi aloittaa uudestaan kes-kustelun siitä, milloin kierrätyskuitu määritellään jätteeksi ja milloin tuotteeksi. Mikäli asia nostettaisiin uudestaan käsittelyyn ja keräyspaperi muuttuisi myös Kiinan vientiin kelpaavaksi tuotteeksi, vaikuttaisi tämä merkittävästi Euroopan keräyspaperimarkkinoi-den kilpailuun. Paperinkeräysliikkeille muutos olisi positiivinen. Se avaisi lisää mahdol-lisuuksia ja tuottaisi parempien investointien kautta teollisuudelle puhtaampaa raaka-ai-netta.

Jos Kiina siirtäisi uusiomassan tuotannon maansa ulkopuolelle, voisi lajittelemattoman sekapaperin vienti jatkua lähes entisellä tasollaan. Intia saattaisi olla potentiaalinen vaih-toehto tuotannon kohdemaana, sillä Kiinan asetettua tuontirajoitukset on sinne kohdis-tettu jo nyt Euroopan sekapaperivirtoja. Myös skenaariot Kiinan uusiomassan tuotannon siirtämisestä esimerkiksi Afrikan maihin voisivat olla mahdollisia: Kiinan teollisuus saisi kaipaamaansa kierrätyskuitua maasta, jossa resursseja ei ole vielä tehokkaasti valjastettu ja Afrikka saisi keräysjärjestelmiään tehostavan toimijan maahansa.

9.3 Megatrendit vaikuttavat paperin kierrätykseen

Megatrendit kuten ekologinen kestävyyskriisi ja teknologian muutos vaikuttavat tule-vaaisuudessa merkittävästi kuluttajien käyttäytymiseen. Sen voidaan odottaa vaikuttavan myös kierrätyskuidun käyttöön.

Kierrätyskuidun käytön ollessa osa kiertotaloutta voidaan arvella, että siitä valmistetta-vat tuotteet ovat yhä vahvemmin osa yritysten imago ja brändäystä tulevaisuudessa. Keräyskuidun käyttö raaka-aineena pienentää yritysten laskennallista hiilijalanjälkeä, ja voitaisiin olettaa, että se yhdessä ympäristösyiden kanssa lisäisi yritysten panosta lisätä

kierrätyskuidun keräysmääriä esimerkiksi kehittyvistä maista. Esimerkiksi Kiinan voidaan odottaa tehostavan ennestään toimia, jolla sen keräysmäärät saataisiin kasvuun. Kehittyvän teknologian avulla voitaisiin löytää tehokkaampia ratkaisuja esimerkiksi keräys- ja lajittelujärjestelmien luomiseen.

Vallalla oleva kaupungistumisen megatrendin voidaan katsoa vaikuttavan positiivisella tavalla kierrätyskuidun talteenottoon. Kun ihmiset ovat tiiviimmin yhdellä alueella, on keräyspaperin keräämien keskittyneempää ja tehokkaampaa. Euroopan komission julkaisemassa raportissa on todettu, että korkeimmat talteenottomäärät saatiin kaupungeista, joissa keräys on suoritettu niin kutsutulla pick-up – tavalla. Tätä keräystapaa toteuttamalla yhä keskittyneemmiltä alueilta voidaankin päätellä pääsevän parhaimpiin tuloksiin keräyspaperin talteenottomäärissä.

9.4 Tulevaisuuden prosessit

Ratkaisuja kierrätyskuidun hyödyntämiseksi voidaan etsiä tekniikasta. Teoreettisesti kierrätyskuitu voidaan kierrättää 5 -7 kertaa, mutta arvioiden mukaan kuitu käytetään Euroopassa 3,5 kertaa ja muualla maailmassa 2,4 kertaa. Lukuja tarkasteltaessa herää kysymys, voisimmeko lisätä yksittäisen kuidun käyttökertoja. Yksi ratkaisu on keräyspaperin talteenoton tehostaminen, mutta teknisesti rajoittavia tekijöitä ovat kuituhäviöt ja prosessin kiertovesiin päätyvät epäpuhtaudet ja kemikaalijäänteet. Ratkaisuja näihin voitaisiin etsiä siistauksen tehostamisesta tai jo prosessin aiemmasta vaiheesta, keräyspaperin lajittelun tehostamisesta. Kotitalouksista kerättävän paperin ja kartongin laatu on suhteessa heikompaa, kuin muualta kerätyn paperin ja kartongin. Laatua voidaan saada nousemaan lisäämällä kuluttajien tietämystä kierrätyksestä.

Laitevalmistajien uudenlaiset anturipohjaiset lajittelulaitteet parantaisivat tulevaisuuden lajittelua. Keräyspaperin kokonaishyödyntämisaste kasvaisi, kun eri paperi- ja kartonkilajit tunnistettaisiin ja eroteltaisiin jo lajitteluvaiheessa tehokkaasti. Keräyspaperilajien arvo paranisi, kun saastuneen jätteen määrää vähenisi ja lajit olisivat homogeenisempia. Tämä hyödyttäisi myös loppukäyttäjiä.

Kartongin ja aaltopahvin tuotannon kasvaessa voitaisiin tutkia keräyspahvin ja -kartongin hyödyntämismahdollisuuksia sellaisissa sovelluksissa, joiden raaka-aineena on tavallisesti hyödynnetty keräyspaperilajeja. Esimerkiksi pehmopaperin valmistuksessa uusiomassan lujuuksien tulisi olla tarpeeksi korkea, jotta lopputuote ei rikkoonnu käytössä ja ajettavuus koneella säilyisi hyvänä. Taivekartongit ja aallotuskartonki sisältävät pääosin lyhyttä kuitua, jolloin se ei ainakaan nykytekniikalla soveltuisi pehmopaperin raaka-aineeksi. Tulevaisuudessa voitaisiin tutkia olisiko esimerkiksi synteettisistä kuituista tai lisääaineiden käytöstä apua tuomaan tarvittavia lujuuksia keräyskartongista valmistettavalle pehmopaperille. On myös mahdollista, että tulevaisuudessa käytämme sellun ja massantuotannossa muitakin raaka-aineita kuin puukuitua, esimerkiksi kauran tai ohran osia.

10 LÄHTEET

AEL/Proledge Oy. 2019. KnowPap versio 20.0 – Tuotantoprosessit – uusiomassa. Luettu 25.9.2019 Saatavilla rajoitetusti. http://www.knowpap.com/extranet/suomi/know-pap_system/user_interfaces/tuotantoprosessit/uusiomassa.htm

Amos, H. 2019. Näin markkinat reagoivat Kiinan keräyspaperirajoitukseen. UPM. Luettu 2.11.2019. <https://www.upmpulp.com/fi/media/blogit-ja-tarinat/stories/nain-markkinat-reagoivat-kiinan-kerayspaperirajoitukseen/>

Cleiland, J. 2015. The Future of Paper Recycling. American Forest & Paper Association. Luettu 1.8.2019. http://www.ncsl.org/documents/summit/summit2015/online-resources/the_future_of_paper_recycling.pdf

EN 643:2013. European List of Standard Grades of Paper and Board for Recycling. Luettu 29.9.2019. http://www.cepi.org/system/files/public/documents/publications/recycling/2013/CEPI_EN%20643_brochure_FINAL.pdf

EN 643:2001. Paper and board – European List of standard grades of recovered paper and board. Luettu 29.9.2019. <http://www.international-recycling.com/grades/Euro-peangrades.pdf>

Engel, P. & Moore, W. 2013. The Challenges, Opportunities and Solutions to Increasing Paper Recovery in Developing Countries: The New Paper Chase. Pulp & Paper International. Luettu 22.10.2019. <https://reclaystewardedge.com/insights/thought-leadership/the-new-paper-chase-the-challenges-opportunities-and-solutions-to-increasing-paper-recovery-in-developing-countries/>

Ervasti, I. 2015. Keräyspaperin globaali saatavuus ja käyttö. Päättäjien metsäakatemia 38. Luettu 14.9.2019. https://smy.fi/wp-content/uploads/2015/05/PMA38_Ilpo-Ervasti_teksti.pdf

Essity AB. 2019. Circularity and after-use. Luettu 18.10.2019. <https://www.essity.com/sustainability/what-we-do/circularity-and-after-use/>

Haltia, E., Horne, P., Maidell, M., Sajeva, M. & Valonen, M. 2019. PTT-ennuste – metsäsektori 2019 – syksy. ISSN 1799-9340. Helsinki 2019. Luettu 14.10.2019. <http://www.ptt.fi/ennusteet/metsaala.html>

Laine, P. 2018. Yhteiskunnalliset megatrendit muovaavat myös liiketoimintaa. Bonfire. Luettu 8.12.2019. <https://www.bonfire.fi/yhteiskunnalliset-megatrendit-muovaavat-myos-liiketoimintaa/>

Laukala, T. 2011. Uusiomassan laatuluokat, ominaisuudet ja käyttökohteet. Kandityö, Lappeenrannan teknillinen korkeakoulu, 4. Luettu 30.9.2019. <http://lut-pub.lut.fi/bitstream/handle/10024/67499/nbnfi-fe201103091321.pdf?sequence=3>

Lindborg, H. 2019. European outlook on the recovered fiber market. Pöyry. Luettu 4.11.2019. <https://www.poyry.com/news/articles/european-outlook-recovered-fiber-market>

Lönnberg, B. 2009. Mechanical Pulping. Helsinki: Finnish Paper Engineers' Association/Paperi ja Puu Oy.

Metsäteollisuuden työnantajaliitto, Puusta paperiin M-303: Uusiomassan valmistus, Etelä-Saimaan Kustannus Oy, Lappeenranta, 1982, s. 4-46.

Metsäteollisuus Ry. 2019. Kierrätyskuitu on arvokas raaka-aine. Luettu 20.9.2019 <https://www.metsateollisuus.fi/edunvalvonta/ymparisto-ja-vastuullisuus/kiertotalous/kierratyskuitu-arvokas-raaka-aine/>

Metsäteollisuus Ry. 2017. Paperin tuotanto ja kulutus maailman markkinoilla. Luettu 6.10.2019. <https://www.metsateollisuus.fi/edunvalvonta/tuotteet/paperin-tuotanto-kulutus-maailman-markkinoilla/>

Metsäteollisuus Ry. 2013. Keräyspaperi jää jatkossakin eurooppalaisen paperiteollisuuden käyttöön. Luettu 30.10.2019. <https://www.metsateollisuus.fi/uutiset/kerayspaperi-ja-jatkossakin-eurooppalaisen-paperiteollisuuden-kayttoon-2/>

Peda.net. Luettu 7.12.2019. <https://peda.net/hankkeet/kam/tarinat/mokm>

Putz, H-J., Collection systems, sources, and sorting of recovered paper, in Göttching, L., Pakarinen, H., ed., Papermaking Science and Technology, Vol 7, 1st ed., Jyväskylä, 2000.

Pöntinen, P. 2015. Raju kehitys: 10 vuodessa suljettu 33 paperikonetta. Suomen Kuvalehti. Luettu 11.10.2019. Saatavilla rajoitetusti. <https://suomenkuvalehti.fi/jutut/kotimaa/raju-kehitys-10-vuodessa-suljettu-33-paperikonetta/>

Redwave GmbH. Redwave NIR/C. Luettu 3.11.2019. <http://www.redwave.com/en/recycling/paper-recycling/sensor-based/redwave-nirc/>

Seppälä, M. J. & Klemetti, U. 2002. Kemiallinen metsäteollisuus: 1, Paperimassan valmistus. 2. tark. p. Helsinki: Opetushallitus.

Ympäristöhallinto. 2013. Keräyspaperin tuottajavastuu. Luettu 3.10.2019. https://www.ymparisto.fi/fi-FI/Kulutus_ja_tuotanto/Jatteet_ja_jatehuolto/Tuottajavastuu/Kerayspaperi

Toivanen, K. Jätteestä raaka-aineeksi. Suomen Keräystuote Oy. Luettu 25.10.2019. <https://www.suomenkeraystuote.fi/tuottajayhteiso-jarjestaa-tuottajavastuun/historiikki/>

11 LIITTEET

Liite 1. Muutokset ryhmän 1 lajeissa (CEPI 2013.)

1 (2)

Group 1					
Old Grade Number	Old Title	Old Description	New Grade Number	New Title	New Grade Description
1.04	Supermarket corrugated paper and board	Used paper and board packaging, containing a minimum of 70% of corrugated board, the rest being solid board and wrapping papers.	1.04.00	<i>corrugated paper and board packaging</i>	Used paper and board packaging, containing a minimum of 70 % of corrugated board, the rest being <i>other packaging papers and boards</i> .
			1.04.01	<i>ordinary corrugated paper and board</i>	<i>Used paper and board packaging, containing a minimum of 70 % of corrugated board, the rest being other paper and board products.</i>
			1.04.02	<i>corrugated paper and board</i>	<i>Used paper and board packaging, containing a minimum of 80 % of corrugated board, the rest being other paper and board products.</i>
1.05	Old corrugated containers	Used boxes and sheets of corrugated board of various qualities.	1.05.00	<i>ordinary corrugated board</i>	<i>Used boxes and sheets of corrugated board of various qualities, may include 10 % of other packaging papers and boards.</i>
			1.05.01	<i>corrugated board</i>	<i>Used boxes and sheets of corrugated board of various qualities, may include 5 % of other packaging papers and boards.</i>
1.06	Unsold magazines	Unsold magazines, with or without glue	1.06.00	Magazines	Magazines, with or without glue.

Group 1					
Old Grade Number	Old Title	Old Description	New Grade Number	New Title	New Grade Description
1.06.01	Unsold magazines without glue	Unsold magazines, without glue	1.06.01	Magazines without glue	Magazines without glue
			1.06.02	magazines with product samples	Magazines, with or without glue, may contain non-paper components as attached product samples.
1.08	Mixed newspapers and magazines	A mixture of newspapers and magazines, containing a minimum of 50% of newspapers, with or without glue.	–		
1.09	Mixed newspapers and magazines	A mixture of newspapers and magazines, containing a minimum of 60% of newspapers, with or without glue	1.09.00	Newspapers and magazines	Mixture of newspapers and magazines (predominantly unsold) each of them with a minimum of 30 %.
1.10	Mixed magazines and newspapers	A mixture of newspapers and magazines, containing a minimum of 60% of magazines, with or without glue.	–		
1.11	Sorted graphic paper for deinking	Sorted graphic paper from households, newspapers and magazines, each at a minimum of 40%. The percentage of nondeinkable paper and board should be reduced over time to a maximum level of 1.5%. The actual percentage is to be negotiated between buyer and seller.	1.11.00	sorted graphic paper for deinking	Sorted graphic paper, consisting of a minimum of 80 % newspapers and magazines. It has to contain at least 30 % newspapers and 40 % magazines. Print products which are not suitable for deinking are limited to 1.5 %.

Liite 2. Muutokset ryhmän 2 lajeissa (CEPI 2013.)

1 (3)

Group 2					
Old Grade Number	Old Title	Old Description	New Grade Number	New Title	New Grade Description
2.02	Unsold newspapers	Unsold daily newspapers, free from additional inserts or illustrated material coloured in the mass.	2.02.00	unsold newspapers not intended for deinking	Unsold newspapers, which may contain inserts originally circulated with the publication. No additional inserts allowed. Paper products not suitable for deinking are allowed.
2.02.01	Unsold newspapers, no flexographic printing allowed	Unsold daily newspapers, free from additional inserts or illustrated material coloured in the mass, strings allowed. No flexographic printed material allowed.	2.02.01	unsold newspapers	Unsold newspapers, which may contain inserts originally circulated with the publication. No additional inserts allowed.
2.05	Sorted office paper	Sorted office paper	2.05.00	ordinary sorted office paper	Paper, as typically generated by offices, shredded or unshredded, printed, may contain coloured papers, with a minimum 60 % wood-free paper, free of carbon and principally free from carbonless copy paper (ccp)/no carbon required (NCR), less than 10 % unbleached fibres including manila envelopes and file covers, less than 5 % newspapers and packaging.
			2.05.01	sorted office paper	Paper, as typically generated by offices, shredded or unshredded, printed, may contain coloured papers, with a minimum 80 % woodfree paper, free of carbon and principally free from carbonless copy paper (ccp)/no carbon required (NCR), less than 5 % unbleached fibres including manila envelopes and file covers.

Group 2					
Old Grade Number	Old Title	Old Description	New Grade Number	New Title	New Grade Description
2.06	Coloured letters	Correspondence, in mixed papers coloured in the mass, with or without print, of printing or writing paper. Free from carbon paper and hard covers.	2.06.00	ordinary sorted coloured letters	<i>Paper, as typically generated by offices, shredded or unshredded, lightly printed, mass coloured paper allowed, but no deep coloured papers, with a minimum of 70 % woodfree paper, free of carbon and principally free of carbonless copy paper (ccp)/no carbon required (NCR), free of manila envelopes, file covers, newspapers and cardboard.</i>
			2.06.01	sorted coloured letters	<i>Paper, as typically generated by offices, shredded or unshredded, lightly printed, mass coloured paper allowed, but no deep coloured papers, with a minimum of 90 % woodfree paper, free of carbon and principally free of carbonless copy paper (ccp)/no carbon required (NCR), free of manila envelopes, file covers, newspapers and cardboard.</i>
2.07	White wood-free books	Books, including misprints of books, without hard covers, mainly of woodfree white paper, black printed only. Containing a maximum of 10% of coated paper.	2.07.00	white woodfree bookquire	Books or their shavings, without hard covers, mainly of white woodfree paper, mainly black printed, containing a maximum of 10 % coated paper.
			2.07.01	white mechanical pulp-based bookquire	<i>Books or their shavings mainly of white mechanical pulp-based paper, without hard covers, mainly black printed, containing a maximum of 10 % of coated paper.</i>

Group 2					
Old Grade Number	Old Title	Old Description	New Grade Number	New Title	New Grade Description
2.09	Carbonless copy paper	Carbonless copy paper	-		
			2.13.00	multigrade	<i>A blend of coloured and white letters, coloured woodfree magazines and other woodfree papers and shavings. Free from newsprint but 10 % of other wood containing papers are permitted. May contain 2 % paper with plastic layer.</i>
			2.14.00	coloured log end tissue	<i>Unused coloured tissue including soft cores. May contain printed material.</i>
			2.14.01	white log end tissue	<i>Unused white tissue including soft cores. May contain printed material.</i>

Liite 3. Muutokset ryhmän 3 lajeissa (CEPI 2013.)

1 (2)

Group 3					
Old Grade Number	Old Title	Old Description	New Grade Number	New Title	New Grade Description
3.03	Woodfree binders	White woodfree lightly printed shavings with glue, free from paper coloured in the mass. May contain a maximum of 10% of mechanical pulp-based paper.	3.03.00	woodfree binders	White woodfree lightly printed shavings with glue, free from paper coloured in the mass. <i>May contain 2 % paper with plastic layer and a maximum of 10 % of mechanical pulp-based paper.</i>
			3.03.01	<i>special wood free binders</i>	<i>White woodfree lightly printed shavings with glue, free from paper coloured in the mass. Plastic layered and mechanical pulp-based papers not permitted.</i>
3.05	White wood-free letters	Sorted white woodfree writing papers, originating from office records, free from cash books, carbon paper and non-water soluble adhesives.	3.05.00	white woodfree letters	Sorted <i>uncoated</i> white wood-free <i>printing</i> and writing papers, <i>printed</i> , free from cash books, carbon paper and non-water soluble adhesives. <i>May contain 5 % mechanical pulp-based paper.</i>
			3.05.01	<i>white woodfree letters unprinted</i>	<i>Sorted uncoated white wood-free printing and writing papers, unprinted, free from carbon paper, carbonless paper (NCR) and non-water soluble adhesives.</i>
3.07	White woodfree computer print-out	White woodfree computer print-out, free from carbonless paper and glue.	-		
3.10	Multi printing	Woodfree, coated, lightly printed, free from wet-strength paper or paper coloured in the mass.	3.10.00	multi printing	Lightly printed wood-free coated papers <i>in sheets or trim</i> , free from wet-strength paper and from paper coloured in the mass.
			3.10.01	<i>medium printed multi printing</i>	<i>Medium and heavily printed woodfree coated papers in sheets or trim, free from wet-strength paper and from paper coloured in the mass.</i>

Group 3

Old Grade Number	Old Title	Old Description	New Grade Number	New Title	New Grade Description
3.11	White heavily printed multiply board	New cuttings of heavily printed white multiply board, containing woodfree, mechanical or thermo-mechanical pulp plies, but without grey plies.	3.11.00	white heavily printed multiply board	New cuttings of heavily printed white multiply board, containing woodfree or wood containing plies, but without grey and brown plies.
			3.11.01	<i>mixed white heavily printed multiply board</i>	<i>New cuttings of heavily printed white multiply board, containing woodfree or wood containing plies, with a maximum of 20 % grey and brown plies.</i>
3.16	<i>White wood-free coated paper, without glue</i>	Shavings and sheets of white unprinted wood-free coated paper, without glue	3.16.00	white coated woodfree paper	Shavings and sheets of white unprinted woodfree coated paper without glue.
			3.16.01	<i>white woodfree papers</i>	<i>Shavings and sheets of white unprinted woodfree coated and uncoated papers without glue.</i>
3.18	White woodfree shavings	Shavings and sheets of white unprinted wood-free paper, may contain a maximum of 5% of coated paper. Without glue.	3.18.00	white woodfree shavings	Shavings and sheets of white unprinted woodfree paper, may contain a maximum of 5 % of coated paper. Without glue.
3.18.01	White woodfree uncoated shavings	Shavings and sheets of white unprinted wood-free paper, free from coated paper. Without glue.	3.18.01	white woodfree uncoated shavings	Shavings and sheets of white unprinted woodfree paper, free from coated paper. Without glue.
			3.18.02	<i>white envelope cuttings</i>	<i>Shavings and sheets of white unprinted woodfree paper, free from coated paper. May contain some glue.</i>
			3.20.00	<i>unprinted tissue coloured in the mass</i>	<i>Unused unprinted tissue coloured in the mass free of packaging materials.</i>
			3.20.01	<i>white unprinted tissue</i>	<i>Unused white unprinted tissue free from packaging materials.</i>

Liite 4. Muutokset ryhmän 4 lajeissa (CEPI 2013.)

Group 4					
Old Grade Number	Old Title	Old Description	New Grade Number	New Title	New Grade Description
4.01.02	Unused corrugated material	Unused boxes, sheets and shavings of corrugated board, with liners of kraft or testliner.	-		
4.04.01	Used kraft sacks with polycoated papers	Clean used kraft sacks. Wet-strength and non wet-strength. May include polycoated papers.	-		
4.05.01	Unused kraft sacks with polycoated papers	Unused kraft sacks. Wet-strength and non wet-strength, may include polycoated papers.	-		

Liite 5. Muutokset ryhmän 5 lajeissa (CEPI 2013.)

1 (3)

Group 5					
Old Grade Number	Old Title	Old Description	New Grade Number	New Title	New Grade Description
5.01	Mixed recovered paper and board	Unsorted paper and board, separated at source.	5.01.01	<i>mixed papers</i>	<i>A mixture of various paper grades that can be found in the groups 1 to 5.</i>
5.03	Liquid board packaging	Used liquid packaging board including used PE-coated liquid packaging board (with or without aluminium content), containing a minimum of 50% by weight of fibres, and the balance being aluminium or coatings.	5.03.00	<i>used liquid packaging board</i>	Used liquid packaging board <i>with plastic layer</i> (with or without aluminium content), containing a minimum of 50 % by weight of fibres.
			5.03.01	<i>unused liquid packaging board</i>	<i>Printed or unprinted shavings or sheets of liquid packaging board (with or without aluminium and/or plastic layer), containing a minimum of 50 % by weight of fibres.</i>
5.05	Wet labels	Used wet labels from wet-strength papers, containing a maximum of 1% glass content, and a maximum of 50% moisture, without other unusable materials.	5.05.00	wet labels	Used wet labels from wet-strength papers, containing a maximum of 1 % glass content, and a maximum of 50 % moisture, without other unusable materials.
			5.05.01	<i>dry labels</i>	<i>Labels made from wet-strength papers.</i>
			5.05.02	<i>labels with base layer</i>	<i>Label paper, release paper and label stock as well as from converting and dispensing of labels.</i>
			5.05.03	<i>paper release liner for self-adhesive labels</i>	<i>Release liner materials from the converting and dispensing of self-adhesive labels. Materials shall be free from labels, cores, and other contaminants.</i>

2 (3)

Group 5					
Old Grade Number	Old Title	Old Description	New Grade Number	New Title	New Grade Description
5.06	Unprinted white wet-strength woodfree papers	Unprinted white wet-strength woodfree papers	5.06.00	unprinted white wet-strength woodfree papers	Unprinted white wet-strength woodfree papers
			5.06.01	<i>Unprinted white and coloured wet-strength papers</i>	<i>Unprinted white and coloured in the mass wet-strength papers</i>
5.07	Printed white wet-strength woodfree papers	Printed white wet-strength woodfree papers	5.07.00	Printed white wet-strength woodfree papers	printed white wet-strength woodfree papers
			5.07.01	<i>printed white and coloured wet-strength wood-free papers</i>	<i>Printed white and coloured in the mass wet-strength woodfree papers</i>
			5.08.00	<i>cores</i>	<i>Shredded, hogged or unshredded solid cores from paper reels without metal ends</i>
			5.09.00	<i>carbonless copy paper (NCR)</i>	<i>Sheets or shavings of new carbonless copy paper (NCR)</i>
			5.10.00	<i>printed white envelope</i>	<i>White envelopes, printed on the inside with or without water soluble or latex glue and windows (plastic or glassine)</i>
			5.10.01	<i>mixed envelopes</i>	<i>Mixed white or coloured in mass envelopes with or without water soluble or latex glue and windows (plastic or glassine)</i>
			5.11.00	<i>blister pack</i>	<i>Packaging board with flat or moulded plastic part. May be board with plastic layers and inserts</i>

3 (3)

Group 5					
Old Grade Number	Old Title	Old Description	New Grade Number	New Title	New Grade Description
			5.12.00	used kraft sacks	Clean used kraft sacks. May be printed or unprinted or may be wet strength or non wet-strength. May include plastic layer papers.
			5.12.01	used kraft sacks with plastic layer papers	Clean used kraft sacks with plastic layer. May be printed or unprinted and may contain wet-strength or non wet-strength plies.
			5.13.00	unused kraft sacks	Unused kraft sacks. May be printed or unprinted and may be wet-strength or non wet-strength, and may also include papers with a plastic layer.
			5.13.01	unused kraft sacks with plastic layer papers and poly liners	Unused kraft sacks with plastic layer and poly liners. May be printed or unprinted and may contain wet-strength or non-wet-strength plies.
			5.14.00	used paper cups and other used tableware	Used paper cups and other tableware, including used plastic layered paper cups and tableware, containing a minimum of 75 % by weight of fibres.
			5.14.01	Unused paper cups and other tableware	Printed or unprinted shavings or sheets from the production of paper cups and other tableware, including plastic layered paper cups and tableware, containing a minimum of 75 % by weight of fibres.