



TEKNILLINEN TIEDEKUNTA

KARTONGIN VALMISTUS SUOMESSA

Laura Mikkonen

Ohjaaja: Elisa Koivuranta

PROSESSITEKNIIKAN TUTKINTO-OHJELMA

Kandidaatintyö

Lokakuu 2022

TIIVISTELMÄ

Tämä kandidaatintyö toteutettiin kirjallisuuskatsauksena. Työn päätavoitteena oli muodostaa lukijalle selkeä kokonaiskuva Suomessa tapahtuvasta kartongin valmistuksesta aina raaka-ainevalinnoista, valmistusprosesseihin ja kartongin jalosteisiin. Työssä pyrittiin selvittämään myös vuonna 2019 mediassakin laajasti huomioituun Oulun Stora Enson tuotantosuunnan muutokseen johtaneita syitä ja mahdollisia tulevaisuuden näkymiä.

Kartonki on paksurakenteinen, jäykkä ja monikerroksinen paperi. Se on kuljetus-, pakkaus- ja säilytysmateriaalina vanha keksintö. Kartonkia voidaan valmistaa kemiallisesta massasta, mekaanisesta massasta tai uusiomassasta. Suomessa on useita kartonkitehtaita, joissa valmistetaan useanlaisia kartonkityyppejä. Suomalainen kartonki on laadukasta, ja sitä käytetään esimerkiksi lääke- ja ruokapakkauksissa. Suurin osa Suomessa valmistetusta kartongista viedään ulkomaille.

Suomessa on kehitetty lukuisia kartonki-innovaatioita. Lähes aina innovaation taustalla on pyrkimys vähentää fossiilisia raaka-aineita ja kasvattaa kiertotalouden roolia raaka-aineiden lähteenä. Mansikkarasian muovin voi korvata pintakartongilla. Keskikokoisesta harvennusmännystä voidaan valmistaa noin 7000 muovitonta mansikkarasiaa. Tämä valinta vähentää 65 kiloa muovia raaka-aineena.

Tuotantosuunnan muutoksen taustalla on useimmiten paperin heikentynyt kysyntä ja kartongin kasvanut suosio. Jotta metsäalan yritykset säilyttäisivät elinvoimaisuutensa, on niiden vastattava muuttuvaan markkinaan lajinvaihdolla paperista kartonkiin.

ALKUSANAT

Kandidaatintyön suunnittelu- ja kirjoitusprojektit aloitettiin kesän 2019 aikana kesätöiden ohella. Elämä ei kuitenkaan aina soju suunniteltujen aikataulujen mukaan. Pitkän määräaikaisen oman alan työsuhteen ja onnellisimman mahdollisen perhetapahtuman johdosta tämä työ saavutti lopullisen muotonsa alkusyksystä 2022.

Erinomaista apua, tukea ja ymmärrystä muuttuvista elämäntilanteista kandidaatintyön tekemisen eri vaiheissa sain ohjaajaltani, lehtori Elisa Koivurannalta – parhaimmat kiitokset panoksestasi ja avustasi!

Kempeleessä, 13.10.2022

Laura Anniina Mikkonen

SISÄLLYSLUETTELO

TIIVISTELMÄ

ALKUSANAT

SISÄLLYSLUETTELO

1 JOHDANTO.....	5
1.1 Työn aihe	5
1.2 Kartongin määrittely, rakenne ja ominaisuudet	6
1.3 Kartongin historia.....	6
2 TUOTANNON KEHITYS MEILLÄ JA EUROOPASSA.....	8
2.1 Kartongin tuotanto ja vienti.....	8
2.2 Kartongin kulutus ja kysyntä.....	12
3 KARTONGIN VALMISTUS SUOMESSA.....	14
3.1 Raaka-aineet.....	14
3.1.1 Kemiaallinen massa.....	15
3.1.2 Mekaaninen massa.....	16
3.1.3 Uusiomassa	19
3.2 Valmistusprosessi.....	19
3.3 Suomen kartonkitehtaat	20
3.4 Suomalaiset kartonki-innovaatiot.....	24
4 TUOTANTOSUUNNAN MUUTOS STORA ENSON OULUN TEHTAALLA	26
5 YHTEENVETO	27
LÄHDELUETTELO	

1 JOHDANTO

1.1 Työn aihe

”Stora Enso aloittaa yt-neuvottelut Oulussa paperitehtaan mahdollisesta muuntamisesta pakkauskartonkitehtaaksi ja paperikoneen sulkemisesta” (Stora Enso Oyj 2019a). Kevään 2019 uutisoinnin myötävaikuttamana päädyin kandidaatintyössäni aiheeseen, jossa tarkastellaan kartongin valmistusta Suomessa.

Tässä kandidaatintyössä perehdytään tarkasti Suomessa tapahtuvaan kartongin valmistukseen. Työn tavoitteena on muodostaa selkeä ja täsmällinen kuva kartongin valmistukseen käytettävistä raaka-aineista, prosesseista ja itse lopputuotteesta sekä kartongin jalosteista.

Lisäksi kandidaatintyössä käsitellään tuotantosuunnan muutoksia. Työn yhtenä päätavoitteena on selvittää mahdollisimman tarkasti se, miksi tuotantosuunnan muutoksia tehdään ja mitä hyötyä muutoksista on. Tulevana hankkeena työssä tarkastellaan Stora Enso Oulu Oyj:n tuotantosuunnan muutosta, jossa paperikone valjastetaan tuottamaan kartonkia. Lisäksi työssä selvitetään, mitä Stora Enson Oulun kartonkitehtaalte kuuluu nyt vuonna 2022.

Kandidaatintyön suppean luonteen vuoksi työ on rajattu käsittelemään Suomessa tapahtuvaa kartongin valmistusta. Lisäksi Stora Enson Oulun tehtaalla tuotantosuunnan muutoksien ajankohtaisuuden takia on mielekästä tarkastella nimenomaan Suomessa tapahtuvaa kartongin valmistusta ja sen tulevaisuuden näkymiä. Toisaalta tässä kandidaatintyössä huomioidaan kartongin tuotannon kehitystä Suomessa ja muualla maailmassa.

Työ on toteutettu kokonaisuudessaan kirjallisuuskatsauksena paitsi aiheen ajankohtaisuuden myös sen universaalien luonteen vuoksi. Kirjallisuuskatsaus valikoitui menetelmäksi myös siksi, että se mahdollisti aiheen tutkimisen itsenäisesti ja omaan aikatauluun sovitusti.

1.2 Kartongin määrittely, rakenne ja ominaisuudet

Kartongilla tarkoitetaan paperia, joka on kankea ja paksu. Sen tausta ja pinta poikkeavat symmetrisyydeltään toisistaan, eli ne ovat keskenään erilaisia. Kartonkia voidaan pitää yhtenä nykyajan monipuolisimmista ja tärkeimmistä hyödykkeistä. Kartonki onkin yleisesti käytetty pakkausmateriaali (Hägglom-Ahnger & Komulainen 2006, s. 8–9; Kiviranta 2000, s. 55).

Rakenteeltaan kartonki on usein monikerroksista paperia. Se rakentuu useista erilaisista kuitukerroksista. Kartonki voi esimerkiksi koostua pinta-, keski- ja taustakerroksesta. Monikerroksisuus mahdollistaa sen, että kuhunkin kartongin kerrokseen voidaan vaikuttaa erikseen. Tällöin voidaan hyödyntää esimerkiksi erilaisia raaka-aineita eri kerroksissa. Haluttua kartonkilajia tuotetaan vaikuttamalla kartongin eri kerroksiin. (Hägglom-Ahnger & Komulainen 2006, s. 8–9; Metsäyhdistys 2019a)

Kartongilla on kaksi keskeistä ja toivottua tuoteominaisuutta, joita ovat jäykkyys ja painettavuus. Jäykkyyteen voidaan vaikuttaa kartongin paksuudella eli neliömassalla: mitä suurempi on neliömassa, sitä paksumpi on kartonki. Kartongin neliömassa vaihtelee välillä 150–600 g/m². Muita kartongin ominaisuuksia ovat esimerkiksi lujuus ja läpinäkyttömyys. (Hägglom-Ahnger & Komulainen 2006, s. 9)

Kartonkeja on useita erilaisia, ja ne jaotellaan kolmeen eri kategoriaan: sisäpakkaukset, ulkopakkaukset ja erikoiskartonkit. Sisäpakkaukset ovat käytössä esimerkiksi ruoka- ja lääketeollisuudessa. Ulkopakkaukset käytetään lainereina eli tasaisina pahilevyinä, joiden väliin jää aaltopahvikerros ja aallotuskartonkina. Ulkopakkaukset on vanha pakkausmateriaali, joka on säilyttänyt kilpailukykyä monissa pakkaussovelluksissa. Erikoiskartonkeja ovat muun muassa hylsy- ja tapettipohjakartonkit. (Kiviranta 2000, s. 55, 64; Metsäyhdistys 2019b)

1.3 Kartongin historia

Kartongin historia esitellään tässä työssä paperin historian avulla. Ihmisellä on aina ollut tarve ilmaista itseään ja tahtoaan paitsi puhumalla myös kirjoittamalla. Ennen kuin tietoa pystyttiin tallentamaan ja siirtämään sukupolvelta toiselle, täytyi paperin syntyä ja

kehittyä nykyiseen muotoonsa sekä erilaisiin paperin jalosteisiin, kuten kartonkiin. (Putkonen 1997, s. 7)

Muinaisina kirjoitusalusina voidaan pitää esimerkiksi luolien seinämiä, savitauluja ja puulevyjä. Paperin esiasteeksi kehittyi kuitenkin materiaali, jonka liitämme ominaisuuksiltaan tämänpäiväiseen paperiin: papyrus. Nykyinen paperi on myös nimetty papyruksen mukaan. Seuraavaksi kirjoitusalusana ryhdyttiin käyttämään pergamenttia, jota valmistettiin muun muassa vuohen ja lampaan nahasta. (Hägglom-Ahnger & Komulainen 2006, s. 9–10; Putkonen 1997, s. 13–24)

Varsinaisen paperin synnyinmaana voidaan pitää Kiinaa. Valmistusmenetelmä levisi Kiinasta myöhemmin maailmalle. Kiinalaisten suosima suotautumismenetelmä hallitsi paperin valmistusta aina 1700 vuoden ajan. Euroopan ja ensimmäisenä Espanjan paperin valmistuksen idea saavutti 1100-luvun puolivälissä. Sittemmin käsipaperin tärkeimmiksi valmistusmaiksi muodostuivat Saksa, Italia ja Ranska. (Hägglom-Ahnger & Komulainen 2006, s. 10–11)

Paperi- ja kartonkiteollisuuden syntyhistoriassa on maailmalla monia merkittäviä virstanpylväitä. Vuosina 1450–1455 keksittiin kirjapainokone. Hienontajakone eli hollanteri keksittiin vuonna 1680. Kloorikaasun käyttö massan valkaisuun aloitettiin vuonna 1774. Ensimmäinen paperikone otettiin käyttöön vuonna 1799 Ranskassa. (Hägglom-Ahnger & Komulainen 2006, s. 11–13)

Suomessa paperin ja kartongin valmistamisen merkkipaaluina voidaan pitää ensimmäistä paperimyllyä (vuosi 1667), ensimmäistä paperikonetta (vuosi 1842) ja toista paperikonetta (vuosi 1850). Ensimmäinen sulfaattisellua valmistava tehdas avattiin Suomessa vuonna 1879. (Hägglom-Ahnger & Komulainen 2006, s. 13)

Pakkausalan historia on vuosituhansia vanha. Pakkausmateriaaleja käytettiin elintarvikkeiden kuljetukseen ja säilytykseen sekä kestokulutushyödykkeisiin. Kulutus alkoi kasvaa teollisen vallankumouksen aikoihin, mutta erikoistunut pakkausteollisuus syntyi vasta nyky-yhteiskunnassa. (Karhuketo ym. 2004)

2 TUOTANNON KEHITYS MEILLÄ JA EUROOPASSA

Seuraavissa alaluvuissa tarkastellaan suomalaista kartongin tuotantoa ja kulutusta sekä tuotannon kehitystä. Lisäksi selvitetään vastaavia tietoja Euroopassa tapahtuvasta kartongin valmistuksesta. Suomessa tapahtuvan kartongin tuotannon menestyminen on täysin riippuvainen siitä, miten se pystyy vastaamaan maailmanlaajuiseen kilpailuun (Hägglom-Ahnger & Komulainen 2006, s. 18).

Kandidaatintyössä hyödynnetyt grafiikat ovat Metsäteollisuus ry:n esittämiä. Kuvissa ja kuvaajissa esitetyt tiedot ovat peräisin joko Suomen tullin tai CEPI:n eli Euroopan paperiteollisuuden järjestön aineistoista. Lisäksi grafiikoissa esiintyviä tietoja on täsmennetty ja havainnollistettu esimerkein muun lähdemateriaalin avulla.

2.1 Kartongin tuotanto ja vienti

Paperin keksimisen ja tuotantomenetelmien kehittymisen myötä kartonkiteollisuutta voidaan pitää nykypäivän yhtenä johtavista suurteollisuuden aloista koko maailmassa. Tuotannon kasvussa keskeisessä roolissa on ollut tekniikan kehittyminen. Tehdas- ja konekokojen kasvattaminen on puolestaan mahdollistanut tuotantokapasiteetin suurenemisen. (Hägglom-Ahnger & Komulainen 2006, s. 13)

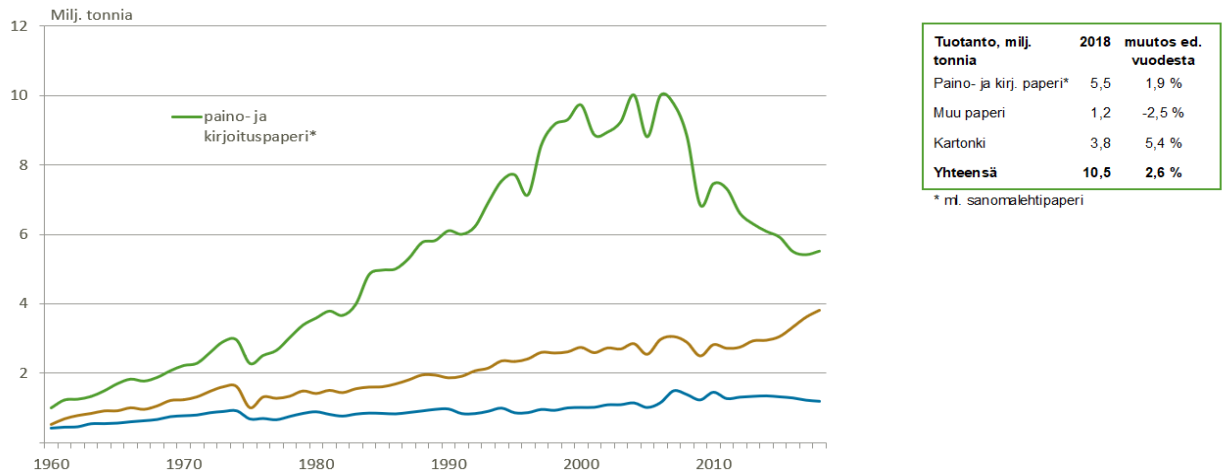
Kuvasta 1 käy ilmi kartongin tuotannon kehitys Suomessa vuodesta 1960 vuoteen 2018 mennessä. Kuvaajasta voidaan nähdä kartongin tuotannon trendin olevan pääasiallisesti tasaisesti kasvava. Lisäksi kuvaajasta voidaan päätellä se, että tyypillisesti kartongin tuotannon saavutettua tuotannollisen huippuvuotensa seuraa sitä tuotannollinen notkahdus, kuten vuonna 2014. Kuvaajasta käy ilmi myös se, että kartongin tuotannon kehitys Suomessa on ollut voimakkainta vuodesta 2016 alkaen.

Esimerkiksi alkuvuodesta 2016 kartonkia tuotettiin Suomessa 830 000 tonnia. Tuotantomäärä kasvoi siten 8,4 prosenttiyksikköä verrattuna samaan tarkasteluajanjaksoon vuonna 2015. Tuotantolukujen kasvuun on selkeästi vaikuttanut kartonkiteollisuuden uudet investoinnit. (Metsäteollisuus ry 2016)

Suomen alkuvuoden 2018 viennin ja tuotannon kasvua selittävät paitsi tehdyt investoinnit myös kartongin hyvä kysyntä. Suomen kilpailukykyyn on myötävaikuttanut myös

Ruotsin kartonkiteollisuuden kohtaamat puunsaantivaikkeudet. (Luonnonvarakeskus 2018) Luonnonvarakeskuksen mukaan suomalaisen kartongin tuotannon ennuste vuodelle 2019 on 3,9 miljoonaa tonnia. Ennusteen toteutuessa tarkoittaisi se kasvua edellisvuoteen verrattuna 3 prosenttiyksikön verran. (Luonnonvarakeskus 2019)

Paperin ja kartongin tuotannon kehitys



Kuva 1. Paperin ja kartongin tuotannon kehitys Suomessa vuosina 1960–2018 (Metsäteollisuus ry 2019a).

Kuvassa 2 havainnollistetaan vuonna 2018 Suomessa tuotettua kartongin määrää suhteessa muihin samana vuonna tuotettuihin paperilajeihin. Kuvasta 2 on nähtävissä, että yli kolmasosa (36 %) tuotetuista paperilajeista on kartonkia. Vuonna 2018 kartonkia tuotettiin Suomessa 3,8 miljoonaa tonnia. Kartonkin tuotanto kasvoi 5,4 prosenttiyksikköä 2017 vuoden kartongin tuotannosta.

Paperin ja kartongin tuotanto lajeittain 2018

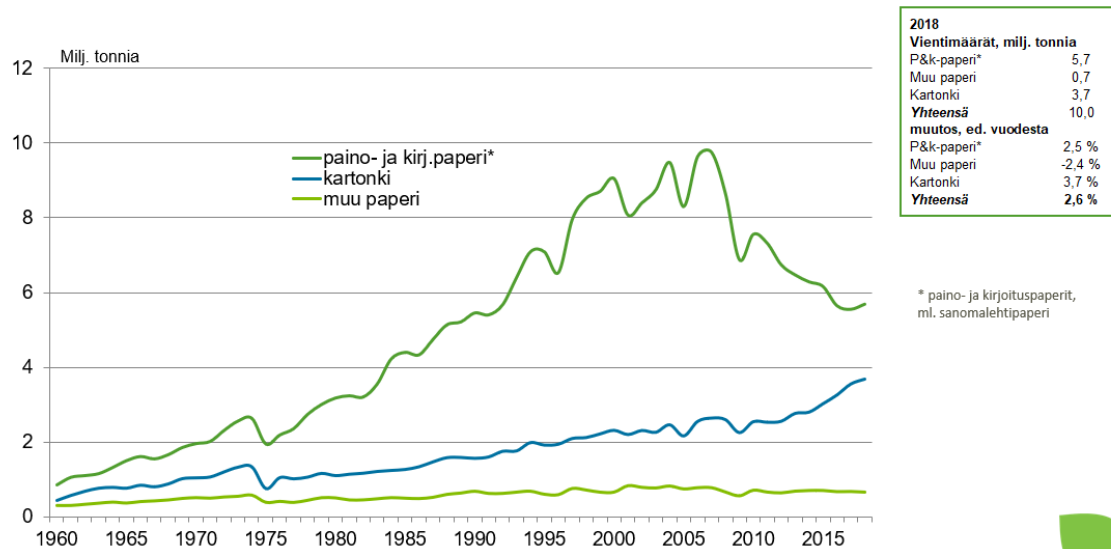


Kuva 2. Paperin ja kartongin tuotanto Suomessa vuonna 2018 lajeittain (Metsäteollisuus ry 2019a).

Verrattaessa kuvan 1 kuvaajaa ja kuvan 3 kuvaajaa voidaan havaita, että kuvaajat ovat lähes identtiset. Tästä voidaankin päätellä, että melkein kaikki Suomessa tuotettu kartonki viedään vientituotteena ulkomaille. Kuvista 1 ja 3 nähdään, että vuonna 2018 tuotetusta 3,8 miljoonasta kartonkitonnista vietiin ulkomaille jopa 3,7 miljoonaa tonnia. Kuvan 3 mukaan kartongin vienti ulkomaille kasvoi vuodesta 2017 vuoteen 2018 mennessä 3,7 prosenttiyksikköä.

Luonnonvarakeskuksen ennusteen mukaan Suomessa valmistetusta kartongista lähes kaikki, eli 3,8 miljoonaa tonnia, viedään metsäteollisuustuotteena ulkomaille. Viennissä kasvua tapahtuisi täten vuoteen 2018 verrattaessa 3 prosenttiyksikköä. Vuoden 2019 kartongin tonnimäärän vientihinnaksi arvioidaan 801 euroa. Vientihinnan kasvuksi odotetaan 2 prosenttiyksikköä edelliseen vuoteen verrattuna. (Luonnonvarakeskus 2018) Yksi merkittävimmistä vientiä hidastavista tekijöistä on kuitenkin huonompi kustannuskilpailukyky kuin muiden maiden kilpailijoilla (Metsäteollisuus ry 2016).

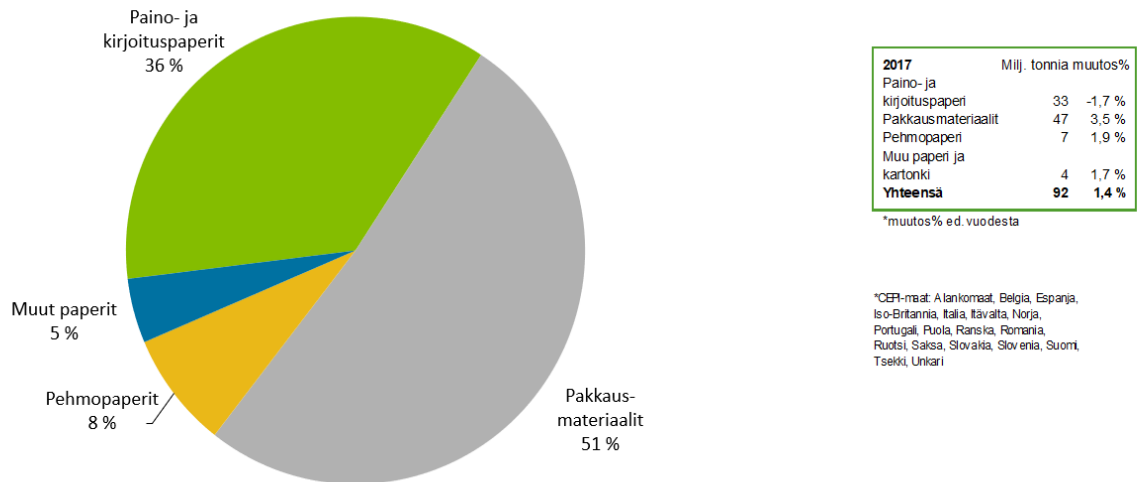
Paperin ja kartongin vienti



Kuva 3. Suomessa valmistetun kartongin viennin kehitys vuosina 1960–2018 (Metsäteollisuus ry 2019a).

Kuvassa 4 esitetään Euroopassa vuonna 2017 tuotettujen paperilajien prosenttimäärät. Pakkausmateriaaleja, johon kartongit kuuluvat, tuotettiin tuolloin yli puolet (51 %) kaikista paperilajeista. Kartonkia tuotettiin Euroopassa yhteensä 47 miljoonaa tonnia. Kartonkituotannon määrä kasvoi vuoteen 2016 verrattuna koko Euroopan alueella 3,5 prosenttiyksikköä.

Paperin ja kartongin tuotanto lajeittain Euroopassa 2017



Kuva 4. Euroopassa tuotetun paperin ja kartongin prosenttimäärät lajeittain (Metsäteollisuus ry 2019a).

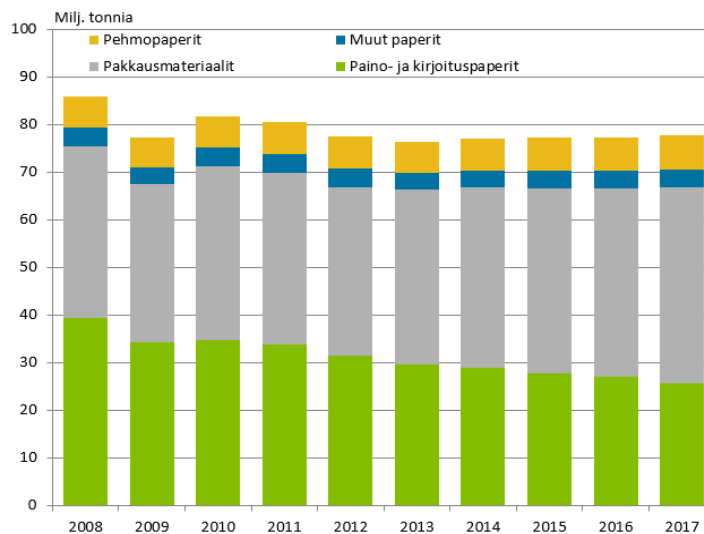
Kuvista 2 ja 4 saatavan tiedon mukaan Suomessa valmistetaan enemmän paperia kuin kartonkia. Euroopan alueella puolestaan kartonkia valmistetaan jo enemmän kuin muita paperilajeja yhteensä. Toisaalta samoista kuvista voidaan havaita se, että Suomessa kartongin tuotanto kasvoi edellisvuoteen verrattuna enemmän kuin Euroopan alueella. Tosin eroja Suomen ja Euroopan tuotantomäärien välillä selittää hieman se, että Suomen tuotanto on esitetty vuodelta 2018, kun taas Euroopan tuotanto on vuodelta 2017.

2.2 Kartongin kulutus ja kysyntä

Kuten kartongin vientiä ja tuotantoa käsittelevässä aluvussa todettiin, Suomessa tuotetusta kartongista jää Suomeen hyvin pieni osa. Jopa 98 prosenttia tuotannosta viedään ulkomaille (Lukkari 2018). Kuvien 1 ja 3 kuvaajien lähes täydellisen identtisyyden perusteella voidaan todeta, että kartongin viennin ja kulutuksen suhde on vuosina 1960–2018 säilynyt samana. Esimerkiksi vuonna 2019 ennustetaan Suomessa tapahtuvan kartongin kuluttamisen määräksi 0,1 miljoonaa tonnia (Luonnonvarakeskus 2019). Toisaalta kulutettavan kartongin määrä on kasvanut samalla tarkastelujaksolla tasaisesti.

Euroopan pakkausmateriaalien eli kartongin kulutusta vuosina 2008–2017 on havainnollistettu kuvan 5 diagrammin avulla. Kuvasta nähdään se, että Euroopan kartongin kulutus on tarkastelujaksona säilynyt melko tasaisena. Vuodesta 2013 lähtien kartongin kulutus on kuitenkin noussut maltillisesti mutta tasaisesti vuosi vuodelta. Vaikka kartongin kulutuksen kasvu näyttäisi olevan nousussa, se ei kuitenkaan ole kasvattanut kaikkien paperilajien yhteiskulutuksen määrää.

Euroopan paperin ja kartongin kulutus lajeittain



2017	Milj. tonnia	muutos%
Paino- ja kirjoituspaperit	26	-4,9 %
Pakkausmateriaalit	41	3,7 %
Pehmopaperit	7	1,8 %
Muut paperit	4	3,2 %
Kulutusyhteensä	78	0,5 %

*muutos% ed. vuodesta

*CEP-maat: Alankomaat, Belgia, Espanja, Iso-Britannia, Italia, Itävalta, Norja, Portugal, Puola, Ranska, Romania, Ruotsi, Saksa, Slovakia, Slovenia, Suomi, Tshekki, Unkari

Kuva 5. Euroopan kartongin kulutus vuosina 2008–2017 (Metsäteollisuus ry 2019a).

Kartongin globaali, kasvava kysyntä on mahdollistanut tuotannon kasvattamisen myös Suomessa. Kysyntään on vastattu uusien investointien kautta. (Horne ym. 2017) Luonnonvarakeskuksen teettämän suhdannekatsauksen mukaan vuosina 2018–2019 kartongin kysyntä tulee säilymään Euroopan alueella tasaisena eikä kartongin hinnoissa tapahdu suuria muutoksia. Kartongin kysyntä nähdään vakaana jatkossakin. (Luonnonvarakeskus 2018)

Pöyryn (2016) teettämän raportin mukaan pakkauskartonkien kysyntä on nousujohteinen. Pelkästään Euroopassa kokonaiskulutuksen uskotaan kasvavan vuoden 2014 40 miljoonasta tonnista 49 miljoonaan tonniin vuoteen 2030 mennessä.

3 KARTONGIN VALMISTUS SUOMESSA

Suomen merkittävimpiä vientituotteita vuonna 2018 olivat kartonki ja paperi. Kartonkia tuotettiin tuolloin 3 820 000 tonnia/m³. Metsäteollisuuden tuotteista kartongilla oli vuonna 2018 korkein vienti-intensiteetti: Suomessa valmistettu kartonki vietiin 96-prosenttisesti ulkomaille. (Metsäteollisuus ry 2018)

3.1 Raaka-aineet

Paperin valmistuksessa käytetään eri puulajien kuituja. Tärkeimpiä kuituraaka-aineita ovat havu- ja lehtipuut. Valmistuksessa voidaan käyttää myös sellaisia kuituja, jotka eivät ole puukuituja. Muita kuin puuperäisiä kuituraaka-aineita ovat esimerkiksi kaislat ja oljet. Perinteisesti tärkein paperin valmistamiseen käytetty kuituraaka-aine on ollut havupuut. (Levlin 1983, s. 27, 30)

Valmistuksessa käytettävät raaka-aineet riippuvat siitä, mitä kartonkilajia halutaan tuottaa. Kukin kartonkilaji koostuu lajille ominaisesta massasta, jossa on tietynlainen kuitukoostumus, täyteaineet, liimaukset ja tarvittavat apu- sekä lisäaineet. Massan sisältämällä raaka-aineilla pystytään vaikuttamaan haluttuihin ominaisuuksiin. (Häggbloom-Ahnger & Komulainen 2006, s. 14)

Kartongin yksi tärkeimmistä ominaisuuksista on lujuus, sillä kartongin ensisijainen tehtävä on suojata tuotetta. Toisinaan valmistettavalla kartonkituotteella voi olla keskenään ristiriidassa olevia, toivottuja ominaisuuksia. Tällöin kartonkilajin valinnassa tehdään raaka-aineiden välillä kompromisseihin perustuvia valintoja. (Häggbloom-Ahnger & Komulainen 2006, s. 14)

Massalajien erilaiset tekniset ominaisuudet saadaan aikaan erilaisilla kuituraaka-aineilla ja massanvalmistusmenetelmillä. Kutakin käyttötarkoitusta varten massa valitaan valmistettavan lajin vaatimusten perusteella. (Levlin 1983, s. 31) Kartonkien valmistusprosessissa käytetään kemiallista massaa eli sellua, mekaanista massaa ja uusiomassaa.

3.1.1 Kemiallinen massa

Kemiallista massaa kutsutaan selluksi. Se on kartongin valmistuksen puupohjainen raaka-aine. Kemiallinen massa on siten uusiutuva raaka-aine, joka on myös biohajoavaa. Kemiallisen massanvalmistuksen lopputuotteena saatava massa on sangen puhdasta selluloosaa. (Hägglom-Ahnger & Komulainen 2006, s. 31; UPM 2019a)

Kemiallinen massanvalmistus perustuu puukuitujen erottamiseen niitä sitovasta ligniinistä. Prosessia kutsutaan kemialliseksi kuidutukseksi. Koska puukuitujen erotus tapahtuu joko täysin ilman mekaanista käsittelyä tai hyvin vähällä mekaanisella käsittelyllä, säästää se kuituja mekaaniselta rasitukselta. Täten kemiallisesti valmistettuja massoja käytetäänkin kestävyttä ja lujuutta vaativien tuotteiden valmistuksessa. (Gulichsen 1999, s. 28; Hägglom-Ahnger & Komulainen 2006, s. 31; Klemetti ym. 2001, s. 73)

Kuitujen vapauttamisessa hyödynnetään sekä lämpö- että kemikaalimenetelmiä. Ligniinin erottaminen kuiduista ei kuitenkaan onnistu selektiivisesti. Prosessissa erottuu ligniinin lisäksi myös muita komponentteja, kuten hemiselluloosaa. Koska kemiallisessa massanvalmistuksessa ei pystytä täydelliseen selektiivisyyteen ligniinin suhteen, valmistusmenetelmän kokonaissaanto pienenee. Tyypillisesti kemiallisten massojen valmistuksessa saanto on pienempi kuin mekaanisten massojen saanto, sillä noin puolet puusta liukenee keitossa. Tämä tarkoittaa siten sitä, että valmistettaessa 1 000 kiloa kemiallista massaa tarvitaan sitä varten vähintään 2 000 kiloa puuta. (Hägglom-Ahnger & Komulainen 2006, s. 31; Klemetti ym. 2001, s. 73)

Kemiallisessa massanvalmistuksessa puuta käsitellään kemiallisesti; massaa valmistetaan joko sulfiitti- tai sulfaattikeitolla. Keittomenetelmissä käytetään erilaisia keittokemikaaleja. Sulfiittikeitossa käytetään happamia kemikaaleja, kuten kalsiumbisulfiittiliuosta. Sulfaattikeiton kemikaalit ovat emäksisiä, kuten natriumhydroksidi ja natriumsulfidi. Lujuusominaisuuksiltaan sulfiittimassa on heikompaa kuin sulfaattimassa. (Hägglom & Ranta 1971, s. 10–11; Hägglom-Ahnger & Komulainen 2006, s. 31; Klemetti ym. 2001, s. 73)

Suomessa kemiallisen massan valmistuksen päämenetelmänä on sulfaattikeitto, sillä siinä vapautuu sulfiittikeittoa vähemmän rikkipestöjä. Muualla maailmassa käytetään vielä

myös sulfiittikeittoa kemiallisen massan valmistamiseksi. (Häggbloom-Ahnger & Komulainen 2006, s. 31; Klemetti ym. 2001, s. 73)

Kemiallisia massoja voidaan valmistaa kahdella erilaisella keittolaitteistolla, joita ovat jatkuvatoimiset keittimet ja eräkeittimet. Kun massa on valmis, siitä poistetaan keittoliemi. Tätä seuraa massan lajittelu ja mahdollinen valkaisu. Liuenneen puuaineen palaminen synnyttää energiaa, joka kerätään talteen sähköinä ja höyrynä. Vapautuvat keittokemikaalit vapautuvat polttamisessa, ja ne hyödynnetään uuden keittoliuoksen valmistuksessa. (Häggbloom-Ahnger & Komulainen 2006, s. 32)

Keitosta saatu massa sisältää jonkin verran jäännösligniiniä. Massan valkaisun avulla jäännösligniinistä pyritään pääsemään eroon. Valkaisu voi olla joko kloori-, otsoni- tai happivalkaisua. Mikäli massa on valmistettu ilman kloorikaasua, sitä nimitetään ECF-massaksi. Jos taas massan valkaisussa ei ole käytetty minkäänlaisia kloorikemikaaleja, on kyseessä TCF-massa. Valkaisematon sulfaattisellu on ruskeaa. (Häggbloom-Ahnger & Komulainen 2006, s. 32)

Sulfaattimassa, joka on valmistettu pitkäkuituisesta havupuusta, on lujaa massaa. Siksi sitä käytetään tuotteissa, joissa lujuus on haluttu ominaisuus. Valkaisemattomalla havupuusulfaattimassalla on paremmat lujuusominaisuudet kuin valkaistulla havupuusulfaattimassalla. Koska valkaisemattomalla ja valkaistulla havupuusulfaattimassalla on erilaiset lujuusominaisuudet, käytetään niitä erilaisten jalosteiden valmistukseen; valkaisematonta havupuusulfaattimassaa käytetään lainerin valmistuksessa, kun taas valkaistua havupuusulfaattimassaa käytetään antamaan lujuutta ja ajettavuutta painopapereille. (Häggbloom-Ahnger & Komulainen 2006, s. 32)

Lehtipuukuidut ovat ohuempia kuin havupuukuidut. Tämän takia lehtipuutonissa on enemmän kuituja kuin havupuutonissa. Kuitujen suurempi määrä vaikuttaa etenkin optisiin ominaisuuksiin. Täten lehtipuumassoja käytetäänkin valkoisten kartonkilajien ja hienopaperin valmistuksessa. (Häggbloom-Ahnger & Komulainen 2006, s. 32)

3.1.2 Mekaaninen massa

Mekaanisten massojen valmistuksessa kuitujen erotukseen käytetään pääasiallisesti vain mekaanista työtä. Valmistettavat massat jaetaan mekaanisen rasiustavan mukaan syntyneisiin tuotteisiin: hierteisiin ja hiokkeisiin. Mekaanisista massoista hierteet

valmistetaan hiertoprosessilla, kun taas hiokkeet valmistetaan hiontaprosessilla. (Hägglom-Ahnger & Komulainen 2006, s. 15, 32; Hägglom & Ranta 1971, s. 9)

Mekaaninen massa koostuu erikokoisista partikkeleista, väljakeesta, pitkäkuitujakeesta ja hienoaineksesta. Mekaanisessa massassa on vähän pitkiä kuituja ja paljon hienoainesta. Lisäksi mekaanisen massan sisältämät kuidut ovat rikkonaisia, mikä johtuu niiden valmistustavasta. Koska mekaaninen massa sisältää paljon ligniiniä, tekee se kuiduista huonosti sitoutuvia ja jäykkiä. (Hägglom-Ahnger & Komulainen 2006, s. 15, 33)

Lyhytkuituisuuden ja runsaan ligniinin takia mekaaniset massat ovat lujuusominaisuuksiltaan heikompia kuin kemialliset massat. Mekaanisten massojen hienoaines antaa paperille kuitenkin hyvät pintaominaisuudet. Toisaalta mekaanisten massojen suuri ligniinipitoisuus aiheuttaa heikon lujuusominaisuuden lisäksi mekaanisista massoista valmistetuiden tuotteiden kellastumisen. (Hägglom-Ahnger & Komulainen 2006, s. 15, 33; Levlin 1983, s. 44)

Mekaanisen massanvalmistuksen kuidutuksen osaprosessissa puun sisältämä ligniini pehmitetään ja erotetaan erilaisin menetelmin. Kuidutuksessa hyödynnetään lämpöä, vettä ja toistuvaa rasiutusta. Mekaaninen massanvalmistus ei siten perustu komponenttien liuottamiseen. Mekaanisten massojen saanto vaihtelee 96:n ja 98 %:n välillä. Saanto onkin lähes kaksi kertaa suurempi kuin kemiallisten massojen saanto. Kun kuitumateriaali on saatu irrotettua puuaineksesta, kuitujen mekaaninen käsittely jatkuu. Mekaaninen käsittely päättyy, kun massalla on haluttu hienousaste, joka ilmoitetaan freeness-luvun avulla. (Hägglom-Ahnger & Komulainen 2006, s. 32)

Mekaanisin menetelmin voidaan valmistaa mekaanista hakemassaa eli hierrettä. Mekaanisen massan puuraaka-aineena on havupuista valmistettu hake, joka kuiduttuu levyjauhien pyörivien terien välissä. Hakkeen syöttö tapahtuu jauhimen terien väliin. Kun hakepalat kulkeutuvat pyörivien terien teräraosta, ne pienentyvät ja murskautuvat. Tällöin tapahtuu hakepalon kuituuntuminen, jolloin kuidut irtoavat yksittäisiksi kuiduiksi. Hierteen valmistukseen käytetään kartio- tai levyjauhimia. (Hägglom & Ranta 1971, s. 10; Klemetti ym. 2001, s. 57)

Kuituuntuminen vaatii sekä lämpöä että mekaanisia iskuja. Apuaineina käytettävät kemikaalit pehmentävät ligniiniä. Käytettävien kemikaalien myötä kuidutus tapahtuu helpommin, jolloin kuidut eivät vahingoitu niin helposti. (Klemetti ym. 2001, s. 57)

Mekaanisin menetelmin voidaan valmistaa hierteen lisäksi myös toista tuotetta: hioketta. Hionta perustuu kuitujen repimiseen hiomakiven avulla. Repiminen kuitenkin vahingoittaa kuituja, mikä vaikuttaa puolestaan esimerkiksi lujusominaisuuksiin. Hiontaprosessissa kuorittuja puupöllejä painetaan sivuttain pyörivää hiomakiveä vasten. Hiomakoneita on useita erilaisia. Ne jaotellaan tyypillisesti kolmeen eri ryhmään: 1. painehiomakoneet, 2. uunihiomakoneet ja 3. ketjuhiomakoneet sekä jatkuvasyöttöiset hiomakoneet. (Hägglom-Ahnger & Komulainen 2006, s. 32–33; Hägglom & Ranta 1971, s. 9; Klemetti ym. 2001, s. 38)

Prosessi perustuu nopeaan värähtelyyn, jossa kuidut vuorotellen painautuvat kasaan ja palautuvat alkuperäiseen muotoonsa. Värähtely saadaan aikaan hiontakiven pinnassa olevien hiontarakeiden avulla. Värähtely synnyttää lämpöä, joka heikentää käsiteltävää puusta joitakin kymmeniä solukerroksia. Hionnan värähtelytaajuus on 40 000–50 000 iskua sekunnissa. (Hägglom-Ahnger & Komulainen 2006, s. 32–33; Klemetti ym. 2001, s. 38)

Hiontaprosessissa käytetään vettä voitelevana aineena hiontarakeiden ja puun kuitujen välillä. Vedellä onkin hiontaprosessissa merkittävä rooli, sillä vedellä on kitkaa pienentävä vaikutus. Lisäksi vesi toimii värähtelyjen välittäjänä. Koska hiontaprosessissa muodostuu lämpöä, vedellä on myös tärkeä tehtävä puun pinnan jäähdyttäjänä. Vesi myös estää hiottavan puun palamisen. (Hägglom-Ahnger & Komulainen 2006, s. 32–33; Klemetti ym. 2001, s. 38)

Useimmiten mekaanista massaa käyttävät kartonkitehtaat valmistavat tarvittavan massan itse. Mekaanista massaa käytetään kartonkiteollisuudessa monikerroskartonkien välikerroksiin. Mekaanisten massojen hyvän saannon takia pyritään maksimoimaan niiden käyttö eri kartonkilajien sisäkerroksissa taloudellisten syiden takia. (Hägglom-Ahnger & Komulainen 2006, s. 34; Levlin 1983, s. 44)

3.1.3 Uusiomassa

Uusiomassan raaka-aineena käytetään keräyskuituja, joita saadaan esimerkiksi kierrätettävästä paperista ja kartongista. Kierrätettävällä paperilla ja kartongilla tarkoitetaan papereita ja kartonkeja, jotka palautetaan kierrätyksen avulla paperitehtaalte uusiokäyttöä varten. Ennen kuin keräyskuituja voidaan hyödyntää uudelleen raaka-aineena, tulee kierrätettävästä paperista poistaa esimerkiksi painomuste. Poistoprosessia nimitetään siistaukseksi. (Hägglom-Ahnger & Komulainen 2006, s. 15; Klemetti ym. 2001, s. 68)

Uusiomassan kuidut käyttäytyvät eri tavalla paperin valmistuksessa kuin tuoret kuidut. Tämä johtuu siitä, että uusiomassan kuidut ovat vähintään kerran aikaisemmin käyneet läpi paperin valmistukseen kuuluvat vaiheet: jauhatus, kemikaalien lisäys ja kuivatus. Uusiokuidun seinämien turpoaminen estyy uusiokäytössä, koska uusiokuidun seinämät ovat kovettuneet, mikä johtuu kuivauksen aiheuttamista kuidun rakennemuutoksista. Turpoamattomien kuitujen ongelmana on lyhytkuitujakeisuus ja kuitujen katkeilu, joka aiheuttaa hienoaineksen syntymistä. Täten uusiomassoilla on heikommat lujuusominaisuudet kuin tuoreilla massoilla. (Klemetti ym. 2001, s. 7; Levlin 1983, s. 27)

Uusiomassoissa esiintyviä ominaisuuksia pystytään kuitenkin kehittämään joko kemiallisesti tai mekaanisesti jauhatusta hyödyntäen. Esimerkiksi kemiallisen käsittelyn avulla voidaan turvottaa ja vaalentaa kuituja. Parantamisprosessin myötä kuitujen lujuusominaisuudet kasvavat ja sitomiskyky paranee. (Klemetti ym. 2001, s. 71)

Uusiomassalla on maailmanlaajuisesti suuri merkitys paperiteollisuuden raaka-aineena, ja sen merkitys on edelleen selvässä kasvussa. Toisaalta uusiokuitujen keräys ja käyttö kartongin valmistamiseen vaihtelee maittain. Keräykseen ja käyttöön vaikuttavat muun muassa uusiokuitujen saatavuus, lainsäädäntö ja taloudellisuus. (Hägglom-Ahnger & Komulainen 2006, s. 15; Klemetti ym. 2001, s. 68)

3.2 Valmistusprosessi

Kartongin valmistusprosessi muistuttaa pääpiirteiltään paperin valmistusprosessia. Yksi olennaisimmista eroista kartongin ja paperin valmistuksen välillä on ero lopputuotteen kerroksellisuudessa. Kartonki on tyypillisesti monikerroksinen tuote, kun taas paperi on

yksikerroksinen tuote. (Häggbloom-Ahnger & Komulainen 2006, s. 8–9) Valmistusprosessiin liittyy olennaisesti kartonkimassan valmistamiseen käytettävät raaka-aineet ja kartonkimassan valmistus (ks. alaluku 3.1).

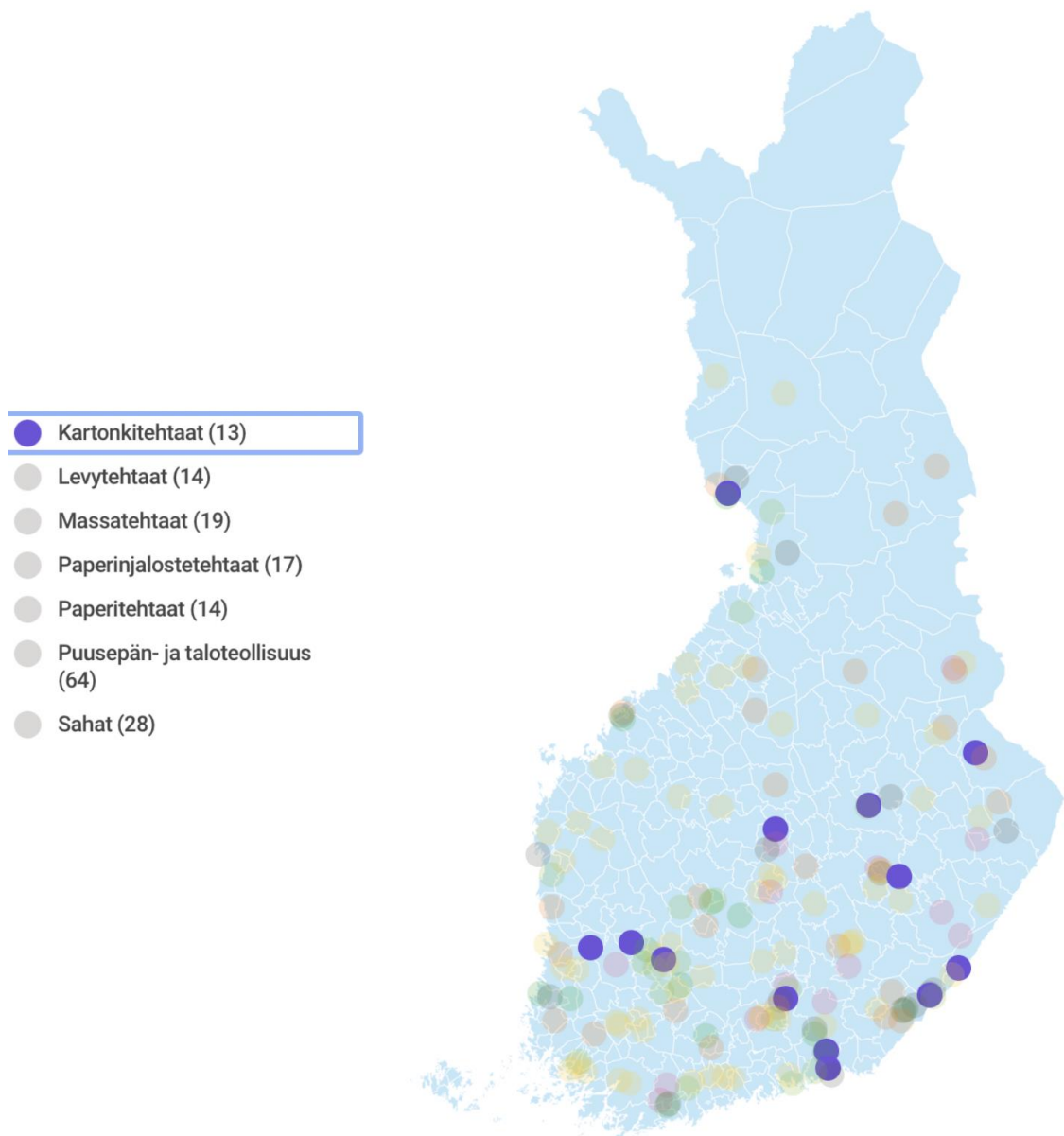
Kartonkikoneen perälaatikko, viiraosa ja puristososa muodostavat kartonkikoneen märkäpään. Kartonkimassa syötetään laimennettuna perälaatikosta kartonkikoneen viiraosalle. Viiraosan tehtävänä on muodostaa raina: se poistaa massarainan sisältämän veden ja kasvattaa massarainan kuiva-ainepitoisuutta. Kartonkikoneissa voi olla useita viiraosia, joiden avulla saadaan valmistettua monikerroksista kartonkia. Viiraosaa seuraa puristososa, jossa viiraosan tavoin rainan kuiva-ainepitoisuus kasvaa ja vesipitoisuus vähenee. Puristosalta raina ohjataan kartonkikoneen kuivatusosalle, jossa rainasta haihdutetaan vettä siten, että kartonki saavuttaa halutun loppukosteuden. Näiden yksikköoperaatioiden jälkeen valmistettu konerulla ohjataan jälkikäsittelyyn. Konerullan jälkikäsittely riippuu lajista, jota valmistetaan. Jälkikäsittelyn vaihteita ovat esimerkiksi päällystys ja pituusleikkaus. (Häggbloom-Ahnger & Komulainen 2006, s. 15–16)

Kartongin monikerroksinen rakenne toteutetaan yhdistämällä useita märkiä kuitumattoja. Tämä voidaan toteuttaa kolmella eri tavalla: erillisten kerrosten muodostaminen kartonkikoneen viiraosilla, kuitukerroksen syöttäminen toisioperälaatikosta valmiin kuitukerroksen päälle tai kerrosrakenteen muodostaminen monikerrosperälaatikossa. (Häggbloom-Ahnger & Komulainen 2006, s. 9)

3.3 Suomen kartonkitehtaat

Alaluvussa 3.3 esitetään Suomen kartonkitehtaat vuodelta 2022 ja niiden toiminta lyhykäisyydessään. Lisäksi selvitetään, minkälainen kansainvälinen asema menestyneillä suomalaisilla kartonkitehtailla on. Lopuksi pohditaan hieman niitä tekijöitä, jotka myötävaikuttavat kartonkia tuottavan yrityksen menestykseen.

Vuonna 2022 eri puolella Suomea oli yhteensä 18 kartonkitehdasta. Osa kartonkitehtaista on esitetty kuvassa 6. Kartongin tuottajina oli 9 eri yritystä. Tuottajina olivat Hikinoro Oy (Vaajakoski), Kotkamills Oy (Kotka), Metsä Board Oyj (Kemi, Kyro, Simpele, Tako ja Äänekoski), Mondi Powerflute Ltd (Kuopio), Pankaboard Oy (Lieksa), Premium Board Finland Oy (Juankoski), Sonoco-Alcore Oy (Kotka), Corenso United Oy Ltd (Pori) ja Stora Enso Oyj (Inkeroinen, Kaukopää, Tainionkoski, Heinola, Varkaus ja Oulu).



Kuva 6. Osa Suomen kartonkitehtaista vuonna 2021 (Metsäteollisuus ry 2021).

Kuten listauksesta huomataan, Metsä Board Oyj:llä ja Stora Enso Oyj:llä on kummallakin useampi kartonkitehdas. Seitsemällä muulla kartonkia tuottavalla yrityksellä on omistuksessaan yksi kartonkitehdas. Kartonkitehtaat eivät suinkaan kaikki valmista samanlaista kartonkia. Suomessa tuotetaan useita erilaisia kartonkilajeja, kuten taivekartonkia, kuluttajapakkauskartonkia ja erilaisia kartonkikiekkoja. Lisäksi Suomessa on myös erilaisia kartongin jalosteita valmistavia tehtaita. Kartonkitehtaiden vuotuinen tuotantokapasiteetti ja tarvittava henkilökunnan määrä vaihtelevat verrattaessa eri tehtaita keskenään.

Stora Enson Imatran kartonkitehtaat on perustettu vuonna 1935, ja ne koostuvat kahdesta erillisestä tuotantoyksiköstä: Tainionkoski ja Kaukopää. Kummassakin tuotantoyksikössä tuotetaan kuluttajapakkauskartonkia. Valmistettavan kartongin vuotuinen tuotantokapasiteetti on 1 155 000 tonnia. Imatran kartonkitehtaat onkin siten yksi maailman suurimmista kuluttajapakkauskartonkia tuottavista tehtaista. Tuotannosta viedään yli 90 % Kaakkois-Aasiaan ja Eurooppaan. Henkilökuntaa Imatran kartonkitehtailla on noin 1300. (Stora Enso Oyj 2019b)

Stora Enson Inkeröisten kartonkitehdas perustettiin vuonna 1872. Siellä tuotetaan taivekartonkia vuosittain 280 000 tonnia. Taivekartonkia käytetään erilaisiin kuluttajapakkauksiin. Muun muassa elintarvike- ja lääketeollisuus käyttävät tuotteiden pakkauksissa taivekartonkia. Inkeröisten kartonkitehdas työllistää 180 henkeä. (Stora Enso Oyj 2019b)

Stora Enson Heinolan flutingtehdas on perustettu vuonna 1961. Tehtaalla valmistetaan laadukasta, puolikemiallista aallotuskartonkia. Sitä käytetään aaltopahviteollisuudessa. Heinolan tehtaalla tuotetaan flutingia vuosittain 300 000 tonnia. Henkilöstä Heinolan tehtaalla on 190. (Stora Enso Oyj 2022a)

Stora Enson Varkauden pakkauskartonkitehdas on aloittanut toimintansa vuonna 2015. Siellä tuotetaan 390 000 tonnia aaltopahvin raaka-ainetta. Kartonkitehdas työllistää 250 henkilöä. (Stora Enso Oyj 2022b)

Stora Enson Oulun kraflaineria valmistava kartonkitehdas on Suomen uusin kartonkitehdas. Se on avattu 2021. Oulun tehtaalla valmistetaan pakkauskartonkia vuosittain 450 000 tonnia. (Stora Enso Oyj 2022c)

Karhulan kartonkitehdas eli nykyinen Sonoco Alcore Oy sijaitsee Kotkassa. Kartonkitehdas on perustettu vuonna 1907. Tuotannossa kartongin valmistuksen raaka-aineena hyödynnetään käytettyjä pahvilaatikoita. Vuodessa raaka-aineeksi päätyy 80 000 tonnia kierrätettyjä pahvilaatikoita. Kartonkitehtaalla on 130 työntekijää. Sonoco Alcore Oy on yksi maailman johtavista pakkausalan yrityksistä. (Kotkan Energia Oy 2016)

Premium Board Finland Oy on keskisuomalainen yritys, joka sijaitsee Juankoskella. Se on perustettu vuonna 2011. Kartonkitehdas valmistaa kartonkipakkauksia ja aaltopahvia.

Tuotanto sisältää ajatuksen, jonka mukaan tuotteiden valmistukseen tulee kulua mahdollisimman vähän energiaa ja raaka-aineita. Lisäksi tuotannossa syntyvien jätteiden määrä minimoidaan. Kaikki kartonkitehtaan valmistamat tuotteet ovat kompostoitavia ja ne sopivat ruoan säilytykseen. Tuotteiden raaka-aineena on ensikuitu. (Premium Board 2019)

Pankaboard Oy on lieksalainen kartonkitehdas. Se on maailmanlaajuisesti päällystämättömien erikoiskartonkien ja paksujen taivekartonkien johtava valmistaja. Kartonkitehtaalla tuotetaan taivekartonkia, erikoiskartonkeja, hioke pohjaisia kartonkeja ja valkaistuja sellukartonkeja. Kartonkien raaka-aineina käytetään valkaistua sellua ja kuusikuitupuuta. Kartonkilajien vuotuinen tuotantokapasiteetti on noin 110 000 tonnia. Plankaboard Oy työllistää noin 160 henkilöä. (Plankaboard 2019)

Kuopiossa sijaitseva Mondi Powerflute Oy on perustettu vuonna 1968. Kartonkitehdas tuottaa korkealaatuista flutingia eli aallotuskartonkia. Valmistuksen raaka-aineena on puolikemiallinen ensikuitu. Mondi Powerflute Oy on myös merkittävä kansainvälinen toimija, sillä se työllistää maailmanlaajuisesti jopa 26 000 henkilöä ja operoi yli 30 eri maassa. (Mondi 2019)

Metsä Board Oyj:llä on 5 kartonkitehdasta: Äänekoski, Kemi, Kyro, Simpele ja Tako. Äänekosken kartonkitehdas on perustettu vuonna 1899. Siellä tuotetaan päällystettyä ja valkaistua taivekartonkia, jonka vuotuinen tuotantokapasiteetti on 255 000 tonnia. Äänekosken kartonkitehtaalla työskentelee 180 työntekijää.

Kemin kartonkitehdas on aloittanut toimintansa 1971. Se on päällystetyn ja päällystämättömän lainerikartongin johtava tuottaja. Lainerikartongin vuotuinen tuotantokapasiteetti on 425 000 tonnia. Tehdas työllistää 90 henkilöä. Kyröskoskella sijaitseva Kyron kartonkitehdas on aloittanut toimintansa 1870. Siellä tuotetaan taivekartonkia vuosittain noin 190 000 tonnia. Kyrossa työskentelee 150 työntekijää. (MetsäBoard 2019)

Metsä Board Oyj:n Simpeleen kartonkitehdas on perustettu vuonna 1896. Tehdas tuottaa päällystettyä taivekartonkia noin 290 000 tonnia vuodessa. Simpeleen kartonkitehdas työllistää 270 henkeä. Tampereen keskustassa sijaitseva kartonkitehdas on nimeltään

Tako. Se on perustettu 1865. Tako tuottaa vuosittain 210 000 tonnia päällystettyä taivekartonkia. (MetsäBoard 2019)

Kotkassa sijaitsee Sonoco Alcore Oyn lisäksi myös toinen kartonkitehdas: Kotkamills Oy. Kartonkitehtaalla valmistetaan muovittomia kartonkimateriaaleja, joita ovat pakkaus- ja elintarvikekartongit. Kotkamillsin tehdas on tällä hetkellä Suomen uusin kartonkitehdas, ja se on aloittanut toimintansa vuonna 2016. (Tierala 2018; Kotkamills Oy 2019)

Hikinoro Oy on Vaajakoskella sijaitseva kartonkitehdas. Se on perustettu vuonna 1982. Kartonkitehdas on yksi maailman johtavista selluloosapohjaisen kartonkimateriaalin valmistajista. (Hikinoro Oy 2019)

Suomalaiset yritykset ovat maailmankin mittakaavalla merkittäviä kartongin tuottajia. Esimerkiksi vuonna 2014 suomalainen Stora Enso Oyj kuului kymmenen johtavan paperin ja kartongin tuottajan joukkoon. Merkittävää on myös se, että vuonna 2014 kymmenestä suurimmasta yrityksestä vain kaksi oli Aasiasta ja loput olivat joko Pohjois-Amerikasta tai Euroopasta. (Metsäteollisuus ry 2017)

Globaaleilla ja kilpailukykyisillä markkinoilla tärkeimpiä tuottajayrityksen ominaisuuksia ovatkin paitsi vahvuus myös myönteinen suhtautuminen uudistumiseen ja mahdollisuus sijoittaa investointeihin (Metsäteollisuus ry 2017).

3.4 Suomalaiset kartonki-innovaatiot

Suomalainen metsäteollisuusyritys Kotkamills valmistaa kiertotalouden avulla muovia korvaavaa, suojaavaa ja kierrätettävää kartonkia. Kotkamillsin mukaan muovipäällysteiset kartongit ja muovittomat suojakerroskartongit toimivat samalla tavalla. Metsäteollisuuden yritys uskoo, että hakepohjaisilla kartonkijalosteilla on merkittävät kasvamahdollisuudet. Kotkamillsin muoviton kartonki-innovaatio on käytössä esimerkiksi Lavazza-kahviautomaattien kahvikupeissa. (Sitra 2021)

Stora Enson innovaatio dispersioteknologian käytöstä fossiilisten päällystemateriaalien korvaamiseksi puukuitupohjaisilla ja uusivuilla raaka-aineilla mahdollistaa paitsi pakatun tuotteen suojaamisen myös pakkauksen käyttöominaisuuksien säilyttämisen.

Tällä menetelmällä valmistetaan erilaisia kartonkijalosteita, joissa on kartongin läpäisemistä estävä päällyste. Tällöin esimerkiksi kosteus ja happi eivät pääse ruokapakkauskartongin läpi. Stora Enson mukaan innovaation avulla on mahdollista pienentää hiilijalanjälkeä ja kierrätettävyyttä. (Suomen Metsäyhdistys 2020)

Stora Enso voitti neljä ScanStar 2021 -palkintoa muovia korvaavilla pakkauksilla: muovikäären korvaava ekologinen pakkaus Vogue Scandinavia -lehdelle, muoviset vihannes- ja marjarasiat korvaava EcoFreshBox, muovikäreetön aaltopahvinen monipakkaus ja muoviton älyjääkaapin aaltopahvinen pakkaus. (Stora Enso Oyj 2021a)

Stora Enson Oulun kartonkitehtaalla valmistetaan mansikkarasian muovin korvaavaa pintakartonkia. Keskikokoinen harvennismänty toimii noin 7000 mansikkarasian raaka-aineena. Uudistus vastaa 65 kilon muovimäärää perinteisissä, muovisissa mansikkarasioissa. (Stora Enso Oyj 2020b)

4 TUOTANTOSUUNNAN MUUTOS STORA ENSON OULUN TEHTAALLA

Aaltopahvin pintakartonki on uusiutuva pakkausmateriaali, jonka kysyntä kasvaa jatkuvasti, sillä sitä käytetään verkkokaupan tilauksien pakkaamiseen, elintarvikkeiden kuljettamiseen ja muovin korvaamiseen. Oulun tehtaan tuotantosuunnan muutoksen avulla Stora Enso pystyy vastaamaan kasvavaan pakkauskartongin markkinatarpeeseen. (Stora Enso Oyj, 2020a)

Keväällä 2019 Stora Enso Oyj ilmoitti tekevänsä 350 miljoonan euron investoinnin Stora Enson Oulun paperitehtaan muuttamiseksi pakkauskartonkitehtaaksi. Tuotantosuunnan muutoksessa paperikone 7 muutettiin tuottamaan kraflaineria. Muutosta Stora Enso Oyj perusteli aiemman onnistuneen Varkauden muutoshankkeen lisäksi sillä, että muutoksen avulla yhtiö pystyy vahvistamaan asemaansa pakkausmarkkinoilla. Myös päällystetyn hienopaperin supistuva markkina myötävaikutti päätöksenteossa. Uuden kraflaineria valmistavan linjan vuosituotantokapasiteetin arvioitiin olevan 450 000 tonnia. (Stora Enso Oyj 2019c)

Alkuvuodesta 2021 Stora Enso Oyj tiedotti muutoksen valmistuneen arvioidussa 350 miljoonan euron budjetissa. Yritys kertoi valmistettavan 3-kuitukerroksisen kraflainerin olevan tuotantovalikoiman vahvinta kraflaineria. Tämä ominaisuus mahdollistaa materiaalin käytön kostean, rasvaisen tai tuoreen ruuan pakkauksissa. Valmistettava kartonkilaji on puhdas ja kestävä. Sillä on myös korkeatasoiset visuaaliset ominaisuudet. (Stora Enso Oyj 2020b)

Toimitusjohtajan Annica Breskyn mukaan tuotantosuunnan muutos on yrityksen muutosmatkan tärkeä askel, sillä sen avulla voidaan vastata ympäristöystävällisien ratkaisujen ja kiertotalouteen perustuvien ratkaisujen kansainväliseen kysyntään. Yritys arvioi, että toisen paperikonelinjan (PK 6) tuotantosuunnan muutos mahdollistaisi kasvamisen, kilpailukykyisyyden ja säästöjen tekemisen. (Stora Enso Oyj 2020b)

Loppuvuodesta 2021 Stora Enso Oyj tiedottikin käynnistävänsä esiselvityksen paperikonelinja 6:n muuttamisesta pakkauskartonkilinjaksi. Esiselvityksen arvellaan valmistuvan alkuvuonna 2022. (Stora Enso Oyj 2021b)

5 YHTEENVETO

Kandidaatintyössä tutustuttiin Suomessa tapahtuvaan kartongin valmistamiseen, Suomen kartonkitehtaisiin, erilaisiin innovaatioihin ja tuotantosuunnan muutoksiin. Työssä perehdyttiin nimenomaan suomalaiseen tuotantoon, mutta tuotannon ja viennin yhteydessä tarkasteltiin myös Euroopan kartonkiteollisuutta vertailun vuoksi.

Kartonki materiaalina ei ole uusi keksintö. Sitä on käytetty kautta aikojen samanlaisiin tarkoituksiin, kuten säilytykseen ja kuljetukseen. Kun teollinen vallankumous alkoi, kartongin kysyntä suureni. Erikoistunut pakkausteollisuus on kuitenkin syntynyt vasta nyky-yhteiskunnan aikana. Nykypäivänä kartonkiteollisuus on globaalisti yksi johtavista suurteollisuuden aloista.

Työssä esitettiin dataa kartongin tuotannon kehittymisestä usealta eri vuosikymmeneltä. Suomessa kartongin tuotanto on kasvanut tasaisesti vuodesta 1960 vuoteen 2018. Kuitenkin tuotannollista huippuvuotta on seurannut tuotannollinen notkahdus, jonkinlainen lama. Suomessa kartongin tuotanto on kehittynyt voimakkaasti 2016 vuodesta eteenpäin. Tuotannon kasvun on mahdollistanut kartonkiteollisuuteen tehdyt investoinnit. Vuonna 2018 tuotetuista paperilajeista yli kolmannes oli kartonkia.

Suomessa valmistetusta kartongista lähes kaikki viedään ulkomaille. Yksi vientiä hidastavista tekijöistä voi olla kustannuskilpailukyky, joka on mahdollisesti heikempi kuin muilla, samalla sektorilla kilpailevilla mailla.

Tuotettavan kartonkilajin mukaan valitaan raaka-aineet ja valmistusmenetelmät. Kartonkia voidaan valmistaa kemiallisesta massasta, mekaanisesta massasta ja uusiomassasta, jonka valmistus perustuu kiertotalouteen. Varsinainen kartongin valmistusprosessi muistuttaa paperin valmistusprosessia. Isoin ero valmistuksessa liittyy kartongin monikerroksellisuuteen.

Valmistettavat kartongit luokitellaan sisäpakkauskartongeiksi, ulkopakkauskartongeiksi ja erikoiskartongeiksi. Kartonin monikerroksinen rakenne mahdollistaa sen, että kerroksia voidaan käsitellä esimerkiksi erilaisin raaka-ainein. Näin saadaan valmistettua erilaisia kartonkilajeja.

Suomessa kartonkia valmistavat useat metsäalan yritykset, kuten Stora Enso Oyj ja Metsä Board Oyj. Kartonkitehtaat ovat merkittäviä työllistäjiä Suomessa. Useat metsäteollisuusalan yritykset ovat kehittäneet erilaisia kartonki-innovaatioita. Stora Enso Oyj voitti neljä ScanStar 2021 -palkintoa tuotteilla, joissa muovi oli korvattu ekologisella ratkaisulla. Kotkamillsin kartonki-innovaatio muovittomasta kahvikupista on käytössä tunnetuissa Lavazza-kahviautomaateissa.

Kandidaatintyön tekemistä vaikeutti se, että eri lähdemateriaaleissa mainittiin eri määrä kartonkitehtaita. Eräässä lähteessä keväältä 2021 ei mainittu esimerkiksi lainkaan Stora Enson Oulun kartonkitehdasta.

LÄHDELUETTELO

Gullichsen, J., 1999. Fiber line operations. Teoksessa: Gullichsen, J. & Foggerholm, C-J. (toim.) Chemical Pulping. Helsinki: Fapet Oy, S. 28. ISBN 952-5216-06-3

Hikinoro Oy, 2019. Hikinoro Oy [verkkodokumentti]. Saatavissa: <http://www.hikinoro.com/index.php> [viitattu 24.08.2019].

Horne, P., Haltia, E., Hietala, J., Knüvillä, M. & Rämö, A-K., 2017. Uudet investoinnit ja sahateollisuuden kohentuneet markkinanäkymät suuntaavat metsäsektorin kehitystä [verkkodokumentti]. Helsinki. Saatavissa: <http://www.ptt.fi/ennusteet/metsaala/metsasektori-2017-kevat.html> [viitattu 23.08.2019].

Hägglom, I. & Ranta, V., 1971. Sellun valmistus. 2. painos. Porvoo: Werner Söderström osakeyhtiön kirjapaino, 305 s.

Hägglom-Ahnger, U. & Komulainen, P., 2006. Paperin ja kartongin valmistus. 5. painos. Jyväskylä: Gummerus Kirjapaino Oy, 279 s. ISBN 952-13-1746-9

Karhuketo, H., Seppälä, M. J., Törn, T. & Viluksela, P., 2004. Paperin ja kartongin jalostus. 2. painos. Opetushallitus, 219 s. ISBN 952-13-1999-2

Kiviranta, A., 2000. Paperboard grades. Teoksessa: Papermaking Science and Technology – Paper and Board Grades. Jyväskylä: Fapet Oy, s. 55–72. ISBN 952-5216-18-7

Klemetti, U., Kortelainen, V-A., Lyytikäinen, J., Seppälä, M. J., Siitonen, H. & Sironen, R. (toim.), 2001. Paperimassan valmistus. Jyväskylä: Gummerus Kirjapaino Oy, 208 s. ISBN 952-13-1142-8

Kotkan Energia Oy, 2016. Sonoco-Alcore [verkkodokumentti]. Kotka: Kotkan Energia Oy. Saatavissa: http://www.kotkanenergia.fi/sites/default/files/tiedostot/KotkanEnergia%20asiakaslehti%2016_16%203%20.pdf [viitattu 23.08.2019].

Kotkamills, 2019. Kotkamills [verkkodokumentti]. Saatavissa: <http://kotkamills.com/> [viitattu 23.08.2019].

Levlin, J-E., 1983. Tärkeimmät kuituraaka-aineet ja niiden paperitekniset ominaisuudet. Teoksessa: Arjas, A. (toim.) Paperin valmistus. 2. painos. Turku: Oy Turun Sanomat/Serioffset, S. 27, 30, 31. ISBN 951-99479-0-6

Lukkari, J., 2018. Paperin tuotanto Suomessa enää puolet huippuvuosista – kartonki ja sellu nousussa [verkkodokumentti]. Saatavissa: <https://www.tekniikkatalous.fi/uutiset/paperin-tuotanto-suomessa-ena-puolet-huippuvuosista-kartonki-ja-sellu-nousussa/aca156b6-ac29-33ba-a413-379ab4bbb6b5> [viitattu 15.08.2019].

Luonnonvarakeskus, 2018. Metsäsektorin suhdannekatsaus 2018–2019 [verkkodokumentti]. Saatavissa: <https://www.luke.fi/wp-content/uploads/2018/10/Metsasektorin-suhdannekatsaus-esitys-11102018.pdf> [viitattu 27.07.2019].

MetsäBoard, 2019. MetsäBoard [verkkodokumentti]. Saatavissa: <https://www.metsaboard.com/Pages/default.aspx> [viitattu 22.08.2019].

Metsäteollisuus ry, 2016. Kartongin tuotanto kasvoi alkuvuonna yli kahdeksan prosenttia, paperin tuotanto pienentyi [verkkodokumentti]. Saatavissa: <https://www.metsateollisuus.fi/tiedotteet/kartongin-tuotanto-kasvoi-alkuvuonna-yli-kahdeksan-prosenttia-paperin-tuotanto-pienentyi/> [viitattu 23.07.2019].

Metsäteollisuus ry, 2017. Paperin tuotanto ja kulutus maailman markkinoilla [verkkodokumentti]. Saatavissa: <https://www.metsateollisuus.fi/edunvalvonta/tuotteet/paperin-tuotanto-kulutus-maailman-markkinoilla/> [viitattu 18.08.2019].

Metsäteollisuus ry, 2018. Viisi faktaa metsäteollisuuden viennistä [verkkodokumentti]. Saatavissa: <https://www.metsateollisuus.fi/edunvalvonta/talous-ja-suhdanteet/viisi-faktaa-metsateollisuuden-viennista/> [viitattu 01.09.2019].

Metsäteollisuus ry, 2019a. Paperin ja kartongin tuotannon kehitys [verkkodokumentti]. Saatavissa: <https://www.metsateollisuus.fi/tilastot/massa-ja-paperiteollisuus/> [viitattu 23.07.2019].

Metsäteollisuus ry, 2021. Metsäteollisuus ry:n jäsenyritysten tuotantolaitokset kartalla [verkkodokumentti]. Saatavissa: <https://www.metsateollisuus.fi/uutishuone/tuotantolaitoskartta> [viitattu 15.1.2022].

Metsäyhdistys, 2019a. Kartonki- ja pahvilajit (paperboard grades) [verkkodokumentti]. Helsinki: Suomen Metsäyhdistys. Saatavissa: <https://smy.fi/sanasto/kartonki-ja-pahvilajit-paperboard-grades/> [viitattu 20.07.2019].

Metsäyhdistys, 2019b. Laineri (liner) [verkkodokumentti]. Helsinki: Suomen Metsäyhdistys. Saatavissa: <https://smy.fi/sanasto/laineri-liner/> [viitattu 20.07.2019].

Mondi, 2019. Mondi Powerflute Oy [verkkodokumentti]. Saatavissa: <https://www.mondigroup.com/en/about-mondi/where-we-operate/our-locations/europe/finland/mondi-powerflute-oy/> [viitattu 24.08.2019].

Pankaboard, 2019. Pankaboard [verkkodokumentti]. Saatavissa: <http://www.pankaboard.com/fi/> [viitattu 24.08.2019].

Premium Board, 2019. Premium Board Finland Oy [verkkodokumentti]. Saatavissa: <http://www.premiumboard.fi/en/index.html> [viitattu 24.08.2019].

Putkonen, V., 1997. PAPERIA!. Tampere: Tammer-Paino, 294 s. ISBN 951-672-194-X

Pöyry, 2016. SUOMEN METSÄTEOLLISUUS 2015–2035 [verkkodokumentti]. Saatavissa: https://tem.fi/documents/1410877/2772829/P%C3%B6yry_Suomen+mets%C3%A4teollisuus+2015-2035.pdf/ac9395f8-8aea-4180-9642-c917e8c23ab2 [viitattu 21.07.2019].

Sitra, 2021. Kotkamills korvaa pakkausten muovia kartonki-innovaatiolla: ”Luomme suomalaisen metsäteollisuuden tulevaisuutta” [verkkodokumentti]. Saatavissa: <https://www.sitra.fi/caset/kotkamills-korvaa-pakkausten-muovia-kartonki-innovaatiolla-luomme-suomalaisen-metsateollisuuden-tulevaisuutta/> [viitattu 14.1.2022].

Stora Enso Oyj, 2019a. Stora Enso aloittaa yt-neuvottelut Oulussa paperitehtaan mahdollisesta muuntamisesta pakkauskartonkitehtaaksi ja paperikoneen sulkemisesta [verkkodokumentti]. Helsinki: STORA ENSO OYJ. Saatavissa: <https://www.storaenso.com/en/newsroom/regulatory-and-investor-releases/2019/3/stora-enso-aloittaa-yt-neuvottelut-oulussa-paperitehtaan-mahdollisesta-muuntamisesta-pakkauskartonkitehtaaksi-ja-paperikoneen-sulkemisesta> [viitattu 2.8.2019].

Stora Enso Oyj, 2019b. Imatran tehtaot [verkkodokumentti]. Saatavissa: <https://www.storaenso.com/fi-FI/about-stora-enso/stora-enso-locations/imatra-mill> [viitattu 23.8.2019].

Stora Enso Oyj, 2019c. Stora Enso muuntaa Oulun paperitehtaan pakkauskartonkitehtaaksi [verkkodokumentti]. Saatavissa: <https://www.storaensometsa.fi/stora-enso-muuntaa-oulun-paperitehtaan-pakkauskartonkitehtaaksi/> [viitattu 15.1.2022].

Stora Enso Oyj, 2020a. Stora Enson Oulun tehtaalla uusi kartonki kestää kuljetusta ja vähentää ruokahävikkiä [verkkodokumentti]. Saatavissa: <https://www.storaenso.com/fi-fi/newsroom/press-releases/2020/7/stora-enson-oulun-tehtaalla-uusi-kartonki-kestaaj-kuljetusta-ja-vaehentaa-ruokahavikkia> [viitattu 14.1.2022].

Stora Enso Oyj, 2020b. Tuotanto käynnistyi Stora Enson Oulun tehtaalla [verkkodokumentti]. Saatavissa: <https://www.storaenso.com/fi-fi/newsroom/regulatory-and-investor-releases/2021/1/tuotanto-kaynnistyi-stora-enson-oulun-tehtaalla> [viitattu 15.1.2022].

Stora Enso Oyj, 2021a. Neljä voittoa Stora Ensolle pakkausmuotoilun ScanStar-kilpailussa [verkkodokumentti]. Saatavissa: <https://www.storaenso.com/fi-fi/newsroom/press-releases/2021/9/nelja-voittoa-stora-ensolle-pakkausmuotoilun-scanstar-kilpailussa> [viitattu 14.1.2022].

Stora Enso Oyj, 2021b. Stora Enso investoi Skoghallissa kartonkituotannon laajentamiseen ja käynnistää Oulussa tuotantolinjan muuntamisen esiselvityksen [verkkodokumentti]. Saatavissa: <https://www.storaenso.com/fi-fi/newsroom/regulatory-and-investor-releases/2021/10/stora-enso-investoi-skoghallissa-kartonkituotannon>

laajentamiseen-ja-kaynnistaa-oulussa-tuotantolinjan-muuntamisen-esiselvityksen
[viitattu 16.1.2022].

Stora Enso Oyj, 2022a. Heinolan flutingtehdas [verkkodokumentti]. Saatavissa:
<https://www.storaenso.com/fi-fi/about-stora-enso/stora-enso-locations/heinola-fluting-mill> [viitattu 15.1.2022].

Stora Enso Oyj, 2022b. Varkauden tehdas [verkkodokumentti]. Saatavissa:
<https://www.storaenso.com/fi-fi/about-stora-enso/stora-enso-locations/varkaus-mill>
[viitattu 15.1.2022].

Stora Enso Oyj, 2022c. Oulun tehdas [verkkodokumentti]. Saatavissa:
<https://www.storaenso.com/fi-fi/about-stora-enso/stora-enso-locations/oulu-mill> [viitattu
15.1.2022].

Suomen Metsäyhdistys, 2020. Uudenlaisia kartonkipäällysteitä puusta
[verkkodokumentti]. Saatavissa: <https://forest.fi/fi/tuotteet-palvelut/uudenlaisia-kartonkipaallysteita-puusta/#c1761600> [viitattu 14.1.2022].

Tierala, 2018. Kotkamills matkalla kohti muovitonta maailmaa – pakkaus kerrallaan
[verkkodokumentti]. Saatavissa: <https://www.biotalous.fi/kotkamills-matkalla-kohti-muovitonta-maailmaa-pakkaus-kerrallaan/> [viitattu 23.08.2019].

UPM, 2019a. Mitä sellu on? [verkkodokumentti]. Saatavissa:
<https://www.upmpulp.com/fi/vastuullinen-sellu/mita-sellu-on/> [viitattu 31.08.2019].