



TEKNILLINEN TIEDEKUNTA

PUURAAKA-AINEEN SAATAVUUS KARTONGIN VALMISTUKSEN TOIMITUSKETJUSSA

Sara Peräaho

TUOTANTOTALOUS

Kandidaatintyö

Joulukuu 2023

TIIVISTELMÄ

Puuraaka-aineen saatavuus kartongin valmistuksen toimitusketjussa

Sara Peräaho

Oulun yliopisto, Tuotantotalouden tutkimusohjelma

Kandidaatintyö 2023, 31 s. + 0 liitettä

Työn ohjaaja(t) yliopistolla: Apulaisprofessori, TkT Jukka Majava & yliopistonlehtori, TkT, FT Päivi Kekkonen

Tämä kandidaatintyö käsittelee puuraaka-aineen saatavuutta kartongin valmistuksen toimitusketjussa. Aihe on metsäteollisuudessa ajankohtainen, mutta tuoretta tutkimustietoa on olemassa melko vähän. Tutkimuksessa pyritään selvittämään, mistä heikentynyt puun saatavuus johtuu. Lisäksi kartoitetaan erilaisia vaihtoehtoja, joiden avulla puun saatavuutta voitaisiin parantaa.

Tutkimusmenetelmänä käytetään kirjallisuuskatsausta. Lähteinä käytetään yleisesti saatavilla olevia tutkimus- ja lehtiartikkeleita sekä muita julkaisuja. Julkaisut ovat työn aiheen kannalta keskeisiä ja luotettavia. Kirjallisuuden avulla pyritään luomaan kuva kartongin valmistusprosessista ja hankintatoimen yleisesti hyväksytyistä toimintatavoista.

Työssä selviää, että syitä heikentyneeseen puun saatavuuteen on useita. Syyt ovat monimutkaisia, ja osa niistä on keskinäisriippuvaisia. Myös keinoja vastata heikentyneeseen saatavuuteen on monia, ja ne voidaan jakaa kahteen pääkategoriaan: hankintatoimen ja metsänhoidon keinoihin. Työssä pohditaan myös näiden kahden kategorian ulkopuolelle sijoitettavia keinoja.

Avainsanat: kartongin valmistus, puun saatavuus, hankinta, toimitusketju

ABSTRACT

Availability of wood raw material in the cardboard supply chain

Sara Peräaho

University of Oulu, Degree Programme of Industrial Engineering and Management

Bachelor's thesis 2023, 31 pp. + 0 Appendixes

Supervisors at the University: Associate Professor, DSc (Tech.) Jukka Majava & University lecturer, DSc (Tech.), PhD Päivi Kekkonen

This bachelor's thesis examines the availability of wood raw material in the supply chain of cardboard production. The topic is relevant in the forest industry, but there is relatively little recent research on the subject. The study aims to identify the reasons behind the reduced availability of wood and explore various alternatives to improve it.

The research method employed is a literature review, using generally available research papers, journal articles, and other publications as sources. These publications are considered central and reliable to the topic of the thesis. The literature is used to create an overview of the cardboard manufacturing process and commonly accepted procurement practices.

The thesis reveals that there are several reasons for the decreased availability of wood, and these reasons are complex, with some being interdependent. There are also various methods to address the reduced availability, which can be categorized into two main groups: procurement and forest management practices. The thesis also discusses methods that fall outside these two categories.

Keywords: cardboard production, wood availability, procurement, supply chain

SISÄLLYSLUETTELO

TIIVISTELMÄ.....	1
ABSTRACT.....	2
SISÄLLYSLUETTELO.....	3
1 JOHDANTO	4
1.1 TUTKIMUKSEN TAUSTA JA TUTKIMUSKYSYMYKSET	4
1.2 TYÖN RAKENNE.....	5
2 KIRJALLISUUSKATSAUS	6
2.1 HANKINTATOIMI YRITYSTEN TOIMINNASSA	6
2.2 KARTONGIN VALMISTUKSEN TOIMITUSKETJU	7
2.3 SYITÄ PUURAAKA-AINEEN HEIKENTYNEESEEN SAATAVUUTEEN	9
2.3.1 Kartongin tuotanto	10
2.3.2 Puun kasvu Suomessa	11
2.3.3 Venäjän hyökkäyssota Ukrainaan	12
2.3.4 LULUCF-sektori ja Euroopan komission ehdotus ennallistamisasetukseksi	12
2.3.5 Puun energiakäytön lisääntyminen	14
2.3.6 Yhteenveto puun heikentyneeseen saatavuuteen johtaneista syistä.....	15
2.4 KEINOJA PARANTAA PUURAAKA-AINEEN SAATAVUUTTA	16
2.4.1 Kartonkia valmistavien yritysten erot puun hankinnassa.....	16
2.4.2 Hankintatoimen keinot	16
2.4.3 Metsänhoidon keinot.....	17
3 POHDINTA	20
4 JOHTOPÄÄTÖKSET JA YHTEENVETO.....	23
4.1 KESKEISET TULOKSET	23
4.2 TULOSTEN ARVIOINTI JA JATKOTUTKIMUSKOHTEET	23
LÄHDELUETTELO	25

1 JOHDANTO

1.1 Tutkimuksen tausta ja tutkimuskysymykset

"Huolimatta vuosituhanteen vaihteen rajuista rakennemuutoksista metsäteollisuus on edelleen keskeinen suomalaista yhteiskuntaa, taloutta, luontoa, kulttuuria ja politiikkaa muovaava tekijä. Se joka haluaa tietää, mikä liikuttaa Suomea, sen on tiedettävä mikä liikuttaa metsäyhtiöitä." Näin on todennut historioitsija Markku Kuisma. (Kuisma 2006 s. 13) Näkemys on perusteltu, sillä puun käyttö ja jatkojalostus on Suomessa merkittävä teollisuudenala. Etujärjestö Metsäteollisuuden mukaan sen viennin arvo oli 13,2 miljardia euroa. Tämä vastaa 17,5 % Suomen tavaraviennistä vuonna 2021. (Metsäteollisuus ry 2022a) Etujärjestö Metsäteollisuus ry:n konsulttityhtiö Ernst & Youngilta tilaaman selvityksen mukaan ala työllistää Suomessa kymmeniä tuhansia henkilöitä (Ernst & Young 2020).

Vaikka metsäala on vuosisatoja vanha teollisuudenala, se ei ole lamaantunut vaan muuttuu jatkuvasti. Metsäteollisuus ei ole irrallaan globaaleista megatrendeistä, kuten ilmastonmuutoksesta, digitalisaatiosta ja Kiinan noususta merkittäväksi kauppamahdiksi. Biopohjaisista materiaaleista povataan muovien korvaajaa. Yhtäältä puut sitovat hiiltä, ja toisaalta niitä voidaan hyödyntää myös energiana. Suurten kehityslinjojen lisäksi suomalainen media on pitänyt esillä lähitulevaisuuden haasteita, kuten puun saatavuutta. (Helsingin Sanomat 2023a; Talouselämä 2023a)

Talouselämän mukaan vuoden 2023 toisella neljänneksellä UPM-Kymmenen vertailukelpoinen tulos laski 71 %, Metsä Boardin 81 % ja Stora Enson 93 % vuodentakaiseen verrattuna (Talouselämä 2023b). Nämä yhtiöt antavat hyvän kuvan metsäteollisuuden tilasta, koska ne ovat liikevaihdollaan mitattuna suurimmat kolme kartonkia tai paperia valmistavaa yritystä Suomessa (Talouselämä 2022). Analyysin mukaan romahdusta selittävät vahva vertailukausi mutta myös kasvaneet raaka-ainekustannukset (Talouselämä 2023b). Kauppalehti (2023) puolestaan kuvailee puun saatavuuteen liittyvää epävarmuutta "metsäteollisuuden suureksi haasteeksi".

Tässä kandidaatintyössä perehdytään seuraaviin tutkimuskysymyksiin (TK):

- TK1. Millainen on tyypillinen kartongin valmistuksen toimitusketju?
- TK2. Mistä vähentynyt tarjonta puuraaka-ainemarkkinoilla johtuu?
- TK3. Mitä keinoja kartonkia valmistavilla yrityksillä on parantaa puuraaka-aineen saatavuutta?

1.2 Työn rakenne

Kandidaatintyön alussa johdatellaan lukijaa tarkasteltavaan ilmiöön. Luku 2 koostuu kirjallisuuskatsauksesta. Luvuissa 2.1 ja 2.2 käsitellään hankintatoimea ja kartongin valmistusta, jotta kartonkia valmistavien yritysten liiketoimintaa ja siten tutkimusongelmaa 1 on helpompi ymmärtää. Tämän jälkeen tutkimuskysymystä 2 eli puun heikentyneeseen saatavuuteen johtaneita syitä käsitellään alaluvussa 2.3. Tutkimuskysymystä 3 eli mahdollisia keinoja parantaa raaka-aineen saatavuutta kartoitetaan alaluvussa 2.4. Luku 3 koostuu pohdinnasta, ja siinä käsitellään erilaisia vaihtoehtoja, joita ei esiinny tutkimuskirjallisuudessa. Johtopäätökset ja yhteenveto esitetään luvussa 4.

2 KIRJALLISUUSKATSAUS

2.1 Hankintatoimi yritysten toiminnassa

Vapaasti suomennettuna hankinta tarkoittaa yrityksen resurssien hallintaa, jonka avulla varmistetaan kaikkien hyödykkeiden, palveluiden ja tietotaidon saatavuus yritykselle mahdollisimman suotuisin ehdoin (van Weele 2018). Hyvin toimiva hankintatoimi tuottaa yritykselle arvoa parantamalla operatiivista, taloudellista ja markkinasuorituskykyä. Hankinnan päätavoitteena pidettiin pitkään, ja pidetään edelleen, kustannustehokkuutta. Toisaalta viime vuosina hankintaan on kiinnitetty entistä enemmän huomiota strategisesta näkökulmasta. (Schütz ym. 2020)

Hankintatoimen strateginen merkitys sai 1980-luvun puolivälistä alkaen lisää huomiota tutkijoiden keskuudessa. Kun hankinnan strateginen merkitys ymmärrettiin, siihen ryhdyttiin kiinnittämään enemmän huomiota myös yrityksissä. Hankintatoimen tärkeys ymmärrettiin paremman laadun, toimitusvarmuuden ja säästöjen saavuttamisessa. Esimerkiksi Yhdysvalloissa General Motors ja General Electric pystyivät luomaan itselleen merkittävän kilpailuedun kehittämällä hankintatoimeaan. (Carr & Pearson 2002)

Hankintatoimen panos yritykselle voidaan nähdä strategisena tai ei-strategisena. Ei-strateginen hankintatoimi keskittyy vain omaan toimintaansa lyhyellä aikavälillä, on reaktiivinen eikä sitä ole integroitu yrityksen muihin funktioihin. Strategisesti tärkeäksi mielletty hankintatoimi on proaktiivinen, tekee yhteistyötä yrityksen muiden funktioiden kanssa ja auttaa merkittävästi yrityksen tavoitteiden saavuttamisessa pitkällä aikavälillä. Hankintatoimen kehittäminen voi esimerkiksi parantaa yrityksen pitkän aikavälin kannattavuuteen. (Carr & Pearson 2002) Neljä tärkeintä ulottuvuutta, joiden avulla hankintatoimen suorituskykyä voidaan mitata, ovat hinta/kustannusulottuvuus, tuote/laatu-ulottuvuus, logistinen ulottuvuus ja organisatorinen ulottuvuus (van Weele 2018).

2.2 Kartongin valmistuksen toimitusketju

Kartongin valmistus on monivaiheinen prosessi, jonka perimmäinen tarkoitus on kasvattaa puun lisäarvoa. Toimitusketjun vaiheita ovat puun hankinta ja esikäsitely, sellun ja itse kartongin valmistaminen, arkittaminen sekä mahdollinen jatkokäsittely. (Furszyfer Del Rio ym. 2022) Lisäksi kartongin valmistaminen vaatii lukuisia tukitoimintoja ja sidosryhmäyhteistyötä. Paperin ja kartongin valmistusmenetelmät muistuttavat hyvin paljon toisiaan. Suurin ero paperin ja kartongin välillä on se, että kartongissa on usein enemmän kerroksia ja on siten tiheämpää. Kartongin käyttökohteita ovat tyypillisesti erilaiset pakkausratkaisut. (KnowPap 2023)

Toimitusketju alkaa raaka-aineen eli puun hankinnasta. Palanderin ja Takkisen (2021) mukaan Suomessa puun hankinta keskittyy teollisuusyritysten omiin hankintaorganisaatioihin. Toisaalta on olemassa myös pienempiä puun hankintaan erikoistuneita yrityksiä, jotka palvelevat metsä- ja energia-alojen yrityksiä. Tärkeimpiä kriteerejä puun hankinnassa ovat raaka-aineen laatu, hinta, muut hankintakustannukset, toimitusvarmuus ja puun toimittajan reagointikyky. Puun hankinta koostuu neljästä osaprosessista, jotka ovat inventointi, osto, korjaus ja kuljetus. Lisäksi hankinta vaatii erilaisia tukiprosesseja, kuten hallinnointia. Hankinnan täytyy olla kannattavaa mutta toisaalta myös sosiaalisesti hyväksyttävää ja mahdollisimman ympäristöystävällistä. (Palander & Takkinen 2021) Kaadetut puut esikäsitellään hakkuun yhteydessä, minkä jälkeen niitä jatkokäsitellään tuotantolaitoksessa. Käsittelyyn kuuluu muun muassa oksien leikkaaminen, kuorinta ja pilkkominen. Puu pilkkotaan hakkeeksi, joka toimii sellun pääraaka-aineena. (Mesfun & Toffolo 2015)

Kartonkia valmistetaan sellusta, minkä vuoksi tässä työssä käsitellään myös sellun valmistusprosessia. Sellu eli massa on lignoselluloosasta koostuva väliaine, josta voidaan valmistaa useilla eri menetelmillä. Käytännössä sellun valmistuksessa puun kuidut erotetaan liima-aineena toimivasta ligniinistä. Valmistusmenetelmät voidaan jakaa karkeasti mekaanisiin ja kemiallisiin. Mekaanisissa prosesseissa puun kuidut erotellaan käyttämällä fyysistä voimaa, kun taas kemiallisissa prosesseissa hyödynnetään kemikaaleja ja lämpöä. Kemiallisella menetelmällä valmistetun sellun kuidut ovat joustavampia mekaanisella menetelmään verrattuna, minkä vuoksi ne mahdollistavat

kartongille paremmat ominaisuudet. (Ek ym. 2009; Furszyfer Del Rio ym. 2022) Tyypillisin sellun valmistusmenetelmä on sulfaatti- eli kraft-prosessi. On arvioitu, että yli 90 % maailman sellusta valmistetaan kyseisellä tavalla. (Furszyfer Del Rio ym. 2022) Tässä kandidaatintyössä keskitytään kraft-prosessiin sen käytön ylivoimaisuuden takia.

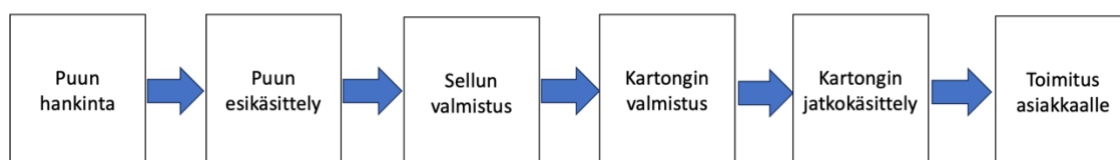
Kraft-prosessi voidaan jakaa kuitulinjaan ja kemikaalikiertoon. Puu käsitellään kuitulinjalla, minkä jälkeen hake sekoitetaan puun esikäsitellyn jälkeen kemikaalien kanssa kattilaan. Saanto paranee, kun hake on tasalaatuista eikä sisällä epäpuhtauksia. Kraft-prosessissa käytetään valkolipeä-nimistä kemikaalia, joka koostuu natriumhydroksidista ja natriumsulfidista. Ajan, lämmön ja happamuuden vaikutuksesta ligniini irtoaa kuiduista. Muodostuu hyvin vesipitoista massaa, jota kutsutaan selluksi. (Ek ym. 2009)

Yksi kraft-menetelmän suurimpia kilpailuetuja on sen kemikaalikierto. Kemiallisten reaktioiden seurauksena kemikaalit sekoittuvat puun orgaanisen materiaalin kanssa, jolloin muodostuu niin kutsuttua mustalipeää. (Ek ym. 2009) Ensin mustalipeästä haihdutetaan ylijäämävesi, jotta muita kemikaaleja tarvittaisiin kierrossa vähemmän. Tämän jälkeen mustalipeästä irrotetaan natrium ja rikki polttamalla. Palamisreaktiossa vapautuu hyvin suuri määrä lämpöenergiaa. Lämpöä voidaan käyttää tuotannossa tarvittavan höyryn tuottamiseen. Toisin sanoin kemikaalikierron ansiosta massan valmistaminen tuottaa enemmän energiaa kuin kuluttaa, eli prosessi on energiayliomavarainen. Polttamisen jälkeen muodostuu viherlipeää, joka koostuu natriumkarbonaatista, natriumhydroksidista ja natriumvetysulfidista. Viimeisenä kemikaalikierrossa tapahtuu kaustisointi, joka tarkoittaa natriumkarbonaatin muuttamista natriumhydroksidiksi. Kaustisoinnista kemikaalit johdetaan takaisin tuotantoon. (Ek ym. 2009; KnowPap 2023)

Itse massa ajetaan kartonkikoneeseen. Koneen voidaan ajatella koostuvan kahdesta osasta: märästä ja kuivasta päästä. Märässä päässä massa on nimensä mukaisesti hyvin märkää, sillä sen vesipitoisuus on 80-99 %. (Ek et ym. 2009) Koneen toimintaperiaate on hyvin yksinkertainen: massa sijoitellaan tasaisesti koneen hihnalle, jossa sitä kuljetetaan vähentäen samalla veden määrää. Perälaatikko levittää massan tasaisesti viiraosalle, jossa vettä suotautuu. Puristinosassa massaa puristetaan kahden pinnan välissä, jolloin vettä

poistuu. Samalla massa tiivistyy. Puristusvaiheen jälkeen veden pitoisuus on noin 80 %, minkä jälkeen siirrytään koneen kuivaan päähän. Massasta poistetaan lisää vettä haihduttamalla. Massan epätasaisuudet poistetaan kalanteroimalla, minkä jälkeen kuiva-ainepitoisuus on noin 95 %. Edellä mainittujen osaprosessien lisäksi kartonki saatetaan valkaista. (Ek ym. 2009; KnowPap 2023)

Tämän jälkeen kartonki kelataan rulliksi, joista saadaan halutun pituisia pituusleikkurin avulla. Rullat kuljetetaan rekoilla tai junilla arkittamoon, jossa ne esikäsitellyn jälkeen leikataan arkeiksi. Arkit pakataan, minkä jälkeen ne lähetetään asiakkaalle. (Ek ym. 2009) Käytön jälkeen kartonki kierrätetään, jolloin sitä voidaan uusiokäyttää. Onkin hyvä huomata, että kartongin valmistus ei ole suoraviivainen tai yksisuuntainen prosessi. Läpi valmistuksen syntyy kartonkijätettä, joka palautetaan uudelleen käsiteltäväksi. Kierrätetyn materiaalin rooli kartongin valmistuksessa on merkittävä. (Jaehn & Juopperi 2019) Lisäksi tehokas tuotanto vaatii useita tukitoimintoja, kuten kemikaalien käsittely, energian- ja vedensaanti jätehuolto, kierrätys, kunnossapito, logistiikka, tuotannonohjaus ja tuotekehitys. (Niebuhr & Niebuhr 2009) Kuva 1 havainnollistaa yksinkertaistetusti kartongin valmistuksen toimitusketjua.



Kuva 1. Yksinkertaistettu kartongin valmistuksen toimitusketju.

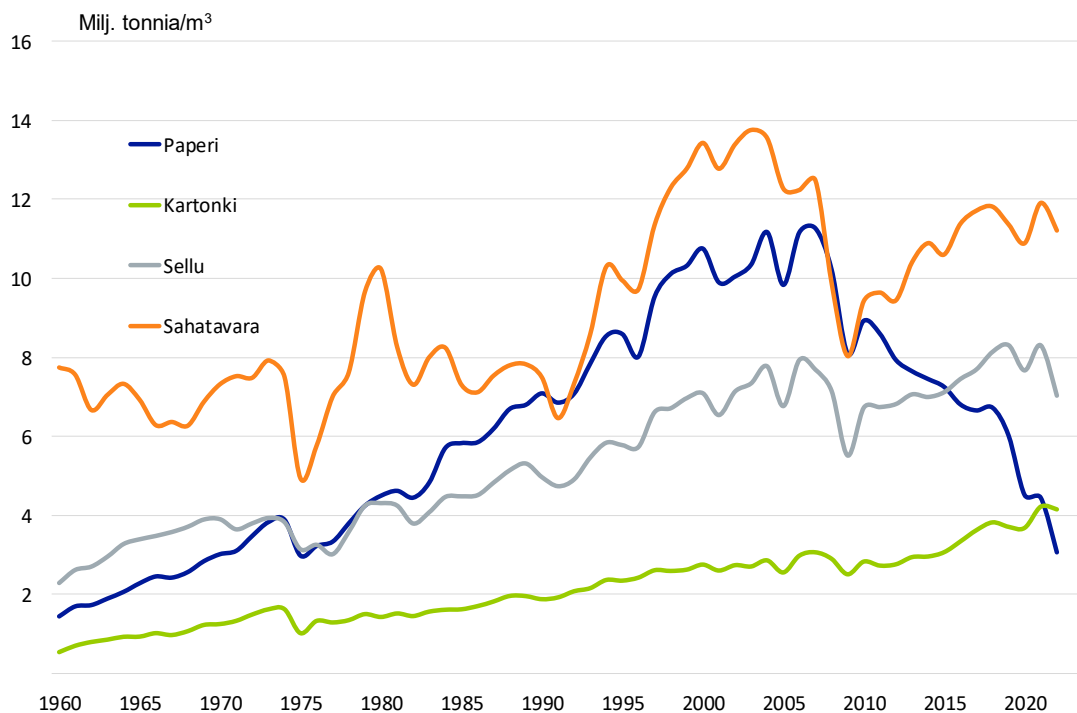
2.3 Syitä puuraaka-aineen heikentyneeseen saatavuuteen

Syitä heikentyneeseen tarjontaan Suomen puuraaka-ainemarkkinoilla on useita. Syyt ovat moniulotteisia, ja osa niistä on vahvasti linkittyneitä toisiinsa. Tässä kandidaatintyössä käsitellään seuraavia syitä: puun kasvun hidastuminen, Venäjän hyökkäyssota Ukrainaan ja siitä seuranneet pakotteet, EU:n ennallistamissuunnitelmat sekä energiapuun käytön lisääntyminen. Kandidaatintyön suppeuden vuoksi tekstissä käsitellään yleisellä tasolla niitä syitä, joita on viime aikoina käsitelty julkisuudessa eniten (Helsingin Sanomat

2022a, 2023a; Metsäteollisuus ry 2023a; Talouselämä 2023b; Yle 2023) ja jotka on siksi havaittu merkittävimiksi.

2.3.1 Kartongin tuotanto

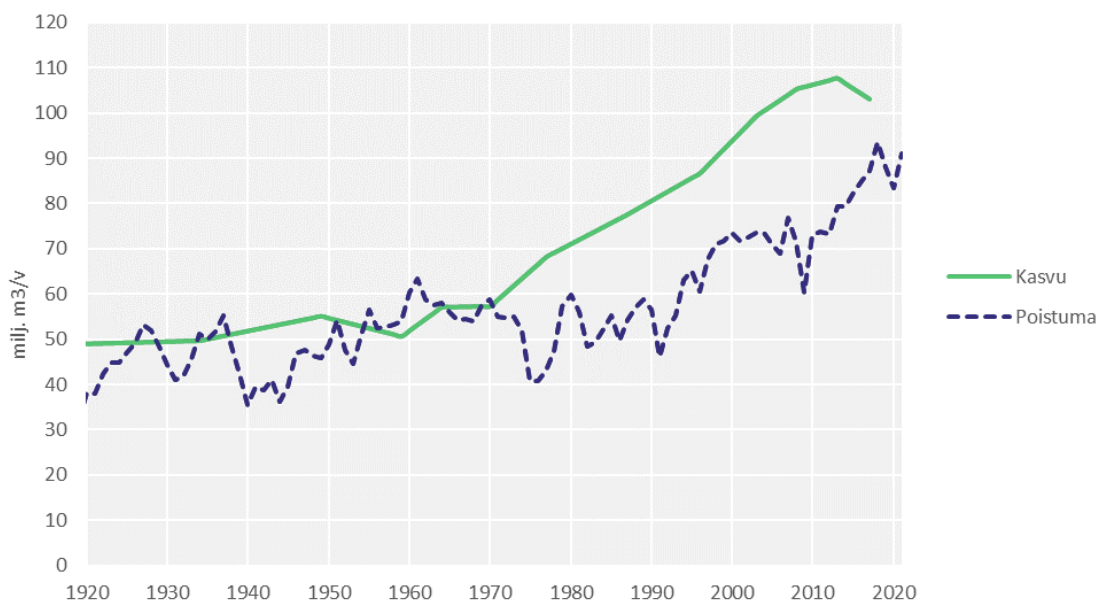
Kartongin valmistuksen vuosikapasiteetti oli Suomessa 4 150 000 tonnia vuonna 2022. Kuten kuvasta 2 havaitaan, kartongin tuotanto on ollut tasaisessa nousussa jo 1980-luvulta lähtien. Tämä selittyy muun muassa verkkokaupalla, sillä verkkokaupan kasvu on lisännyt tarvetta pakkausmateriaaleille. Tulevaisuudessa kartongin kysyntää vahvistaa myös siirtymä pois muovipakkauksista. (Metsäteollisuus ry 2023b) Samana vuonna viennin osuus kartongin tuotannosta Suomessa oli 98 % (Metsäteollisuus ry 2023c). Metsäteollisuuden viennin kokonaisarvo oli 14,8 miljardia euroa, ja suurin osa siitä kohdistui Eurooppaan ja Kiinaan (Metsäteollisuus ry 2023d). Kokonaisarvoon lasketaan kartonki, paperi, sellu ja sahatavara. Kartongille ei löytynyt erillistä tilastoa. Koska kartongin tuotannon kapasiteetti kasvaa, tarvitaan puuraaka-ainetta entistä enemmän.



Kuva 2. Metsäteollisuuden tuotantomäärät Suomessa 1960-luvulta lähtien (Metsäteollisuus ry 2023b). Hyödynnetty Metsäteollisuus ry:n luvalla.

2.3.2 Puun kasvu Suomessa

Luonnonvarakeskuksen (2022a) mukaan puun kasvu on hidastunut Suomessa 2010-luvulla, kun taas poistuma on kasvanut tasaisesti (ks. kuva 3). Puun kokonaispoistumalla tarkoitetaan hakkuukertymän, metsiin jätettävän hakkuutähteen ja puiden luontaisen kuoleamisen summaa. Vuonna 2022 sellun raaka-aineena käytettävän kuitupuun hakkuut olivat yhteensä reilut 35 000 kuutiota. Hakkuiden tähänastinen huippu saavutettiin vuonna 2018, jolloin kuitupuun hakkuut olivat 39 566 kuutiota. (Tilastotietokanta – Luonnonvarakeskus 2022)



Kuva 3. Puuston kokonaispoistuman ja kasvun kehitys 1920-luvulta lähtien (Luonnonvarakeskus 2022a). Hyödynnetty Luonnonvarakeskuksen luvalla.

Luonnonvarakeskuksen (2022a) mukaan puun kasvun hidastumiselle on monta syytä. Osa kasvun hidastumisesta selittyy kasvun vuotuisella vaihtelulla ja puuston ikärakenteella. Luonnonvarakeskus arvioi myös, että yksi merkittävä syy kasvun hidastumiseen on hakkuiden lisääntyminen. Arvion mukaan viime vuosina liian

voimakkaasti harvennettujen metsiköiden osuus oli 25 prosenttia, kun taas 2000-luvun alussa se oli alle kymmenen prosenttia. Luonnonvarakeskus kuitenkin toteaa raportissaan, että hakkuut eivät ole yksiselitteisesti huono asia, sillä ne kasvattavat puuston elinvoimaisuutta ja vähentävät luonnollista poistumaa pitkällä aikavälillä. Puun kasvun hidastumisesta johtuva hiilensitomiskyvyn heikkeneminen saattaa kuitenkin johtaa sanktioihin EU:lta, mikä vaikeuttaisi kartonkia valmistavien yhtiöiden puun saatavuutta Suomessa entisestään. Tätä aihetta käsitellään tarkemmin luvussa 2.3.4.

2.3.3 Venäjän hyökkäyssota Ukrainaan

Suomalaisen puuston kasvun hidastumisen kanssa yhtä merkittävä, ellei jopa merkittävämpi, tekijä on Venäjän vuonna 2022 aloittama hyökkäyssota Ukrainaan. Sota laukaisi pakotteiden ja vastapakotteiden sarjan, minkä seurauksena puun tuonti Venäjältä romahti. Osa metsäyhtiöistä oli kuitenkin päättänyt lopettaa puun tuonnin Venäjältä jo ennen Venäjän asettamia vientikieltoja. (Yle 2022a) Tämä johtunee imagohaitasta, joka yrityksille olisi syntynyt, jos ne olisivat jatkaneet puun tuontia hyökkäyssotaa käyvästä maasta.

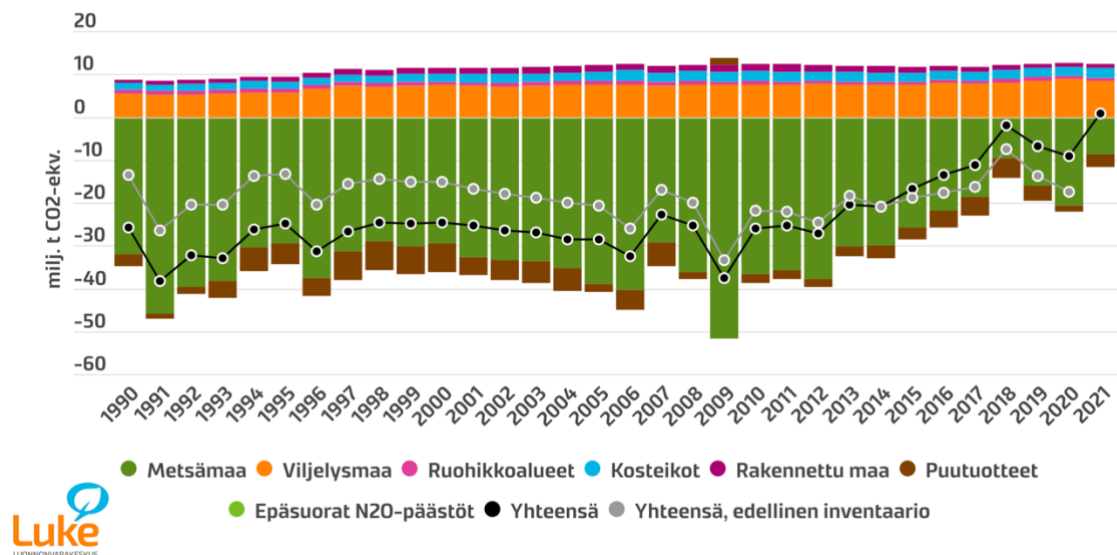
Ennen hyökkäyssotaa Venäjän osuus puun tuonnista oli noin 75 prosenttia, mutta vuonna 2022 osuus tippui 27 prosenttiin. Käytännössä tämä tarkoitti sitä, että vuonna 2022 puuta tuotiin Venäjältä noin 7,8 miljoonaa kuutiota vähemmän kuin sitä edeltävänä vuonna. (Luonnonvarakeskus 2023a) Tämä ei kuitenkaan tarkoita, että markkinoilla puuta olisi automaattisesti 7,8 miljoonaa kuutiota vähemmän. Tämä johtuu siitä, että tuonti on sisältänyt esimerkiksi haketta, jota käyttävät myös energiayhtiöt. (Helsingin Sanomat 2022b) Tästä huolimatta pudotus on merkittävä. Venäläisen tuontipuun osuudeksi ennen hyökkäyssotaa on arvioitu noin kymmenen prosenttia (Yle 2022b) metsäteollisuuden puun kokonaiskulutuksesta. Tuonnin loppumisen vuoksi tarjonta markkinoilla on vähentynyt, minkä seurauksena puun hinta on noussut. Ukrainan sodan alkamisen ja pakotteiden julkistamisen jälkeen puun hinta lähti selvään nousuun (Talouselämä 2023c).

2.3.4 LULUCF-sektori ja Euroopan komission ehdotus ennallistamisasetuksiksi

Suomi on asettanut tavoitteekseen olla hiilineutraali vuonna 2035 ja Euroopan unioni vuonna 2050. EU:n ilmastopolitiikka kostuu kolmesta osa-alueesta: päästökaupasta,

päästökaupan ulkopuolisesta toiminnasta (niin kutsuttu taakanjakosektori) sekä maankäyttösektorista (engl. LULUCF eli land use, land use change and forestry). (Ympäristöministeriö 2023) Kartonkia tuottavia yrityksiä velvoittaa päästökauppa mutta myös LULUCF-asetus. Asetuksen mukaan maankäyttösektori ei saa aiheuttaa nettopäästöjä (EUR-Lex 2018).

Vuonna 2021 Suomen maankäyttösektori kääntyi päästölähteeksi, kun aikaisemmin se oli ollut nettonielu. Kuten kuvasta 4 havaitaan, ennen vuotta 2021 Suomen maankäyttösektori sitoi enemmän hiiltä kuin päästi ilmaan eli toimi nettonieluna. Kuvassa negatiivinen luku tarkoittaa poistumaa ja positiivinen päästöä. Vuonna 2021 maankäyttösektorin päästöt kääntyivät poistumaa suuremmaksi. Luonnonvarakeskuksen (2022b) mukaan metsät itsessään säilyivät nettonieluna, mutta ne eivät enää pystyneet kattamaan LULUCF-sektorin muiden osa-alueiden päästöjä. Tämä selittyy muun muassa puun kasvun hidastumisella, jota käsiteltiin kohdassa 2.3.2.

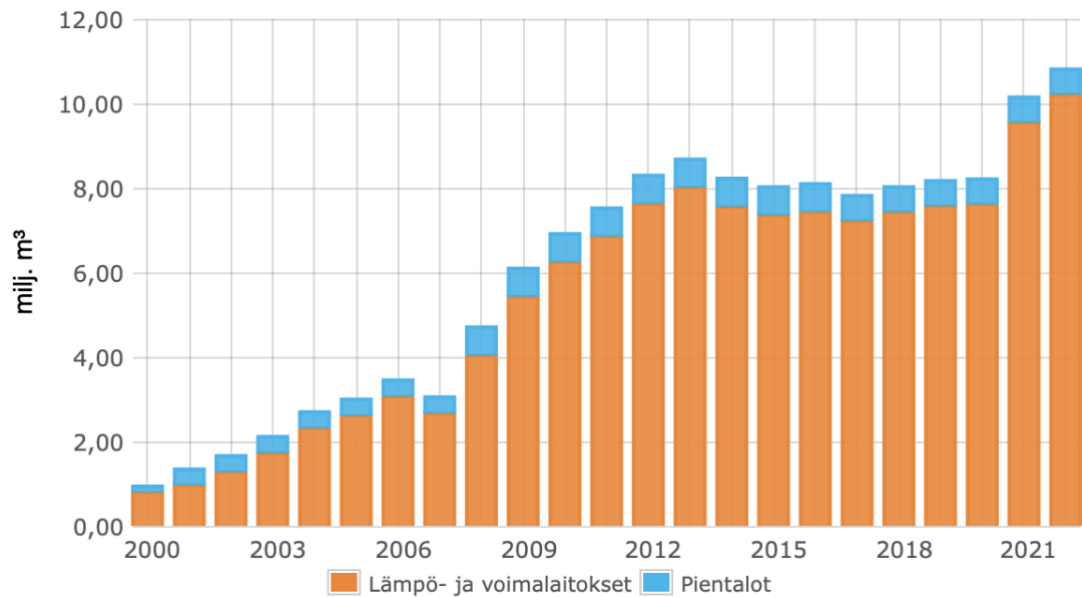


Kuva 4. LULUCF-sektorin päästöt ja poistumat maankäyttöluokittain (Luonnonvarakeskus 2022b). Hyödynnetty Luonnonvarakeskuksen luvalla.

Suomen LULUCF-sektorin muuttuminen päästölähteeksi saattaa aiheuttaa muutoksia kartonkia valmistavien yritysten toimintaympäristössä. Tämä johtuu siitä, että kasvaneet hakkuut ovat osasy syy LULUCF-sektorin muutokseen. Eräät asiantuntijat ovat esittäneet, että hakkuita pitäisi keventää, jos Suomi haluaa saavuttaa ilmastotavoitteensa (Yle 2023). Keskustelu ei ole kuitenkaan ollut vain Suomen sisäistä, sillä myös EU on ottanut asiaan kantaa. Vuonna 2022 Euroopan komissio julkaisi lakialoitteen, jonka mukaan EU pyrkii ennallistamaan 20 prosenttia EU:n maa- ja merialueista vuoteen 2030 mennessä. (Euroopan komissio 2022) Tätä kartonkia valmistavat yhtiöt eivät tietenkään halua, koska ennallistamisalueiden lisääminen heikentäisi puun saatavuutta entisestään. Tällöin kilpailu raaka-aineesta kiristyisi entistä kovemmaksi, minkä seurauksena yhtiöt joutuisivat maksamaan puusta entistä enemmän. Tämä puolestaan heikentäisi metsäyhtiöiden tulosta. Metsäteollisuus ry:n (2023d) mukaan ennallistamisasetus "voi pahimmillaan heikentää kotimaisen puun saatavuutta ja teollisuuden kilpailukykyä".

2.3.5 Puun energiakäytön lisääntyminen

Puun saatavuuteen raaka-ainemarkkinoilla vaikuttaa osittain myös se, kuinka paljon sitä käytetään energiana esimerkiksi lämmitykseen. Vuonna 2021 Työ- ja elinkeinoministeriö sekä Huoltovarmuuskeskus tilasivat konsulttiyhtiö AFRY:ltä selvityksen bioenergiana käytettävän metsähakkeen kysynnän kehityksestä ja riittävydestä Suomessa. Selvityksessä todetaan, että fossiilisten polttoaineiden, kuten turpeen ja kivihiilen, korvaaminen kasvattaa kiinteiden puupolttoaineiden kysyntää. (Valtioneuvosto 2021) Kuvan 5 perusteella havaitaan selkeä kasvu metsähakkeen kokonaiskäytössä (Luonnonvarakeskus 2023b). Luonnonvarakeskus ei kuitenkaan tilastojen julkaisun yhteydessä ole eritellyt, kuinka suuri osa puun energiakäytön kasvusta selittyy esimerkiksi turpeen energiakäytön kieltämisellä. Turpeen käytön vähentymisen lisäksi puun energiakäyttöön on saattanut vaikuttaa epävarmuus sähkön saatavuudesta Venäjän hyökkäyssodan seurauksena (Helsingin Sanomat 2022a).



Kuva 5. Metsähakkeen kokonaiskäyttö Suomessa (Luonnonvarakeskus 2023b). Hyödynnetty Luonnonvarakeskuksen luvalla.

2.3.6 Yhteenveto puun heikentyneeseen saatavuuteen johtaneista syistä

Kuten edellä on kuvailtu, puuraaka-aineen saatavuuden heikkenemiseen on useita. Useimpien syiden takana on pitkiä kehityskulkuja, mutta osa niistä on seurausta äkillisistä muutoksista, kuten kauppajajoituksista. Tässä kandidaatintyössä on käsitelty seuraavia puun heikentyneeseen saatavuuteen johtaneita syitä:

- Kartongin tuotannon kasvaminen
- Puun kasvun hidastuminen
- Venäjän hyökkäyssota Ukrainaan ja siitä seuranneet pakotteet
- LULUCF-sektori ja Euroopan komission ehdotus ennallistamisasetukseksi
- Puun energiakäytön lisääntyminen

2.4 Keinoja parantaa puuraaka-aineen saatavuutta

2.4.1 Kartonkia valmistavien yritysten erot puun hankinnassa

Kartonkia valmistavilla yrityksillä on useita eri keinoja parantaa puuraaka-aineen saatavuutta. Osa keinoista parantaa saatavuutta lyhyellä aikavälillä, kun taas toiset hyödyttävät yrityksiä vasta pitkällä aikavälillä. On kuitenkin huomioitava, että Suomessa toimivat metsäyhtiöt ovat keskenään erilaisia, ja niiden tavat hankkia puuta ovat keskenään erilaisia. Esimerkiksi Metsä Group koostuu yli 90 000 omistajajäsenestä, jotka omistavat yhteenlaskettuna noin puolet kaikista Suomen yksityismetsistä (Metsä Group 2023a). Metsä Groupin emoyhtiö on Metsäliitto Osuuskunta, minkä vuoksi Metsä Group hankkii puuta ensisijaisesti Metsäliitto Osuuskunnan omistajajäseniltä (Metsä Group 2023b).

Stora Enso puolestaan omistaa metsänsä itse. Vuonna 2022 metsävarojen arvo Stora Enson taseessa oli 8,3 miljardia euroa. (Stora Enso 2023a) UPM omistaa Suomessa 515 000 hehtaaria metsää, ja se hankkii lisää puuta yksityisiltä metsänomistajilta (UPM 2023). UPM tosin ei valmista kartonkia mutta kilpailee samasta raaka-aineesta kuin Metsä Group ja Stora Enso. Eroavaisuuksien vuoksi samat keinot parantaa puuraaka-aineen saatavuutta eivät sovi kaikille yrityksille.

2.4.2 Hankintatoimen keinot

Markkinatalouden lakien mukaan hyödykkeen hinta laskee, kun tarjonta lisääntyy. Kartonkia valmistavat yritykset voisivat siis – ainakin periaatteessa – pienentää puun hankintakustannuksia parantamalla puun saatavuutta. Kons ym. (2023) kartoittivat tutkimuksessaan, kuinka paljon Ruotsissa voidaan tulevaisuudessa käyttää biomassaa. Tässä biomassalla tarkoitetaan metsästä saatavaa materiaalia, jota voidaan hyödyntää ei pelkästään metsäteollisuudessa vaan myös energiantuotannossa. Ruotsi on hyvä vertailukohde samanlaisen elinkeinorakenteen ja maantieteellisen sijainnin vuoksi. Suomessa ja Ruotsissa ilmasto on samanlainen, ja molemmissa maissa biomassan loppukäyttäjät ovat sekä metsä- että energiayhtiöt. Puumarkkinat ovat siis molemmissa maissa samanlaiset, mikä antaa hyvän pohjan maiden vertailulle.

Tutkimuksen mukaan puun saatavuutta voidaan parantaa kasvattamalla puun hankinta-alueita. Artikkelissa ennustettiin biomassan riittävyys perustuen dataan nykyisestä sellun tuotantokapasiteetista ja biomassan kasvusta vuosille 2035-2039. Jos puuta hankitaan 50 kilometrin säteellä tuotantolaitoksesta, puun tarpeesta tuli katetuksi yrityksestä riippuen vain reilut kymmenen prosenttia. Jos hankintasäde kasvatetaan sataan kilometriin, puun tarpeesta täyttyy noin puolet. Jos hankintasäde on 200 kilometriä, puuta on saatavilla yli 1,5-kertaisesti tarpeeseen verrattuna. Puun tarve voidaan siis täyttää täysin, kun hankinta-alueen säde tuotantolaitoksesta on 100-200 kilometrin välillä. Puun saatavuus siis paranee, kun hankinta-alueen pinta-alaa kasvatetaan. Toisaalta kilpailevien yritysten hankinta-alueet saattavat limittyä, jos alueiden säteitä kasvatetaan liian suuriksi. Myös logistiikkakustannukset kasvavat. (Kons ym. 2023) Metsäteollisuus ry:n ylläpitämän kartan perusteella sellu- ja kartonkitehtaita on ympäri Suomen. Suurin osa tuotantolaitoksista sijaitsee Kaakkois-Suomessa (Metsäteollisuus ry 2022b). Ne tuotantolaitokset, jotka sijaitsevat lähimpänä toisiaan, joutuvat kilpailemaan puusta keskenään. Kartan perusteella tällaiset tuotantolaitokset sijaitsevat ennen kaikkea Kaakkois-Suomessa. Johtopäätöksenä voidaan siis sanoa, että hankinta-alueen kasvattamisella voidaan siis parantaa puun saatavuutta tiettyyn pisteeseen asti.

Hankinta-alueen laajentamisen lisäksi muutoksia voidaan tehdä myös hankinta-alueen sisällä. Saman hankinta-alueen puustoa voidaan hyödyntää enemmän, jos puustolle asetettuja vaatimuksia lasketaan. Esimerkiksi kuitupuun minimiläpimitan pienentämisestä ovat kertoneet Metsä Group ja Stora Enso (Metsä Group 2023c; Stora Enso 2023b). On kuitenkin epäselvää, kuinka paljon laatuvaatimusten alentaminen lisää puun saatavuutta. Ek ym. (2009) mukaan puuraaka-aineen esikäsittelyllä on merkittävä vaikutus lopputuotteen laatuun. On siis mahdollista, että laatuvaatimusten madaltaminen johtaa haasteisiin esikäsittelyssä, jos lopputuotteen laatua halutaan ylläpitää.

2.4.3 Metsänhoidon keinot

Tyypillisiä metsänhoidon menetelmiä ovat Metsähallituksen (2023) mukaan esimerkiksi taimikonhoito, maanmuokkaus, istutus, kylvä, lannoitus, ojitus, kulutus, riistan elinpiirin aktiivinen hoito ja hakkuut. Tärkeää on metsänhoitotöiden oikea-aikaisuus. Oikea-aikaisen hoidon avulla puuston elinvoimaisuus säilyy. Dunckerin ym. (2012) mukaan

metsänhoidossa voidaan käyttää viittä eri lähestymistapaa: passiivinen, matala, keskitasoinen, korkea ja intensiivinen. Lähestymistavat kuvaavat, miten intensiivisesti metsää voidaan käyttää. Lähestymistavat eroavat toisistaan muun muassa ihmisen väliintulon, lannoitteiden käytön, luonnonsuojelun ja puuston kiertonopeuden suhteen (ks. taulukko 1).

Taulukko 1. Metsänhoidon eri lähestymistavat. Mukailten Duncker ym. (2012).

Metsänhoidon lähestymistapa	Puun uusiutumistapa	Lannoitteiden käyttö	Luonnonsuojelutoimet	Puuston kiertonopeus
Intensiivinen	Istutus, siementäminen ja harvennus	Mahdollisesti	Ei	Lyhyt
Korkea	Luontainen uusiutuminen, istutus ja siementäminen	Mahdollisesti	Joskus	Lyhyt
Keskitasoinen	Luontainen uusiutuminen, istutus ja siementäminen	Ei	Kyllä	Keskipitkä
Matala	Luontainen uusiutuminen, istutus ja siementäminen	Ei	Kyllä	Pitkä

Passiivinen	Luontainen uusiutuminen	Ei	Kyllä	Pitkä
-------------	----------------------------	----	-------	-------

Intensiivisen metsänhoidon tarkoituksena on maksimoida kaupallisesti hyödynnettävän puuston tuotanto. Tässä tapauksessa taloudelliset tavoitteet ovat tärkeämpiä kuin ekologiset näkökulmat. Näiden seikkojen vuoksi intensiivinen metsänhoito sopii parhaiten sellua ja/tai kartonkia valmistavien yritysten lähestymistavaksi. Intensiivisessä metsänhoidossa puulajit valitaan sen mukaan, mitkä niistä tuottavat eniten rahallista arvoa. Lannoitteita käytetään parantamaan puuston kasvua. Myös kemikaaleja voidaan hyödyntää tuholaisien välttämiseksi. Puuston kiertoaika on lyhyt, jopa 20 vuotta tai vähemmän. (Duncker ym. 2012) Puun hyödyntämistä rajoittavat lähinnä kansalliset lait mutta myös kansainväliset normit, kuten EU:n päästökauppajärjestelmä (Duncker ym. 2012; Palander & Takkinen 2021).

3 POHDINTA

Kuten luvussa 2 todettiin, puun saatavuuteen liittyvät tekijät ovat monimutkaisia ja keskinäisriippuvaisia. Aiheeseen liittyy myös jatkossa vaikeasti yhteen sovitettavia ristiriitoja. Metsäyhtiöt esimerkiksi haluavat hankkia puuta mahdollisimman halvalla, kun taas myyjä haluaa puusta parhaan mahdollisen hinnan. Sellun ja kartongin valmistamiseen tarvitaan jatkossakin valtavia määriä puuta. Toisaalta liian suuret hakkuut todennäköisesti aiheuttaisivat metsäyhtiöille imagohaittaa. Yritysten intresseissä olisi myös venäläisen tuontipuun käytön salliminen uudelleen. Tällaista kuitenkin pidettäisiin epäeettisenä. Näiden seikkojen lisäksi puun saatavuuteen vaikuttavat myös Suomen ja koko EU:n ilmastotavoitteet. Metsäyhtiöitä hyödyttäisi Suomen ilmastotoimien painopisteen siirtäminen LULUCF-sektorista esimerkiksi liikenteeseen. On kuitenkin hyvin epävarmaa, haluaako ilmastolaista päättävä elin eli eduskunta kiristää taakanjakosektorin ilmastotavoitteita – metsäteollisuuden suuresta vaikutusvallasta huolimatta.

Hakkuiden tiukka rajoittaminen LULUCF-sektorin ilmastotavoitteiden saavuttamiseksi kiristäisi entisestään kilpailua puusta. Liian korkea hinta heikentäisi merkittävästi metsäyhtiöiden kannattavuutta. Tämä saattaisi johtaa vanhojen ja tehottomien tuotantolaitosten sulkemiseen, kuten on jo nähty Kotkan Sunilassa (Kymen Sanomat 2023). Tehtaiden sulkemisten lisäksi korkea raaka-ainehinta saattaa vaikuttaa yritysten investointihalukkuuteen. Onkin mahdollista, että tulevaisuudessa investoinnit tehdään maihin, joissa puun saatavuus ei ole ongelma. Yhtäältä siis on pohdittava hakkuista koituvia haittoja ja toisaalta metsäteollisuuden vaikutuksia suomalaiseen yhteiskuntaan.

Kartonkia valmistavien yritysten tilanne ei kuitenkaan ole toivoton. Luvussa 2.4 mainittujen seikkojen lisäksi metsäyhtiöillä on muita mahdollisuuksia vaikuttaa toimintaympäristöönsä. Yritykset voisivat esimerkiksi kartoittaa vaihtoehtoisten raaka-ainelähteiden, kuten kierrätysmateriaalien, parempaa hyödyntämistä. Myös tuotannon sivuvirtojen kaupallista hyödyntämistä on pidetty esillä (Talouselämä 2023a). Stora Enso tutki biopohjaisten akkumateriaalien valmistusta Kotkan Sunilassa tehtaan sulkemiseen

asti, ja Metsä Group puolestaan perusti innovaatioyhtiö Metsä Springin vuonna 2018 (Metsä Spring 2023; Talouselämä 2023a).

Metsäyhtiöt voisivat siis investoida uusiin raaka-aineisiin tai täysin uusiin tuotteisiin. Vaihtoehtoisesti myös itse kartongin valmistusprosessia voisi kehittää edelleen, jotta puusta saataisiin mahdollisimman paljon hyötyä. Investoinnit ovat kuitenkin kallis keino parantaa prosessin saantoa. Toisaalta investoinnit ovat ainakin jollain tasolla välttämättömiä, jos kilpailussa haluaa pysyä mukana. Esimerkiksi Helsingin Sanomien metsäteollisuutta seuraava toimittaja Anni Lassila on kuvaillut metsäteollisuuden lähitulevaisuutta sanalla "pudotuspeli" (Helsingin Sanomat 2023a). Käytännössä metsäyhtiöiden vaihtoehtoja lienevät nykyisten tuotantolaitosten uusiminen tai entistä suurempien ja kannattavampien laitosten rakentaminen. Nyt olemassa olevan kirjallisuuden perusteella on kuitenkin mahdotonta sanoa, kuinka paljon uudet investoinnit voisivat teoriassa parantaa liiketoiminnan kannattavuutta.

Puun saatavuuteen vaikuttaa paljon se, kuinka paljon puuta saa hakata. Hakkuisiin vaikuttavat lainsäädäntö ja yleinen mielipide. Metsäteollisuus voisi lobbaamalla edistää sille mieleistä lainsäädäntöä sekä kansallisella että EU-tasolla. Tutkimustietoa lobbaamisen vaikutuksista lainsäädäntöön on olemassa, mutta sitä on vaikea verrata juuri tähän kontekstiin. Olisi siis rohkeaa väittää, että lobbaaminen automaattisesti parantaisi vaikkapa hakkuumääriä ja siten puun saatavuutta. Jotain tilanteesta kuitenkin kertonee se, että etujärjestö Metsäteollisuus ry avasi helmikuussa 2023 toimiston EU:n hallintokaupunki Brysseliin (Helsingin Sanomat 2023b).

Viimeiseksi vaihtoehdoksi jää tilanteen hyväksyminen. Etenkin heikosti kannattavien laitosten on pyrittävä selviämään matalasuhdanteesta ja odottaa, että tuotteiden markkinahinnat kääntyvät kasvuun. Toisaalta tuotantolaitoksia on kaatunut jo, kuten Kotkan Sunilan esimerkki osoittaa. Ei ole takeita siitä, etteikö tehtaita suljettaisi myös jatkossa. Talouselämän (2023b) analyysin mukaan suurin uhka kohdistuu pieniin laitoksiin, joissa sellun ja kartongin valmistusta ei ole integroitu keskenään.

Vaikka metsäyhtiöiden kannattavuus heikentyi vuonna 2023 merkittävästi kysynnän notkahduksen ja kasvaneiden hankintakustannusten seurauksena, pitkän aikavälin kasvun

ajurit ovat edelleen olemassa. Verkkokaupan kasvu ja siirtymä muovipohjaisista pakkausmateriaaleista kasvattavat kartongin kysyntää myös jatkossa. Metsäteollisuutta on ollut Suomessa vuosisatoja. Tässä mittakaavassa puun saatavuuden heikentyminen on vain yksi haaste muiden joukossa. Toisaalta kartonkia valmistavat yhtiöt ovat keskenään erilaisia. Niistä jokaisen on löydettävä itselleen toimiva tapa parantaa puun saatavuutta ja täten turvata liiketoiminnan jatkuvuus.

4 JOHTOPÄÄTÖKSET JA YHTEENVETO

4.1 Keskeiset tulokset

Metsäteollisuudella on edessään suuri haaste varmistessaan puun riittävyys ja siten epäsuorasti liiketoiminnan kannattavuus. Tämä havaitaan siitä, että metsäyhtiöiden tulokset romahtivat vuonna 2023 johtuen merkittävässä määrin puuraaka-aineen hinnan noususta. Yleisesti saatavilla olevan tiedon valossa voidaan kuitenkin todeta, että tilanne tiedostetaan sekä metsäyhtiöissä että koko toimialalla. Tämä käy ilmi esimerkiksi siitä, että osa yrityksistä on yrittänyt parantaa hankittavan raaka-aineen määrää pienentämällä vaadittavaa puun läpimittaa. Yksittäisten yritysten toimien lisäksi toinen esimerkki on se, että Metsäteollisuus ry on perustanut toimiston Brysseliin mielipidevaikuttamista varten.

Tässä kandidaatintyössä esiteltiin kartongin valmistuksen prosessi ja todettiin, että syitä heikentyneen puun saatavuuden taustalla on useita. Syyt ovat monimutkaisia ja osittain linkittyneitä toisiinsa. Merkittävimmit syiksi todettiin kartongin tuotannon lisääntyminen, puun kasvun hidastuminen Suomessa, Venäjän hyökkäyssota Ukrainaan ja siitä seuranneet pakotteet, LULUCF-sektorin ilmastotavoitteet ja puun energiakäytön lisääntyminen. Erilaisia vaihtoehtoja, kuten hankintatoimen ja metsänhoidon keinoja, kartoitettiin. Myös tutkimuskirjallisuuden ulkopuolisia mahdollisuuksia pohdittiin.

4.2 Tulosten arviointi ja jatkotutkimuskohteet

Keinot, joiden avulla kartonkia valmistavat yritykset ovat reagoineet heikentyneeseen puun saatavuuteen, ovat pitkälti liikesalaisuuksia. Metsäyhtiöiden konkreettisia toimia on vaikea arvioida käytännössä, koska niistä ei juurikaan puhuta julkisuudessa. Sen vuoksi tämä kandidaatintyö on ennen kaikkea teoreettinen viitekehys sille, miten metsäteollisuudessa voitaisiin vastata kyseiseen haasteeseen. Se, ovatko metsäyhtiöt jo ottaneet käyttöön esimerkiksi osiossa 2.4 esiteltyjä keinoja käyttöön, on epävarmaa.

Tämän kandidaatintyön tuloksia arvioidessa on syytä ottaa huomioon, että työ on tehty käyttämällä vain yleisesti saatavilla olevaa tietoa. Tutkimuksen tulokset pohjautuvat siis

vain julkisiin lähteisiin, minkä vuoksi on vaikeaa arvioida, toimisivatko ne käytännössä. Kandidaatintyön suppeuden vuoksi tutkimusta voisi laajentaa diplomityöksi esimerkiksi tapaustutkimuksen muodossa. Tapaustutkimus antaisi mahdollisuuden arvioida erilaisia keinoja parantaa puun saatavuutta yksittäisen yrityksen tai tuotantolaitoksen kontekstissa.

LÄHDELUETTELO

- Carr, A. S. & Pearson, J. N., 2002. The impact of purchasing and supplier involvement on strategic purchasing and its impact on firm's performance. *International Journal of Operations and Production Management*, 22 (9–10), 1032–1053.
- Duncker, P. S., Barreiro, S. M., Hengeveld, G. M., Lind, T., Mason, W. L., Ambrozy, S. & Spiecker, H., 2012. Classification of forest management approaches: A new conceptual framework and its applicability to European forestry. *Ecology and Society*, 17 (4).
- Ek, M., Gellerstedt, G. & Henriksson, E., 2009. *Pulp and paper chemistry and technology. Volume 2, Pulping chemistry and technology*. De Gruyter.
- Ernst & Young, 2020. *Metsäteollisuuden taloudelliset vaikutukset Suomessa* [verkkodokumentti]. Saatavilla: https://global-uploads.webflow.com/5f44f62ce4d302179b465b3a/5fae995a5fef4c2680df41cf_Metsateollisuuden_taloudelliset_vaikutukset_2020.pdf [Viitattu 29.11.2023].
- EUR-Lex, 2018. *Euroopan parlamentin ja neuvoston asetus maankäytöstä, maankäytön muutoksesta ja mestätaloudesta aiheutuvien kasvihuonekaasujen päästöjen ja poistumien sisällyttämisestä vuoteen 2030 ulottuviin ilmasto- ja energiapolitiikan puitteisiin* [verkkodokumentti]. Saatavilla: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FI/TXT/HTML/?uri=CELEX:32018R0841> [Viitattu 7.12.2023].
- Euroopan komissio, 2022. *Proposal for a regulation of the European Parliament and of the Council on nature restoration* [verkkodokumentti]. Saatavilla: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX%3A52022PC0304> [Viitattu 13.11.2023].
- Furszyfer Del Rio, D. D., Sovacool, B. K., Griffiths, S., Bazilian, M., Kim, J., Foley, A. M. & Rooney, D., 2022. Decarbonizing the pulp and paper industry: A critical and

systematic review of sociotechnical developments and policy options. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 167.

Helsingin Sanomat, 2022a. Sota vaikuttaa Suomen metsiin. [verkkodokumentti], 22 March 2022. Saatavilla: <https://www.hs.fi/kotimaa/art-2000008658965.html> [Viitattu 13.11.2023].

Helsingin Sanomat, 2022b. Puun tuonti Venäjältä on tyrehtymässä täysin – energiayhtiöt etsivät nyt tuontihakkeelle korvaajaa. [verkkodokumentti], 11 March 2022. Saatavilla: <https://www.hs.fi/talous/art-2000008672644.html> [Viitattu 10.11.2023].

Helsingin Sanomat, 2023a. Metsä Groupin miljarditehdas valmistuu pian, mutta kannattiko sitä ylipäänsä rakentaa? [verkkodokumentti], 1 April 2023. Saatavilla: <https://www.hs.fi/talous/art-2000009454914.html> [Viitattu 28.11.2023].

Helsingin Sanomat, 2023b. EU:ssa metsäteollisuus nähdään ongelmana, ja tuore lobbari aikoo tuoda muutoksen: ”Täällä ei ole oikein haluttu kuunnella”. [verkkodokumentti], 24 May 2023. Saatavilla: <https://www.hs.fi/talous/art-2000009603299.html> [Viitattu 28.11.2023].

Jaehn, F. & Juopperi, R., 2019. A Description of Supply Chain Planning Problems in the Paper Industry with Literature Review. *Asia-Pacific Journal of Operational Research*, 36 (1).

Kauppalehti, 2023. Metsäteollisuudessa taas kylmä talvi edessä. [verkkodokumentti], 23 October 2023. Saatavilla: <https://www.kauppalehti.fi/uutiset/metsateollisuudessa-taas-kylma-talvi-edessa/4ac1b644-dafe-4036-9397-4da3e6cdaf78> [Viitattu 29.11.2023].

KnowPap, 2023. *Paperin ja kartongin valmistus - tiivistelmä* [verkkodokumentti]. Saatavilla: knowpap.com/extranet/suomi/paperboard_technology/general/frame.htm [Viitattu 13.11.2023].

- Kons, K., Athanassiadis, D. & Agar, D. A., 2023. Forecasting Future Procurement Potential of Swedish Forest Biomass Using Forest Inventory Data. *Croatian Journal of Forest Engineering*, 44 (2), 327–336.
- Kuisma, M., 2006. *Metsäteollisuuden maa. 1, Metsäteollisuuden maa : Suomi, metsät ja kansainvälinen järjestelmä 1620-1920. 2. painos.* Helsinki: Suomalaisen Kirjallisuuden Seura. 781s.
- Kymen Sanomat, 2023. Sunilan tehdas suljetaan pysyvästi – 240 henkilöä menettää työnsä. [verkkodokumentti], 4.9.2023. Saatavilla: <https://www.kymensanomat.fi/paikalliset/6186443> [Viitattu 28.11.2023].
- Luonnonvarakeskus, 2022a. *Suomen LULUCF-sektorin 2021–2025 velvoitteen toteutuminen* [verkkodokumentti]. Saatavilla: <https://www.luke.fi/fi/documents/suomen-lulucfsektorin-20212025-velvoitteen-toteutuminen> [Viitattu 10.11.2023].
- Luonnonvarakeskus, 2022b. *Kasvihuonekaasuinventaarion ennakkotiedot vahvistavat: maankäyttösektori päästölähde vuonna 2021, metsät pysyivät edelleen nettonieluna* [verkkodokumentti]. Saatavilla: <https://www.luke.fi/fi/seurannat/maatalous-ja-lulucfsektorin-kasvihuonekaasuinventaarion/kasvihuonekaasuinventaarion-ennakkotiedot-vahvistavat-maankayttosektori-paastolahde-vuonna-2021-metsat-pysyivat-edelleen-nettonieluna> [Viitattu 13.11.023].
- Luonnonvarakeskus, 2023a. *Puun tuontimäärä ja metsäteollisuuden viennin arvo pienenevät vuonna 2022* [verkkodokumentti]. Saatavilla: <https://www.luke.fi/fi/uutiset/puun-tuontimaara-ja-metsateollisuuden-viennin-arvo-pienenevat-vuonna-2022> [Viitattu 10.11.023].
- Luonnonvarakeskus, 2023b. *Puun energiakäyttö 2022 (ennakko)* [verkkodokumentti]. Saatavilla: <https://www.luke.fi/fi/tilastot/puun-kaytto/puun-energiakaytto-2022-ennakko> [Viitattu 13.11.2023].

- Mesfun, S. & Toffolo, A., 2015. Integrating the processes of a Kraft pulp and paper mill and its supply chain. *Energy Conversion and Management*, 103, 300–310.
- Metsä Group, 2023a. *Kaikki jäsenedut* [verkkodokumentti]. Saatavilla: <https://www.metsagroup.com/fi/puunhankinta/omistajajasenenedut/kaikki-jasenenedut-lyhyesti/> [Viitattu 20.11.2023].
- Metsä Group, 2023b. *Metsäliitto Osuuskunta* [verkkodokumentti]. Saatavilla: <https://www.metsagroup.com/fi/sijoittajat/metsa-group-sijoituskohteena/metsaliitto-osuuskunta/> [Viitattu 20.11.2023].
- Metsä Group, 2023c. *Metsä Group laskee kuitupuun minimiläpimittaa Suomessa* [verkkodokumentti]. Saatavilla: <https://www.metsagroup.com/fi/puunhankinta/uutiset-ja-julkaisut/tiedotteet/2023/metsa-group-laskee-kuitupuun-minimilapimittaa-suomessa/> [Viitattu 23.11.2023].
- Metsä Spring, 2023. *Tietoa Meistä* [verkkodokumentti]. Saatavilla: <https://www.metsaspring.com/fi/> [Viitattu 28.11.023].
- Metsähallitus, 2023. *Hyvällä metsänhoidolla monimuotoisia metsiä* [verkkodokumentti]. Saatavilla: <https://www.metsa.fi/vastuullinen-liiketoiminta/metsatalous/metsanhoito/> [Viitattu 23.11.2023].
- Metsäteollisuus ry, 2022a. *Metsäteollisuus numeroina* [verkkodokumentti]. Saatavilla: <https://www.metsateollisuus.fi/uutishuone/metsateollisuus-numeroina#tavaravienti> [Viitattu 29.11.2023].
- Metsäteollisuus ry, 2022b. *Metsäteollisuus ry:n jäsenyritysten tuotantolaitokset kartalla* [verkkodokumentti]. Saatavilla: <https://www.metsateollisuus.fi/uutishuone/tuotantolaitoskartta> [Viitattu 30.11.2023].

Metsäteollisuus ry, 2023a. *Ennallistamisasetus voi pahimmillaan heikentää kotimaisen puun saatavuutta ja teollisuuden kilpailukykyä* [verkkodokumentti]. Saatavilla: <https://www.metsateollisuus.fi/uutishuone/ennallistamisasetus-voi-pahimmillaan-heikentaa-kotimaisen-puun-saatavuutta-ja-teollisuuden-kilpailukyky> [Viitattu 13.11.2023].

Metsäteollisuus ry, 2023b. *Metsäteollisuuden tuotantomäärät Suomessa 1960-luvulta alkaen* [verkkodokumentti]. Saatavilla: <https://www.metsateollisuus.fi/uutishuone/metsateollisuuden-tuotantomaaarat> [Viitattu 13.11.2023].

Metsäteollisuus ry, 2023c. *Viennin osuus metsäteollisuuden tuotannosta* [verkkodokumentti]. Saatavilla: <https://www.metsateollisuus.fi/uutishuone/viennin-osuus-metsateollisuuden-tuotannosta> [Viitattu 10.11.2023].

Metsäteollisuus ry, 2023d. *Metsäteollisuuden vienti alueittain* [verkkodokumentti]. Saatavilla: <https://www.metsateollisuus.fi/uutishuone/metsateollisuuden-vienti-alueittain> [Viitattu 10.11.2023].

Niebuhr, V. & Niebuhr, N., 2009. Research needs and value added possibilities in paper and paperboard production | Forschungsbedarfe und wertschöpfungspotenziale in der papier-Und kartonproduktion. *International Paperworld IPW*, (9), 23–28.

Palander, T. & Takkinen, J., 2021. The optimum wood procurement scenario and its dynamic management for integrated energy and material production in carbon-neutral forest industry. *Energies*, 14 (15).

Schütz, K., Kässer, M., Blome, C. & Foerstl, K., 2020. How to achieve cost savings and strategic performance in purchasing simultaneously: A knowledge-based view. *Journal of Purchasing and Supply Management*, 26 (2).

Stora Enso, 2023a. *Stora Enson metsäomaisuus* [verkkodokumentti]. Saatavilla: <https://www.storaenso.com/fi-fi/about-stora-enso/our-forest-holdings> [Viitattu 20.11.2023].

Stora Enso, 2023b. *Stora Enso pienentää kuitupuun minimiläpimittaa* [verkkodokumentti]. Saatavilla: <https://www.storaenso.com/fi-fi/newsroom/press-releases/2023/8/stora-enso-pienentaa-kuitupuun-minimilapimittaa> [Viitattu 23.11.2023].

Talouselämä, 2022. TE500 – Suomen suurimmat yritykset. [verkkodokumentti]. Saatavilla: <https://www.talouselama.fi/te500> [Viitattu 13.11.2023].

Talouselämä, 2023a. Metsäyhtiöiden juhlat ovat ohi, (17), 17.

Talouselämä, 2023b. Metsäyhtiöiden tuloksissa tapahtui romahdus, joka hakee vertaistaan – näin salkunhoitaja arvioi tulevaisuutta. [verkkodokumentti], 2.8.2023. Saatavilla: <https://www.talouselama.fi/uutiset/metsayhtioiden-tuloksissa-tapahtui-romahdus-joka-hakee-vertaistaan-nain-salkunhoitaja-arvioi-tulevaisuutta/e1dc7a12-7531-4c94-909c-134dd52b74e2> [Viitattu 28.11.2023].

Talouselämä, 2023c. 7,6 miljoonaa kuutiota, 115 000 puutavara-autollista vuodessa: Tällainen on Suomeen avattava jättimäinen sellulaitos. [verkkodokumentti]. Saatavilla: <https://www.talouselama.fi/uutiset/7-6-miljoonaa-kuutiota-115000-puutavara-autollista-vuodessa-tallainen-on-suomeen-avattava-jattimainen-sellulaitos/ad019912-4004-4f51-8d92-1fa8bec8e3bb> [Viitattu 28.11.2023].

Tilastotietokanta – Luonnonvarakeskus, 2022. *Hakkuukertymä omistajaryhmittäin koko maassa 1985-* [verkkodokumentti]. Saatavilla: https://statdb.luke.fi/PxWeb/pxweb/fi/LUKE/LUKE__04%20Metsa__02%20Rakenn%20ja%20tuotanto__10%20Hakkuukertyma%20ja%20puuston%20poistuma/01c_Hakkuukertyma_koko_maa.px/table/tableViewLayout2/?loadedQueryId=8f4d5204-7dbe-42c1-a3de-85ba83b325a8&timeType=from&timeValue=1985 [Viitattu 10.11.2023].

- UPM, 2023. *UPM Metsä* [verkkodokumentti]. Saatavilla: <https://www.upm.com/fi/liiketoiminnot/puunhankinta-ja-metsatalous/> [Viitattu 20.11.2023].
- Valtioneuvosto, 2021. *Metsähakkeen kysyntä lisääntyy turpeen ja kivihiilen korvautuessa* [verkkodokumentti]. Saatavilla: <https://valtioneuvosto.fi/-/1410877/metsahakkeen-kysynta-lisaantyy-turpeen-ja-kivihiilen-korvautuessa> [Viitattu 13.11.2023].
- van Weele, A. J., 2018. *Purchasing and supply chain management*. 7. painos Australia: Cengage. 400s.
- Yle, 2022a. EU sanctions ban Russian wood exports. [verkkodokumentti], 9 April 2022. Saatavilla: <https://yle.fi/a/3-12398413> [Viitattu 10.11.2023].
- Yle, 2022b. Puun tuonti Venäjältä loppui kuin seinään – suomalaisille sahoille ja metsänomistajille luvassa kasvavaa kysyntää ja korkeampia hintoja? [verkkodokumentti], 14 March 2022. Saatavilla: <https://yle.fi/a/3-12352346> [Viitattu 10.11.2023].
- Yle, 2023. Suomen ilmastopäästöt 90-luvun tasolla, asiantuntijat vaativat jo hakkuiden vähentämistä. [verkkodokumentti], 21 February 2023. Saatavilla: <https://yle.fi/a/74-20018564> [Viitattu 13.11.2023].
- Ympäristöministeriö, 2023. *Euroopan unionin ilmastopolitiikka* [verkkodokumentti]. Saatavilla: <https://ym.fi/euroopan-unionin-ilmastopolitiikka> [Viitattu 13.11.2023].