

Pirjo Kääriäinen

Tulevaisuuden tuotteita metsästä

Kääriäinen P. (2019). Tulevaisuuden tuotteita metsästä. Metsätieteen aikakauskirja 2019-10210. Tieteen tori. 7 s. <https://doi.org/10.14214/ma.10210>

Yhteystiedot Aalto-yliopisto, Muotoilun laitos, Espoo

Sähköposti pirjo.kaariainen@aalto.fi

Hyväksytty 19.6.2019

Viime aikoina ei Suomessa ole voinut olla törmäämättä julkiseen metsäkeskusteluun. Luemme uutisia ilmastonmuutoksen vaikutuksesta pohjoiseen luontoomme ja huolestumme metsäluonnon monimuotoisuuden säilymisestä. Entä metsien hiilinielu – pieneneekö se nykyisen metsätalouden vuoksi, vai kasvaako sittenkin? Kuulemme perinteisen metsäteollisuuden kaavailemista jätti-investoinneista – mutta voidaanko niiden raaka-aineen tarve turvata kestävän kehityksen puitteissa?

Toisaalta julkisuudessa esitellään uusia ideoita metsästä saatavien raaka-aineiden hyödyntämisestä uusiin käyttötarkoituksiin. Erityisesti sellusta on tullut tulevaisuuden superlupaus: siitä valmistettujen materiaalien toivotaan korvaavan nykyisiä fossiilisia raaka-aineista valmistettuja muoveja ja tekstiilikuituja. Metsä ei kuitenkaan ole ihmisille ainoastaan raaka-aineiden vaan myös hyvinvoinnin ja terveyden lähde. Tutkimustulokset kertovat luonnossa liikkumisen vähentävän stressiä, ja pakurikäpää, pihka, mahla, marjat ja sienet ovat jo nyt vientituotteita. Kiinnostus luontomatkailuun on kasvussa kun yhä useampi kansainvälinen matkailija etsii aitoja elämyksiä puhtaasta luonnosta.

Miksi puusta saatavat uudet materiaalit kiinnostavat juuri nyt?

Digitalisaatiosta huolimatta elämme edelleen materiaalien maailmassa. Pukeudumme, syömmme, ja asumme, ja digitalisoitumisen mahdollistavat laitteetkin koostuvat materiaaleista. Maailman luonnonvarojen käyttö on kuitenkin kestävämmällä tasolla, ja esimerkiksi me suomalaiset kulutimme tämän vuoden laskennallisen osuutemme maailman luonnonvaroista jo huhtikuussa. Kestävä kehitys edellyttää toimintatapojen muuttamista, ennen kaikkea kulutuksen pienentämistä, mutta tarvitsemme samalla uusia vaihtoehtoja nykyisten materiaalien tilalle. Olemme vähitellen siirtymässä kiertotalouteen, jossa kaikki materiaalit on kierrätettävä tehokkaasti. Tulevaisuudessa raaka-aineet pitää saada pääosin uusiutuvista lähteistä, kaikki teollisuuden ja maatalouden sivuvirrat on hyödynnettävä tarkkaan, eikä jäte ole enää vain jätettä vaan jonkin uuden raaka-ainetta.

Puu on uusiutuva raaka-aine, ja Suomessa sitä on runsaasti saatavilla. Sellu- ja paperiteollisuuden myötä Suomeen on kertynyt paljon metsän biomassaan liittyvää tietoa ja osaamista, jota voidaan hyödyntää uusien tuotteiden kehittämisessä. Paperin kulutuksen pienentyessä metsäteollisuus on uudistamassa omia tuoteportfoliotaan ja samaan aikaan on syntynyt aivan uudenlaisia biopohjaisia tuotteita kehittäviä yrityksiä. Nämä kierrätettävät ja/tai biohajoavat materiaalit kiinnostavat niin käyttäjiä, muotoilijoita kuin sijoittajiaakin, joten ei ole ihme, että monet materiaali-innovaatiot perustuvat metsästä saataviin raaka-aineisiin.

Selluloosa – tulevaisuuden supermateriaali?

Vuonna 2013 Tekes (nykyisin Business Finland) myönsi merkittävän strategisen rahoituksen selluloosan monialaiseen tutkimukseen. Syntyi “Design driven value chains in the world of cellulose DWoC 2013-2018”, joka yhdisti ensimmäisen kerran selluloosatutkimuksen äärelle materiaalitutkijat, muotoilijat ja liiketoimintaosaajat. Projektin tavoitteena oli etsiä selluloosalle uusia käyttösovelluksia erityisesti korkean lisäarvon tuotteissa ja samalla luoda uusi toimijaverkosto vahvistamalla toimialojen välistä yhteistyötä. Viisivuotiseen tutkimushankkeeseen osallistuivat Teknologian tutkimuskeskus VTT, Aalto-yliopisto, Tampereen teknillinen yliopisto ja Vaasan yliopisto. Projektin tuloksena syntyi kymmeniä ideoita niin uusiin materiaaleihin ja niiden valmistusprosesseihin kuin niistä valmistettaviin tuotteisiin. Osa näistä ideoista on edennyt jatkotutkimukseen, osalle on jo näköpiirissä liiketoimintamahdollisuuksia, ja osa vielä odottaa jatkosuunnitelmia. Kaiken kaikkiaan suomalainen selluloosaosaaminen kehittyi DWoC-projektin ansiosta merkittävästi, ja samalla selluloosan ja muiden puupohjaisten materiaalien tunnettuus laajeni toimialan ulkopuolelle. Puuselluloosan suurin kaupallinen potentiaali nähdään tällä hetkellä erityisesti tekstiilikuiduissa ja pakkausmateriaaleissa. Tekstiiliala etsii vaihtoehtoja mikromuoviongelmia pahentaville tekokuiduille ja ympäristöongelmia aiheuttavalle puuvillan kasvatukselle. Nopeasti kasvava verkkokauppa on lisännyt pakkausmateriaalien kysyntää, ja ne olisi järkevintä valmistaa biohajoavista tai kierrätettävistä materiaaleista, jotka valmistettaisiin uusiutuvista raaka-aineista.



Kuva 1. Puun selluloosaa monessa muodossa. DWoC-tutkimusprojekti 2013-2018. Kuva: Eeva Suorlahti.

Puusta tekstiilejä

Tekstiiliteollisuus on yksi maailman suurimmista toimialoista, ja samalla myös yksi saastuttavimmista. Tekstiilikuitujen käyttö vuonna 2018 oli yhteensä 106 miljoonaa tonnia, ja markkina kasvaa vuosittain, ellei nykyistä ylikulutusta ja pikamuotia saada pysäytettyä. Puupohjaisten tekstiilikuitujen osuus on tällä hetkellä vain noin 6 %, joten niissä nähdään suuri potentiaali sekä vaihtoehtona puuvillan käytölle että öljypohjaisten materiaalien korvaajana (esimerkiksi polyesteri, polyamidi, polyakryyli ym.).

Puun selluloosa on erinomainen raaka-aine tekstiileille. Aivan uudesta innovaatiosta ei kuitenkaan ole kyse, sillä ensimmäiset niin sanotut muuntokuidut valmistettiin selluloosasta jo 1880-luvulla kalliin silkin korvaajaksi. Puupohjaista tekstiilikuitua on kutsuttu muun muassa nimellä silla, myöhemmin nimeksi vakiintui viskoosi (tai raion), joka on tällä hetkellä kaikkein yleisin selluloosasta valmistettava muuntokuitu. Sitä käytetään niin vaatetuksessa, kodintekstiileissä kuin eräissä teknisissä tekstiileissäkin. Muita kaupallisesti saatavia puupohjaisia materiaaleja ovat lyocell (useimmiten nimellä Tencel), modaali, kupro ja takkien vuorikankaana käytetyt asetaattikuidut. Nämä materiaalit ovat saaneet nimensä erilaisten valmistusmenetelmien mukaan, ja juuri uusien valmistusprosessien kehittämisestä on nyt Suomessakin kyse.

Puupohjaisten tekstiilikuitujen valmistus perustuu yleensä selluloosan liuottamiseen kemikaalien avulla. Liuotettu massa puristetaan pienten suutinten lävitse ohuiksi filamenteiksi, jatkuviksi kuituiksi, joissa molekyylit regeneroituvat eli kiinnittyvät uudelleen toisiinsa kemiallisin sidoksin. Useimmiten raaka-aineena käytetään liukosellua, jota voidaan valmistaa esim. eukalyptuksesta, havupuista, koivusta, pyökistä, tai vaikkapa bambusta. Kun puhutaan puupohjaista tekstiilikuiduista, on tärkeää huomata, että niiden valmistusprosessi ja siinä käytetty raaka-aine ovat eri asioita. Esimerkiksi viskoosi ja lyocell ovat valmistusmenetelmiä, ja niiden avulla valmistettua kuitua kutsutaan samoilla nimillä. Kun t-paidan materiaalin kerrotaan olevan bambua, se on todennäköisesti valmistettu viskoosimenetelmällä, jossa käytetään tällä hetkellä haitallisia kemikaaleja kuten rikkihiiltä.



Kuva 2. Ioncell-kuitua ja siitä valmistettuja lankoja. Aalto-yliopisto 2018.
Kuva: Mikko Raskinen.

Suomi on vahvasti mukana meneillään olevassa kehityksessä, jossa selluloosan liuotukseen kehitetään uusia menetelmiä, tavoitteena löytää ympäristöystävällisiä vaihtoehtoja viskoosin valmistusmenetelmälle. Yksi niistä on Aalto-yliopistossa kehitetty Ioncell-menetelmä, jossa liuotukseen käytetään Helsingin yliopistossa kehitettyä ionista liuotinta. Ioncell oli rouva Jenni Haukion juhlapuvun materiaalina tasavallan presidentin vuoden 2018 itsenäisyyspäivän vastaanotolla, mutta kaupallisesti sitä on saatavilla vasta muutaman vuoden kuluttua. Ionisiin liuottimiin luottaa myös Metsä Spring, joka rakentaa jo pilottitehdasta Äänekosken biotuotetehtaan yhteyteen. Toisenlaista liuotusmenetelmää testaa Infinited Fibre Company, joka tähtää karbamaattimenetelmällään erityisesti puuvillamateriaalien kemialliseen kierrätykseen. Kyseisen teknologian kehitystyössä on ollut mukana VTT, jonka tutkimusportfoliossa on muitakin liuotusmenetelmiä, esimerkkinä entsyymien avulla toimiva BioCelSol, alun perin Tampereen teknisellä yliopistolla kehitetty. Kaikista edellä mainituista menetelmistä poikkeaa Spinnovan aivan uudenlainen tekstiilikuitujen valmistusteknologia, jossa selluloosaa ei liuoteta ollenkaan.

Stora Enso valmistaa Uimaharjun tehtaallaan perinteistä tekstiilikuitujen raaka-ainetta, liukosellua. Uusiakin raaka-aineita tutkitaan: muun muassa Fortum selvittää erilaisten maanviljelyn sivuvirtojen käyttöä tekstiilikuituihin. Kiertotalouden näkökulmasta on merkittävää, että osa kehitteillä olevista uusista tekstiilikuitujen valmistusteknologioista soveltuu hyvin myös puuvillan tai muun selluloosapohjaisen tekstiilijätteen kemialliseen kierrätykseen. Esimerkiksi Ioncell-menetelmän avulla voidaan tulevaisuudessa valmistaa korkealaatuisia tekstiilikuituja vanhoista tekstiileistä, paperista tai pahvista. Lähivuodet näyttävät, miten puupohjaiset tekstiili-innovaatiot kaupallistuvat, ja minkälaista liiketoimintaa niiden ympärille syntyy Suomeen. Koska tekstiiliala on täysin globaali, ja tekstiilikuitu on vasta raaka-ainetta tekstiilien pitkässä valmistusketjussa, tarvitaan kuituvalmistuksen lisäksi myös koko tekstiilien valmistusketjun kehittämistä.

Nano- ja mikroselluloosan ihmeellinen maailma

Tekstiilikuitujen ohella toinen tulevaisuuden superlupaus vaikuttaa olevan nanoselluloosa. Nanoselluloosa-termiä käytetään usein yleiskäsitteenä erilaisin tavoin prosessoituille nano- ja mikrokokoisille selluloosamateriaaleille. Niitä saadaan, kun sellua käsitellään joko mekaanisesti, entsyymien avulla tai kemiallisesti siten, että selluloosakuidut pilkkoutuvat nano- tai mikrokokoon. Näillä materiaaleilla on aivan uudenlaisia ominaisuuksia, jotka mahdollistavat erilaisten tuotteiden kehittämisen vaikkapa pakkausmuovien tilalle. Parhaimmillaan nämä materiaalit olisivat biohajoavia, myrkyttömiä ja turvallisia sekä käyttäjille että ympäristölle. Toisaalta hyvä biohajoavuus merkitsee yleensä huonoa vedenkestoa, mikä muodostuu ongelmaksi monissa käyttötarkoituksissa. Näiden ominaisuuksien tasapaino onkin ratkaistava käyttösovelluksen mukaan.

DWoC-projektissa nanoselluloosasta valmistettiin ohuiden kalvojen lisäksi erittäin kovia, lujia ja keveitä materiaaleja. Ensimmäiset prototyypit ovat herättäneet paljon kiinnostusta, mutta valmistusprosessit ovat vielä alkuvaiheessa. Nanoselluloosaa testattiin myös komposiiteissa ja esimerkiksi puujauhon sideaineena. Koska nanoselluloosat ovat myrkyttömiä, niiden käyttö sisustuksessa puun pintakäsittelyaineina on myös mielenkiintoista. Nanoselluja on testattu jopa strukturaalisen värin raaka-aineena. Yleisesti ottaen nano- ja mikroselluloosan valmistusmenetelmät ovat vielä taloudellisesti kannattamattomia ja kaupallisia sovelluksia on vasta vähän. Tulevaisuuden potentiaali on kuitenkin merkittävä.



Kuva 3. Ohuita kalvoja nanoselluloosasta. DWoC tutkimusprojekti 2017.
Kuva: Eeva Suorlahti.

Terästä lujempaa puuta, aurinkosuojaa kuusen kuoresta

Metsäteollisuus jakautuu perinteisesti kemialliseen ja mekaaniseen, ja kaikki tässä tekstissä aiemmin mainitut esimerkit liittyvät kemialliseen metsäteollisuuteen. Mekaanisen metsäteollisuuden tärkein vientituote on sahatavara, ja vuosikymmenten varrella on ihmetelty moneen kertaan, miksei sitä jalosteta tuotteiksi jo Suomessa. Tällä hetkellä puurakentaminen on yleistymässä, mikä saattaa avata suomalaiselle puuosaamiselle uusia mahdollisuuksia. Kehitteillä on useita innovatiivisia menetelmiä, joilla puutavaran ominaisuuksiin pyritään vaikuttamaan. Esimerkkinä tästä on meneillään oleva tutkimus, jonka tavoitteena on saada puusta keiton, kemiallisen käsittelyn ja mekaanisen puristuksen avulla terästäkin lujempaa materiaalia. Ehkä tulevaisuudessa on mahdollista valmistaa kokonainen rakennus puupohjaisista materiaaleista yhdistämällä täyspuuta, kemiallisin menetelmin valmistettuja materiaaleja kuten selluloosaa ja puusta uutettavia kemikaaleja. Sellupohjaisten materiaalien laajamittainen käyttö rakennusmateriaaleissa edellyttää kosteuden hallintaa ja usein myös paloa hidastavia tai estäviä ominaisuuksia, joten tutkimusta ja tuotekehitystä on vielä jatkettava tällä alueella.

Kaiken kaikkiaan sellupohjaisten materiaalien uudenaikaisessa käytössä on vielä paljon haasteita. Vaikka materiaali olisi valmistettu uusiutuvasta raaka-aineesta kuten puusta, se ei välttämättä ole biohajoava, eikä varsinkaan kompostoituva. Tällöin materiaalille pitää olla kierrätysmahdollisuus. Esimerkiksi 3D-tulostamiseen sopivia selluloosamateriaaleja ei vielä ole laajasti käytössä, sillä toistaiseksi ne eivät ole lämpömuovautuvia toisin kuin yleisesti käytössä olevat muovimateriaalit. Kyseisen ominaisuuden saavuttamiseksi selluloosapohjaisiin materiaaleihin pitää sekoittaa esimerkiksi PLA:ta (polylactic acid), joka on uusiutuvasta raaka-aineesta, vaikka maissista, valmistettu biomuovi. Se ei ole biohajoava mutta on kylläkin kierrätettävissä. Kun uusia ratkaisuja kehitetään, on varmistettava, etteivät tämän päivän innovaatiot muodostu huomisen ongelmiksi, kuten on käynyt 1960-luvun supermateriaalille, muoville.

Selluloosan lisäksi puusta saadaan muita kiinnostavia raaka-aineita, joista parhaiten tunnetut ovat ligniini ja hemiselluloosa. Molempia tutkitaan lukuisissa projekteissa ja esimerkiksi ligniinistä toivotaan korvaajaa liima-aineille, onhan sen tehtävänä puussakin pitää solut yhdessä. Erittäin mielenkiintoisia ovat myös eri puulaaduista ja erityisesti niiden kuorista saatavat kemial-



Kuva 4. Kertakäyttöastioita pajun kuoren kuidusta. Aalto-yliopisto, CHEMARTS 2018. Kuva: Eeva Suorlahti.

liset komponentit, jotka voivat tuoda ihmisellekin UV-suojaa, tehokkaita lääkeaineita tai vaikkapa tekstiiliteollisuuden väripigmenttejä. Tällä hetkellä suurin osa teollisuuden käyttämien puiden kuorista poltetaan energiaksi, joten tälle arvokkaalle sivuvirralle on tärkeää löytää tulevaisuudessa parempaa käyttöä. Muun muassa näitä aiheita tutkitaan Aalto-yliopiston CHEMARTS-yhteistyössä, jonka tavoitteena on innostaa tulevaisuuden materiaalitutkijat ja muotoilijat etsimään yhdessä biopohjaisia materiaaliratkaisuja.

Metsä on nähtävä puilta

Metsän ympärillä käytävän keskustelun mittasuhteita ja kokonaisuutta on välillä todella vaikeaa hahmottaa. Eri tahojen intressit tuntuvat olevan vastakkaisia, eikä tutkimustietokaan ole yhden-suuntaista. Liian usein metsää tarkastellaan edelleen yhdestä näkökulmasta kerrallaan. Metsä nähdään hiilinieluna, raaka-aineen lähteenä tai “elämystehtaanana”, riippuen katsojan taustasta ja näkökulmasta. Suomessa metsänhoidolla on pitkä historia, jonka ansioista Suomessa kasvaa edelleen metsää toisin kuin monissa muissa maissa. Tällä hetkellä olemme uuden vaiheen äärellä: metsä voi olla yhä Suomen “vihreää kultaa”, mutta ei samanlaista kuin menneinä vuosikymmeninä. Vaikka tulevaisuuden tuotteet saattavat tulla metsästä, niiden tuottamisessa on yhdistettävä ekologiset, taloudelliset ja eettiset näkökulmat nykyistä paremmin.

Kulutuksen kasvaessa materiaalien käyttö on muuttunut rajusti vain yhden sukupolven aikana, ja ylikulutus aiheuttaa suurimman osan nykyistä ongelmistamme. Onneksi tilanne voi muuttua uudelleen, ja nyt suunta näyttääkin olevan hitaasti kääntymässä. Ilmastonmuutos ja ympäristön saastuminen ovat havahduttamassa yhä useammat ihmiset ainakin kehittyneissä maissa. Materiaalien alkuperä, valmistusprosessien läpinäkyvyys ja kierrättäminen kiinnostavat jo nyt, ja muutamien vuosien kuluttua niistä tulee välttämättömiä. Jos metsää käytetään tulevaisuudessakin Suomessa merkittävänä raaka-aineen lähteenä, tarvitaan edelleen monialaista tutkimusta ja sen tulosten rohkeaa soveltamista niin metsänhoitoon kuin uusien tuotteiden kehittämiseen.

Maaailma tulee olemaan 50 vuoden päästä erilainen kuin tänään – entä jos kaikkein arvokkain innovaatio onkin metsä sellaisenaan?



Kuva 5. Professori Pirjo Kääriäinen puhumassa Suomen Metsätieteellisen Seuran 110-vuotisjuhlaseminaarissa 10.5.2019. Kuva: Pekka Nygren.

Kirjoittaja on muotoilija ja Aalto-yliopiston työelämäprofessori, joka työskentelee muotoilun ja materiaalitutkimuksen rajapinnalla, tavoitteenaan edistää kestävämpää materiaalien käyttöä.

Kirjoitus perustuu Suomen Metsätieteellisen Seuran 110-vuotisjuhlaseminaarissa 10.5.2019 pidettyyn esitelmään.

Kirjallisuutta

- Järvinen L., Sinervo R., Laita S., Määttä M. (toim.) (2019). Kriittinen siirto: Suomen kiertotalouden tiekartta 2.0. [Verkkodokumentti]. Sitra. Saatavissa: <https://www.sitra.fi/julkaisut/kriittinen-siirto-suomen-kiertotalouden-tiekartta-2-0/>. [Viitattu 18.6.2019].
- Kataja K., Kääriäinen P. (toim.) (2018). Designing Cellulose for the Future: Design-Driven Value Chains in the World of Cellulose (DWoC) 2013-2018. DWoC tutkimusprojektin loppuraportti. [Verkkojulkaisu]. Saatavissa: <https://cellulosefromfinland.fi/design-driven-value-chains-in-the-world-of-cellulose/>. [Viitattu 18.6.2019].
- Kääriäinen P., Tervinen L. (toim.) (2017). Lost in the Wood(s). The New Biomateriality in Finland. Aalto ARTS Books, Helsinki. ISBN 978-952-60-7444-3.
- Lettenmaier M., Akenji L., Toivio V., Koide R., Amellina A. (2019). 1,5 asteen elämäntavat: Miten voimme pienentää hiilijalanjälkeämme ilmastotavoitteiden mukaiseksi? Sitran selvityksiä 148. [Verkkojulkaisu]. Saatavissa: <https://www.sitra.fi/julkaisut/1o5-asteen-elamantavat/>. [Viitattu 18.6.2019].
- Metsäteollisuus ry:n tilastot (2018). [www-sivusto]. Saatavissa: <https://www.metsateollisuus.fi/tilastot/>. [Viitattu 18.6.2019].