


Tekstiilikuitujen kierrätys ja kuitujen ominaisuudet

ProTek – Prosessi- sekä tekstiili- ja muotialan
lisäkoulutus

26.2.2025



Tekstiilikuidut ja niiden ominaisuudet

Kuva: Textile Aid 2013: <https://textileaid.blogspot.com/p/textile-fiber.html>

Tekstiilikuitu

MIKÄ ON TEKSTIILIKUITU?

- Tekstiilikuitu on tekstiilien raaka-aine – perusyksikkö. Osa tekstiilikuiduista on luonnossa esiintyviä **luonnonkuituja**, kuten eläinten karvat tai kasvien kuidut. Osa taas **tekokuituja**, jotka valmistetaan kuitumuotoon teollisissa prosesseissa erilaisista lähtöraaka-aineista. (Räisänen 2017, 8 ja Salolainen 2022, 27)
- Erilaisilla tekstiilikuiduilla on erilaisia ominaisuuksia, jotka vaikuttavat tekstiilin käyttäytymiseen tuotteessa. Kaikkia tekstiilikuituja yhdistää pitkänomaisuus, ohuus ja taipuisuus, mikä tekee niistä käyttökelpoisia lankojen ja tekstiilien raaka-aineena kaksi- tai kolmiulotteisina rakenteina. Tekstiilikuituja käytetään lankojen ja kankaiden raaka-aineena sellaisenaan sekä useamman eri kuidun yhdistelminä. (Salolainen 2022, 27)

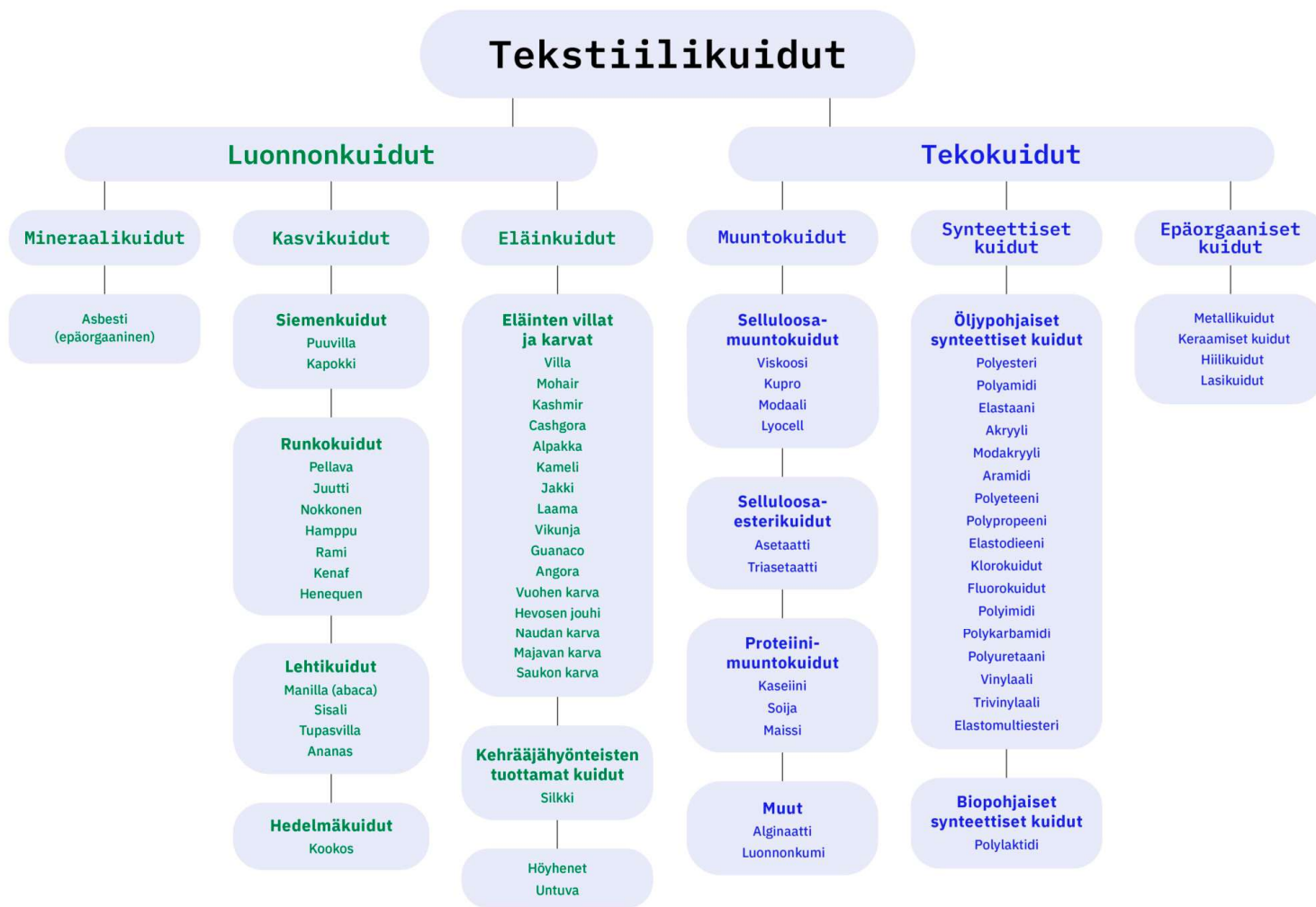
Tekstiilikuitu

- Tekstiilikuitujen tulee olla riittävän lujia ja muuttumattomia valituissa käyttökohteissa ja esim. vaatetuksessa käytettävien kuitujen tulee kestää hankausta ja taivutusta sekä säännöllistä pesua, kun taas teknisissä tekstiileissä kuidun tärkein ominaisuus on usein lujuus. (STJM 2022)
- **Tekstiilimateriaaleihin** kuuluvat langat ja langoista valmistetut tekstiilirakenteet, kuten kudotut kankaat, neulokset ja punokset sekä suoraan tekstiilikuiduista valmistetut tuotteet, kuten kuitukankaat, eristeet ja täytteet
- **Tekstiilituotteet sisältävät tekstiilikuitujen lisäksi värjäys- ja viimeistysaineita sekä muista materiaaleista valmistettuja lisätarvikkeita.**

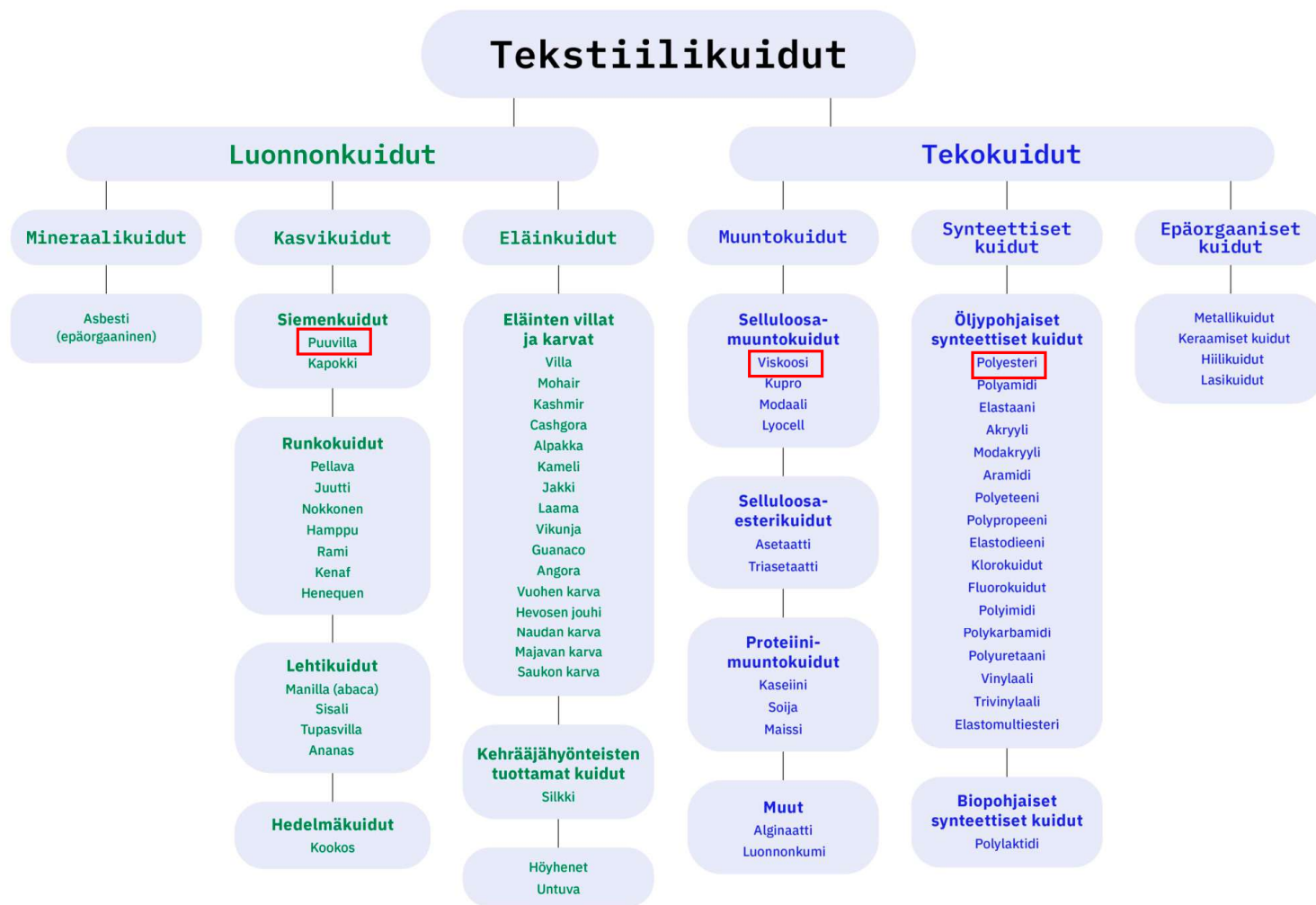
(Räisänen 2017, 8 ja Salolainen 2022, 27)

Luonnon- ja tekokuidut

- Tekstiilikuidut luokitellaan niiden raaka-aineen alkuperän mukaan luonnon- ja tekokuituihin. (Räisänen 2017 ja 2021, 8) Kemiallisen alkuperän mukaan kuidut kuuluvat orgaanisiin tai epäorgaanisiin kuituihin.
- Tekstiilikuitujen luokittelu avaa tekstiilikuitujen laajaa kirjoa: kuituja valmistetaan hyvin erilaisista raaka-aineista.
 - Luonnonkuiduista yleisin on puuvilla, jonka osuus globaalista kuitutuotannosta on 21 prosenttia ja osuus luonnonkuiduista jopa 80 prosenttia.
 - Tekokuiduista yleisin on polyesteri. Polyesteriä tuotetaan ylivoimaisesti eniten kaikista tekstiilikuiduista. Sen osuus globaalista kuitutuotannosta on noin 60 prosenttia.
 - Vuonna 2022 tekstiilikuituja tuotettiin noin 115 miljoonaa tonnia.



Kuva: Suomen Tekstiili ja Muoti Ry: <https://www.stjm.fi/palvelut-ja-tietoa-yrityksille/materiaalit-kemikaalit-ja-standardit/tekstiilimateriaalit/>



Kuva: Suomen Tekstiili ja Muoti Ry: <https://www.stjm.fi/palvelut-ja-tietoa-yrityksille/materiaalit-kemikaalit-ja-standardit/tekstiilimateriaalit/>

LUONNONKUIDUT

- Luonnonkuidut ovat luonnossa esiintyviä kuituja ja niistä koostuu vuosittain noin kolmannes kaikesta tuotetusta tekstiilikuidusta. (Salolainen 2022, 28, 31)
- Vaikka tekokuidut ovat korvanneet paljon luonnonkuitujen käyttöä, ovat luonnonkuidut edelleen tärkeä osa tekstiiliteollisuutta.
- Luonnonkuiduilla on paljon hyviä tekstiiliominaisuuksia
- Luonnonkuituja ovat:
 - **kasvikuidut** eli luonnon selluloosakuidut
 - **eläinkuidut** eli luonnon proteiinikuidut
 - mineraalikuidut. (Salolainen 2022, 32)

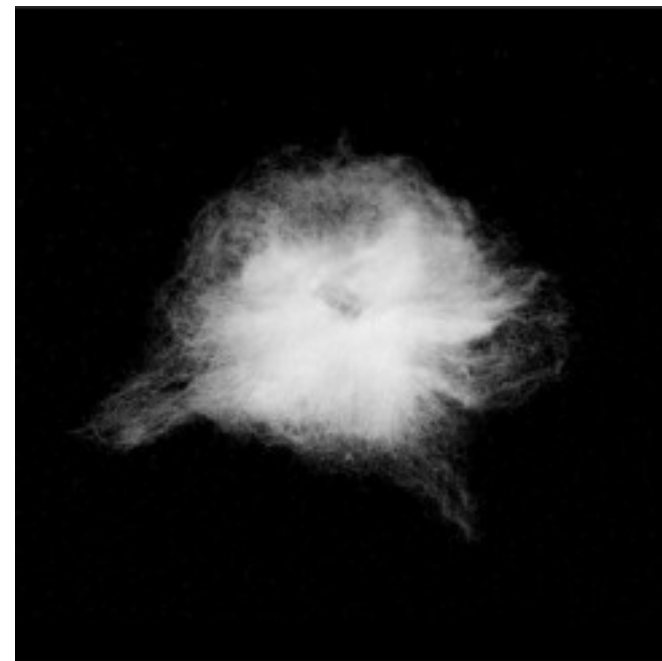


KASVIKUIDUT

- Kasvikuidut ovat joko kasvin siemenistä, hedelmistä, rungosta tai lehdistä saatavia kuituja. Kasvikuidut ovat selluloosapohjaisia katkokuituja ja kaikille niille ominaista on hyvä vedenimukyky sekä rypistyvyys (Salolainen 2022, 28).

- Runkokuidut: Hampu, juutti, kenaf, pellava, rami
- Lehtikuidut: Manilla, sisal
- Siemenkuidut: Puuvilla
- Hedelmäkuidut: Kapokki, kookos

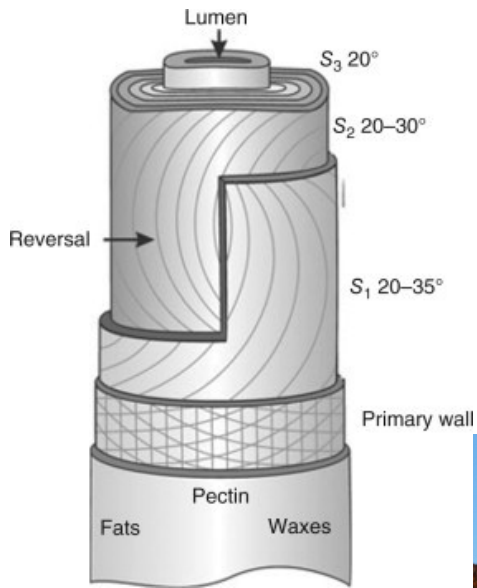
(Latikka-Tennilä & Lehtonen 2016)



Kuva: <https://www.sciencedirect.com/topics/materials-science/cotton-fibre>

KASVIKUIDUT

- **Puuvilla** on tuotetuim kasvikuitu ja toiseksi tuotetuim tekstiilikuitu polyesterin jälkeen. Puuvilla on eniten tuotettu kasvikuitu: sitä tuotetaan n.25 milj. tonnia vuodessa. (Räisänen 2017, 26-33 tai 2021, 26-35)
- **Pellava** on toinen tärkeä kasvikuitu, vaikka sen tuotanto puuvillaan verrattuna on hyvin vähäistä johtuen sen korkeista tuotantokustannuksista. Pellava on nykyisin ylellisyyskuitu, jota käytetään vaatetus- ja sisustustuotteissa sellaisenaan tai sekoitteina muiden kuitujen kanssa. (Räisänen 2017, 40-41 tai 2021, 39-40)
- Muita suosittuja kasvikuituja ovat esimerkiksi **juutti, hamppu, rami, sisal ja kookos**. (Salolainen 2022, 32)



Kuva:
<https://www.sciencedirect.com/topics/material-science/cotton-fibre>



Puuvilla

- Puuvillaa saadaan yksivuotisten puuvillakasvien (*Gossypium* spp.) siemenkarvoista
 - Puuvillaa viljellään lämpimässä ilmastossa Pohjois- ja Etelä-Amerikassa, Aasiassa ja Afrikassa.
 - Kuidun kuitupituus ja -hienous vaihtelevat kasvilajikkeen ja tuotanto-olosuhteiden mukaa
 - Puuvillaa käytetään paljon vaatetuksessa johtuen sen ilmavuudesta ja miellyttävästä tunnusta iholla
- (Räisänen 2017, 26-33 tai 2021, 26-35 sekä Suomen Tekstiili ja Muoti ry 2022)

Puuvillan raaka-aine ja valmistus

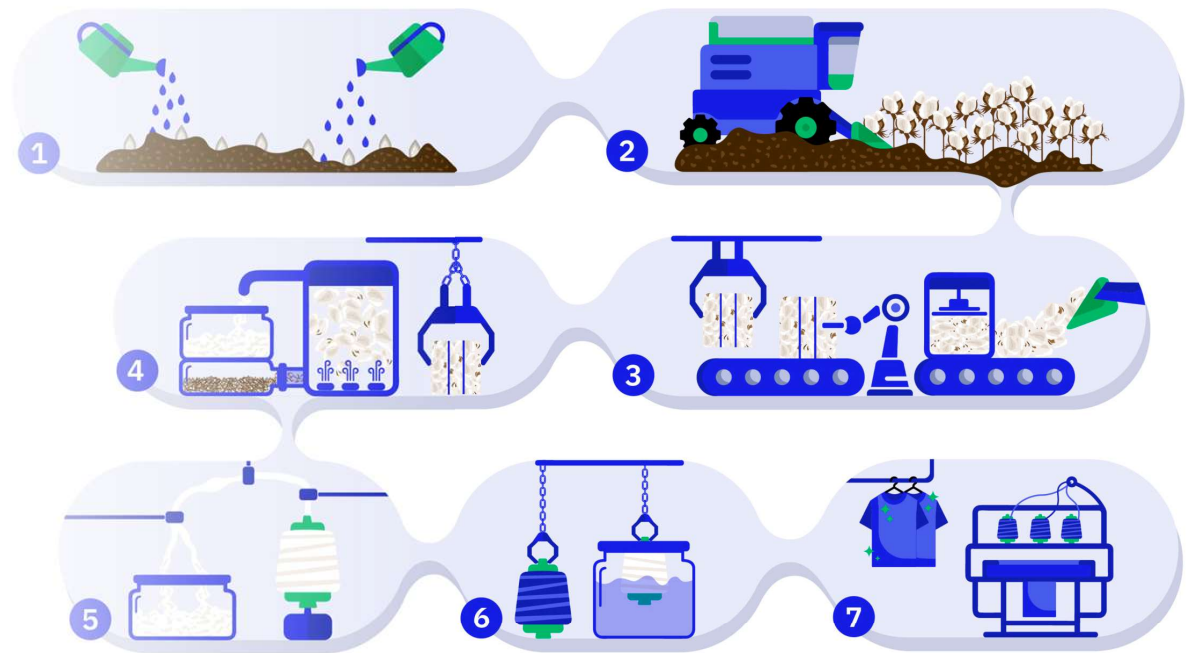
- Puuvillakasvin elinkaari istutuksesta sadonkorjuuseen kestää yleensä noin 5–7 kuukautta
 - Yksi puuvillan siemen tuottaa noin 20 000 kuitua
 - Valmistusprosessi
 - Kun puuvillan siemenkodat aukeavat, sato korjataan joko koneella tai käsin
 - Koneella korjuu on nopeampaa, mutta puuvillan laatu koneella korjattuna on huonompaa kuin käsin korjattuna
 - Korjuun jälkeen puuvilla loukutetaan, jolloin kuiduista erotellaan siemenet
 - kuidut paalataan ja lähetetään puhdistettavaksi sekä karstattavaksi
 - varsinainen langan valmistus voi alkaa.
- (Suomen Tekstiili ja Muoti ry 2022)



Puuvillan tuotanto

- Puuvilla on luonnonkuituista eniten tuotettu kuitu jopa 81 % osuudella
- Puuvillan kokonaistuotanto oli noin 26,3 miljoonaa tonnia vuonna 2020, ja se muodostaa noin neljänneksen (23,3 prosenttia) koko globaalista kuitutuotannosta → kokonaistuotanto ei ole 2010-luvulla kasvanut merkittävästi
- Puuvillan suurimmat tuottajamaat ovat Kiina, Intia, Yhdysvallat ja Pakistan. Puuvillaa viljellään pienemmässä mittakaavassa myös Aasian, Afrikan, Etelä-Amerikan ja Etelä-Euroopan maissa

(Suomen Tekstiili ja Muoti ry 2022)



Puuvillan tuotannon vastuullisuus

- Puuvillan viljely vaatii paljon maapinta-alaa ja vettä
- Puuvillakasvi on erityisen herkkä tuhohyönteisille ja kasvisairauksille, joten viljelyssä käytetään yleensä runsaasti kemikaaleja (paitsi luomupuuvilla/organic cotton)
 - Rungas kemikaalien käyttö viljelyssä köyhdyttää maaperää, saastuttaa vesistöjä ja vähentää luonnon monimuotoisuutta
- Puuvillan tuotanto vaatii runsaasti vettä
 - Vedentarve yhden puuvillakilon tuotantoon vaihtelee 4 000 ja 29 000 litran välillä kasvupaikasta ja lajista riippuen
 - Rungas keinokastelu vähentää pohjavesien määrää jo ennestään kuivilla alueilla sekä lisää maaperän suolapitoisuutta. Puuvillaa voidaan kasvattaa myös pelkällä sadevedellä, jos sitä on riittävästi saatavilla
- Puuvillan viljely on painottunut kehitysmaihin ja maaseudulle, joten sen tuotantoon liittyy myös sosiaalisen vastuun näkökulmasta huomioitavia seikkoja:
 - Kansainvälisen työjärjestö ILO:n mukaan lapsi- ja pakkotyövoiman käyttöä on edelleen tunnistettu puuvillan tuotantoketjuissa esimerkiksi Uzbekistanissa, Turkmenistanissa ja Kiinassa
 - Pakko- ja lapsityövoiman käyttöön liittyvät ongelmat ovat tyyppillisesti hyvin syvälle juurtuneita ja pitkiin tuotantoketjuihin piiloutuneita → niiden seuranta vaatii puuvillaa käyttäviltä ja valmistavilta yrityksiltä pitkäjänteistä työtä läpinäkyvyyden lisäämiseksi ja mahdollisten riskien tunnistamiseksi

(Suomen Tekstiili ja Muoti ry 2022)



Puuvillan ominaisuudet

- taipuisaa, kevyttä ja pehmeää, joten puuvillasta valmistetut tuotteet ovat miellyttäviä päällä
- vahva kuitu, märkänä lujuus kasvaa 10–20 %
- erittäin hyvä kosteudenimukyky
- kimmoisuus ja elastisuus erittäin huono (trikoomateriaaleissa elastaania lisänä tuomassa joustavuutta)
- likaantuu ja rypistyy helposti
- sään- ja valonkesto ovat vain kohtalaisia, ja puuvilla kellastuu ja menettää lujuuttaan auringonvalossa
- kutistuu pesussa
- melko huono lämmöneristäjä
- Puuvillaa käytetään laajasta ja kuidun hienoudesta riippuen laajasti vaatetuksessa ja sisustuksessa sekä teknisissä tekstiileissä.

(Latikka-Tennilä 2016 sekä Suomen Tekstiili ja Muoti ry 2022)



ELÄINKUIDUT

- Eläinkuidut ovat proteiinikuituja, joista suurin osa on eläinten karvoista saatavia katkokuituja. (Räisänen 2017, 47-62 tai 2021, 62-66)
- Eläinkuiduille yhteistä on niiden kyky sitoa kosteutta, mikä tekee niistä mukavia erilaisissa sääolosuhteissa. Eläinkuidut eivät rypisty yhtä helposti kuin kasvikuidut ja ne ovat luonnostaan paloturvallisia. (Salolainen 2022, 28)

ELÄINKUIDUT

- **Villa** on käytetyin ja tärkeä eläinkuitu, vaikkakin sen osuus maailman koko kuitutuotannosta on noin 1%. Villaa saadaan lampaan karvoista ja sen kuituhienous , -pituus ja -väri riippuvat lammasrodusta. (Räisänen 2017 ja 2021, 47-48)
- Villaa käytetään laadukkaissa sisustus- ja vaateustekstiileissä. Villan monet luonnolliset ominaisuudet, kuten lämmittävyys, joustavuus ja hyvä kosteudensitomiskyky tekevät materiaalista käyttökelpoisen myös teknisiin tuotteisiin, kuten urheilualusasuihin. Villaan sekoitetaan usein muita kuituja, kuten polyamidia lisäämään lujuutta tai muita keinokuituja laskemaan materiaalin hintaa. (Räisänen 2017 ja 2021, 54-55)
- **Silkki** on toinen tärkeä eläinkuitu. Se on ainoa luonnon filamenttikuitu, jota saadaan mulperisilkkiperhosen kehräämistä kotelokopista. Silkki on arvostettu tekstiilimateriaali, jonka lujuus, pehmeys, joustavuus ja kosteudenimukyky tekevät siitä hyvän vaateusmateriaalin. (Räisänen 2017 ja 2021, 62-66)
- Muita eläinkuituja ovat esimerkiksi **mohair, cashmir, kameli ja alpukka**. (Salolainen 2022, 32)

TEKOKUIDUT

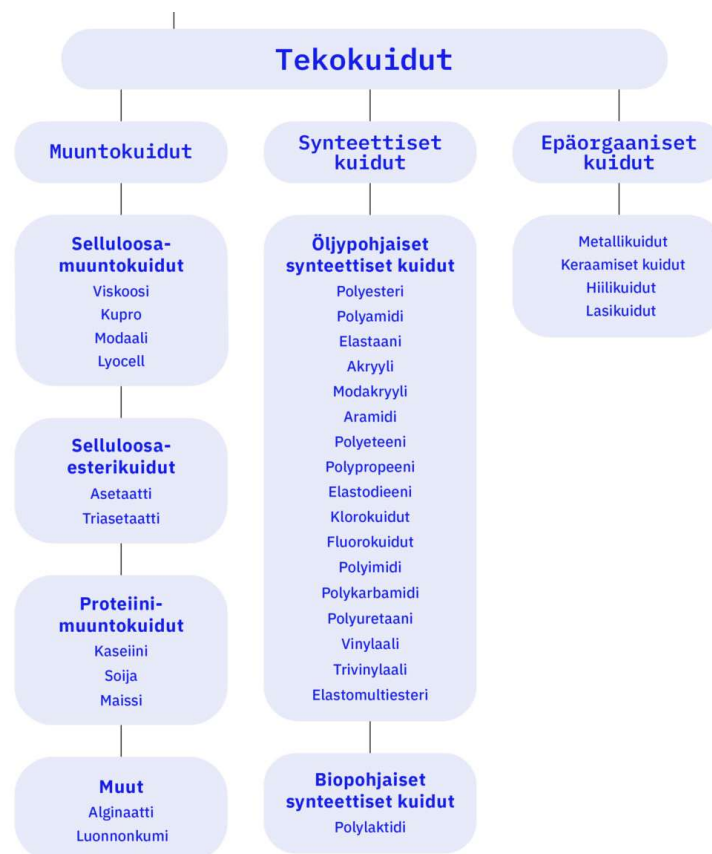
- Tekokuiduista on tullut yhä tuotetumpia. Vuosittain noin kaksi kolmasosaa kaikesta tuotetusta tekstiilikuidusta on tekokuituja ja synteettinen tekokuitu polyesteri on tuotetuin tekstiilikuitu. Tekokuituja on erilaisia; teollinen valmistusprosessi ja erilaiset raaka-aineet mahdollistavat kuidun ominaisuuksiin vaikuttamisen tuotantoprosessin aikana, mikä tekee kuiduista käytettäviä hyvin erilaisissa käyttötarkoituksissa.

MITÄ ON TEKOKUITU?

- Tekokuidut ovat teollisesti tuotettuja kuituja, joita valmistetaan synteettisistä ja luonnonpolymeereista sekä epäorgaanisista aineista. (Räisänen 2017, 68) Tekokuitujen ominaisuuksia voidaan muokata tuotantoprosessin vaiheissa ja tekokuiduista valmistetaankin usein esimerkiksi silkkiä tai puuvillaa mukailevia kuituja. Tekokuidut ovat lähtökohtaisesti filamentteja, mutta ne voidaan katkoa katkokuiduiksi. (Salolainen 2022, 28)
- Tekokuidut jaetaan muuntokuituihin ja synteettisiin tekokuituihin.

TEKOKUIDUT

- Muuntokuidut
- Synteettiset kuidut
- Epäorgaaniset kuidut



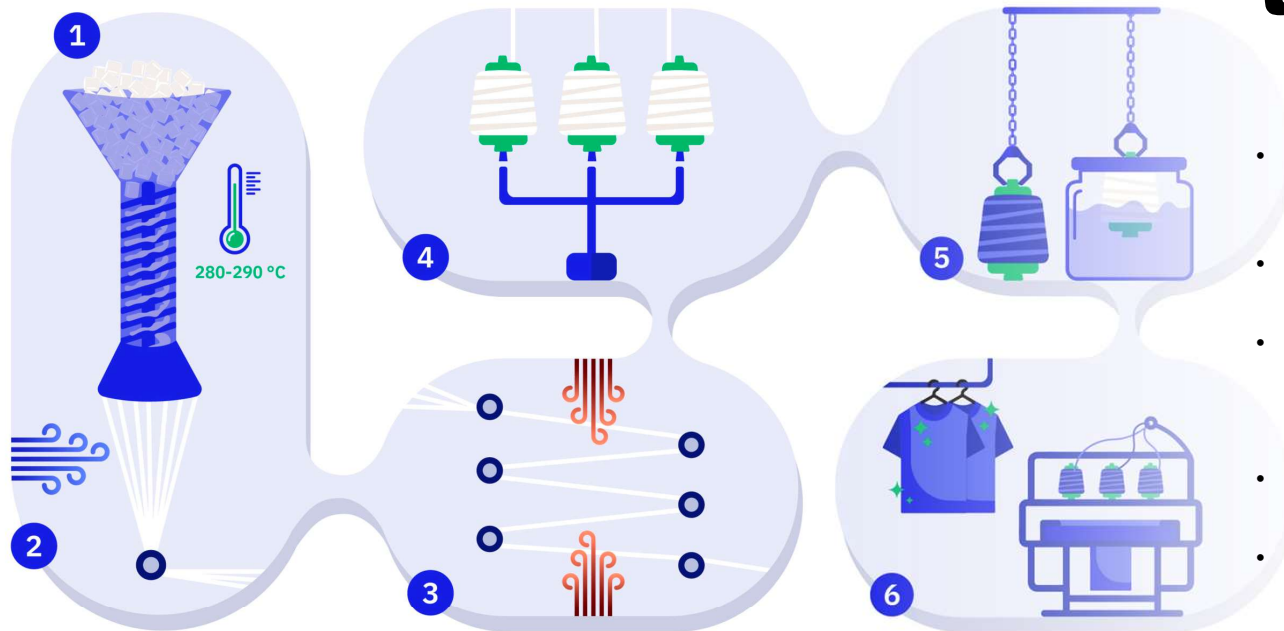
Kuva: Suomen Tekstiili ja Muoti Ry: <https://www.stjm.fi/palvelut-ja-tietoa-yrityksille/materiaalit-kemikaalit-ja-standardit/tekstiilimateriaalit/>

Polyesteri

- Tekstiileissä käytettävää polyesteriä valmistetaan useimmiten polyetylenitereftalaatista (PET), jota taas valmistetaan tereftaalihaposta ja etyleeniglykolista
- Valmistus on kemiallinen prosessi, ja raaka-aineet saadaan raakaöljyn tislaustuotteista
- Ylivoimaisesti eniten tuotettu tekstiilikuitu: vuonna 2020 polyesterin kokonaistuotanto oli noin 63 miljoonaa tonnia, ja sen osuus globaaleista kuitumarkkinoista oli n. 56%; kierrätetyn polyesterin osuus oli n. 14,7% polyesterin tuotannosta vuonna 2020
- Merkittävin tuotantomaa Kiina, jonka osuus kuidun kokonaistuotannosta on n. 78%; lisäksi polyesteriä tuotetaan mm. Intiassa, Taiwanissa, Etelä-Koreassa ja Yhdysvalloissa

(Suomen Tekstiili ja Muoti ry 2022)





Polyesterin tuotanto

- Polyesteriä valmistetaan sulakehuulla, sillä sen raaka-aineet sulavat helposti ja kestävät kehuun sellaisenaan
- Kehruulämpötila on normaalisti 280–290 °C, mikä on hieman raaka-aineen sulamispistettä korkeampi
- Sulatettu raaka-aine puristetaan suolakkeen läpi, ja suolakkeesta tulevat säikeet jäädytetään ilman avulla kiinteään muotoon → säikeet venytetään ja stabiloidaan lämpökäsittelyn avulla
- Tarvittaessa kuidut voidaan teksturoida kiharuuden aikaansaamiseksi tai leikata katkokuiduiksi
- Polyesterin kehuunopeus voi olla jopa 6000–8000 metriä minuutissa
- Polyesteriä on edullista tuottaa, ja sen värjäykseen tarvitaan huomattavasti vähemmän kemikaaleja kuin esimerkiksi puuvillan värjäykseen

(Suomen Tekstiili ja Muoti ry 2022)

Polyesterin ominaisuudet

- Joustavaa, vahvaa, rypistymätöntä, pehmeää ja kimmoisaa kuitua, jolla on hyvä hankauksenkesto
- Hydrofobinen kuitu → hylkii vettä ja kuivuu nopeasti
- Polyesteristä valmistetaan tuotteita vaatetukseen, sisustukseen ja teknisiin tarkoituksiin: verhoilukankaita, verhoja, lakanoita ja mattoja; teknisissä tarkoituksissa käytetään renkaissa lujitekuituna, hihnoissa, köysissä, purjeissa, turvavöissä ja auton verhoilukankaissa; edullinen ja suosittu täytemateriaali esimerkiksi huonekaluteollisuudessa
- Polyesteriä sekoitetaan yleensä muiden kuitujen kanssa erityisesti sen vahvuuden takia

(Suomen Tekstiili ja Muoti ry 2022)



Polyesterin tuotannon vastuullisuus

- Merkittävimmät ympäristövaikutukset liittyvät uusiutumattomien luonnonvarojen käyttöön, energiaintensiiviseen valmistusprosessiin sekä siitä valmistetuista tuotteista irtoaviin **mikromuoveihin**, jotka kulkeutuessaan vesistöihin aiheuttavat monenlaisia ympäristöhaittoja
- Raaka-aineena raakaöljyn tislaustuotteet → valmistusprosessi kuluttaa paljon energiaa ja polymeroinnissa katalyyttinä saatetaan käyttää haitallisia kemikaaleja
- Useat tutkimukset ovat osoittaneet, että polyesterin ja polyesterista valmistettujen vaatteiden tuotannolla on yhteys vesistöjen mikromuoviongelmiiin: Polyesterituotteista irtoavat alle 5 millimetrin kokoiset muovipartikkelit voivat kulkeutua jätevesien mukana luonnonvesiin, jossa ne aiheuttavat monenlaisia ympäristöhaittoja sekä elintarvikkeiden mukana ihmisten ravintoketjuun saakka
- Kierrätyspolyesterin osuus kaikesta polyesterin tuotannosta on kasvanut
- N. 99% kierrätetystä polyesteristä valmistetaan PET-muovipulloista termisesti kierrättämällä; termisesti kierrätetyn polyesterin tuotannon hiilidioksidipäästöt ovat noin kolmanneksen neitseellisen polyesterin päästöistä
- Kierrätyspolyesterin vapaaehtoisia sertifiointijärjestelmiä: Global Recycled Standard (GRS), Recycled Claim Standard (RCS) ja SCS Recycled Content Standard
- Polyesteriä voidaan valmistaa myös biopohjaisista raaka-aineista, esim. sokeriruoko- tai maissikuidusta saatavasta tärkkelyksestä (kuit. Pienimuotoista!); vuonna 2020 biopohjaisen polyesterin osuus polyesterin kokonaistuotannosta oli 0,03%

(Suomen Tekstiili ja Muoti ry 2022)

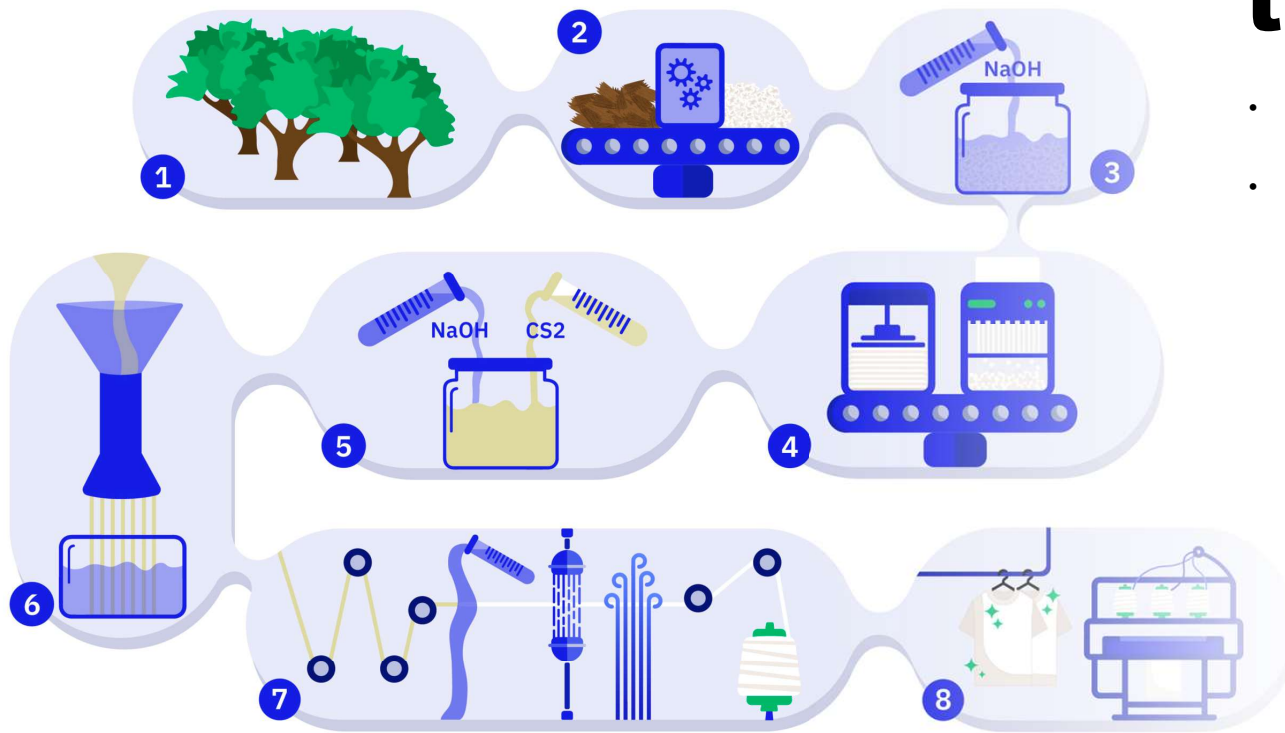


Viskoosi

- Viskoosia valmistetaan uuttamalla selluloosaa liuottimilla
- Raaka-aineena erilaiset selluloosaa sisältävät kasvit, kuten bambu ja sitrushedelmien kuoret, mutta yleisin raaka-aine kuitenkin puumassa
- Viskoosin osuus selluloosamuuntokuiduista oli 80% vuonna 2020: kokonaistuotanto oli 5,6 miljoonaa tonnia ja sen osuus maailman kuitutuotannosta oli n. 5%
- Viskoosin suurin tuottajamaa on Kiina, joka 2000-luvun ensimmäisellä vuosikymmenellä nelinkertaisti viskoosin tuotantokapasiteetin, Kiina vastasi 67% maailman viskoosikatkokuidun tuotannosta vuonna 2020

(Suomen Tekstiili ja Muoti ry 2022)





Viskoosin tuotanto

- Viskoosin valmistus on monivaiheinen kemiallinen prosessi, jossa käytetään useita haitallisia kemikaaleja
- Valmistus aloitetaan puhdistamalla ja uutamalla selluloosaa natriumhydroksidilla (NaOH) → puhdistetusta ja uutetusta selluloosasta puristetaan arkkeja, jotka hajotetaan selluloosamuruksi → selluloosamuru jätetään muutamaksi päiväksi vanhenemaan
 - Selluloosamuruun lisätään hiilisulfidia (CS₂), joka muuntaa puhdistetun selluloosan selluloosaksantaatiksi
 - Selluloosa liotetaan jälleen nestemäiseen muotoon natriumhydroksidin avulla → neste jätetään kypsymään
 - Neste puristetaan kehrusuulakkeen reikien läpi kehruunesteeseen, joka sisältää rikkihappoa (H₂SO₄), natriumsulfaattia (Na₂SO₄) ja sinkkisulfaattia (ZnSO₄) → Aineiden yhdistelmästä tapahtuu kemiallinen reaktio, jossa ksantaatti muuttuu jälleen selluloosaksi hienojen selluloosafilamenttien muodossa
 - Puristamisen jälkeen kuidut ovat vielä hauraita, joten ne menevät venytysprosessin läpi
 - Venytyksen jälkeen kuidusta pestään pois rikkihapon ja muiden kemikaalien jäämät, ne valkaistaan ja kuivataan → kuidut ovat valmiita kehrättäväksi.

(Suomen Tekstiili ja Muoti ry 2022)

Viskoosin ominaisuudet

- Pehmeä kuitu, silkkiä vastaava kiilto ja laskostuvuus
- Imee itseensä paljon kosteutta → tuntuu iholla viileältä ja miellyttävältä; kosteana viskoosi tuntuu painavalta
- Alhainen märkälujuus ja saattaa kutistua sekä rypistyy käytössä helposti
- Ei ole elastinen tai kimmoisa kuitu
- Huono hankauslujuus → ei sovellu kovaan kulutukseen
- Huono valon- ja säänkestävyys → kosteissa olosuhteissa mikro-organismit saattavat vaurioittaa sitä, sokeritoukat ja koiperhosen toukat voivat myös syödä kuitua
- Viskoosia käytetään monipuolisesti vaatteissa, kodintekstiileissä, teollisuudessa sekä terveydenhuollon ja lääketieteen tekstiileissä
 - Miellyttävän tuntunsa vuoksi sitä käytetään paljon ihoa lähellä olevissa vaatteissa
 - Viskoosiin sekoitetaan usein myös muita kuituja parantamaan sen ominaisuuksia, jolloin siitä voidaan valmistaa esimerkiksi pukukankaita
 - Hyvän kosteudenimukykyensä ja puuvillaa edullisemmän hintansa ansiosta viskoosia käytetään paljon myös erilaisissa haavanhoito-, hygienia- ja pyyhintätuotteissa

(Suomen Tekstiili ja Muoti ry 2022)



Viskoosin tuotannon vastuullisuus

- Merkittäviä ympäristövaikutuksia, sillä valmistuksessa käytetään runsaasti haitallisia kemikaaleja, vettä ja energiaa
- Viskoosin valmistuksessa käytettävä rikkihiili on myrkyllinen kemikaali, jonka pitkäaikainen altistus aiheuttaa keskushermostovaurioita
 - Rikkihiilen on todettu lyhyessäkin altistuksessa aiheuttavan silmä- ja hengitystieoireita sekä haittaa sikiöiden kehitykselle
 - Rikkihiili on myös erittäin räjähdysaltis kemikaali
 - Hiilisulfidin on todettu häiritsevän hormonitoimintaa ja aiheuttavan altistuneille jopa Parkinsonin tautia, sydänkohtauksia ja aivohalvauksia
 - Viskoosin tuotantoprosessia on pyritty kehittämään niin, että haitalliset kemikaalit pystytään nykyään suurimmaksi osaksi kierrättämään prosessissa
 - Suurimmassa vaarassa haitallisten kemikaalien altistumiselle ovat viskoositehtaiden työntekijät sekä tehtaiden lähialueella asuvat ihmiset, sillä viskoosituotantolaitosten poistoilman mukana ympäristöön kulkeutuu haitallisia kaasuja; lisäksi viskoositehtaiden ympäristössä on raportoitu vesistöjen pilaantumista
- Tuotanto vaatii runsaasti vettä ja energiaa: yhden kuitutonnin valmistukseen käytetään n. 800 000 litraa vettä (Suomen Tekstiili ja Muoti ry 2022)



Viskoosin tuotannon vastuullisuus

- Viskoosin ympäristövaikutukset riippuvat lopulta siitä, kuinka paljon vettä ja kemikaaleja kierrätetään prosessissa ja millä tavalla tuotannossa käytetty energia tuotetaan
- Myös tuotantopaikalla on merkitystä, sillä Euroopassa viskoosin tuotantoa säätelee tiukempi lainsäädäntö kuin Kiinassa
 - Euroopassa myös hiilisulfidin kaltaiset vaarallisimmat kemikaalit on korvattu vaihtoehtoisilla kemikaaleilla ja tuotanto toteutetaan yleensä suljetussa kierrossa
- Viskoosin tuotantoon liittyy huolta metsien hakkuista
- Tuotannon vastuullisuuden kehittäminen lähtee raaka-aineista, esim. metsien vastuullisesta hoidosta (sertifikaatit):
Viskoosin tuotannosta noin 55–60% on sertifioidusta puusta saatavasta selluloosasta valmistettua
 - Myös bambukuidusta tuotettua viskoosia markkinoidaan usein ekologisempänä vaihtoehtona perinteiselle viskoosille
→ Ekologisuus perustuu bambun nopeaan kasvuun
 - Viskoosin korvaaminen tulevaisuudessa muilla vähemmän kemikaaleja kuluttavilla selluloosamuuntokuiduilla on yksi keino vähentää tekstiilituotannosta aiheutuvia ympäristövaikutuksia, esim. itävaltalaisen Lenzing-yhtiön kehittämä Ecovero™

(Suomen Tekstiili ja Muoti ry 2022)



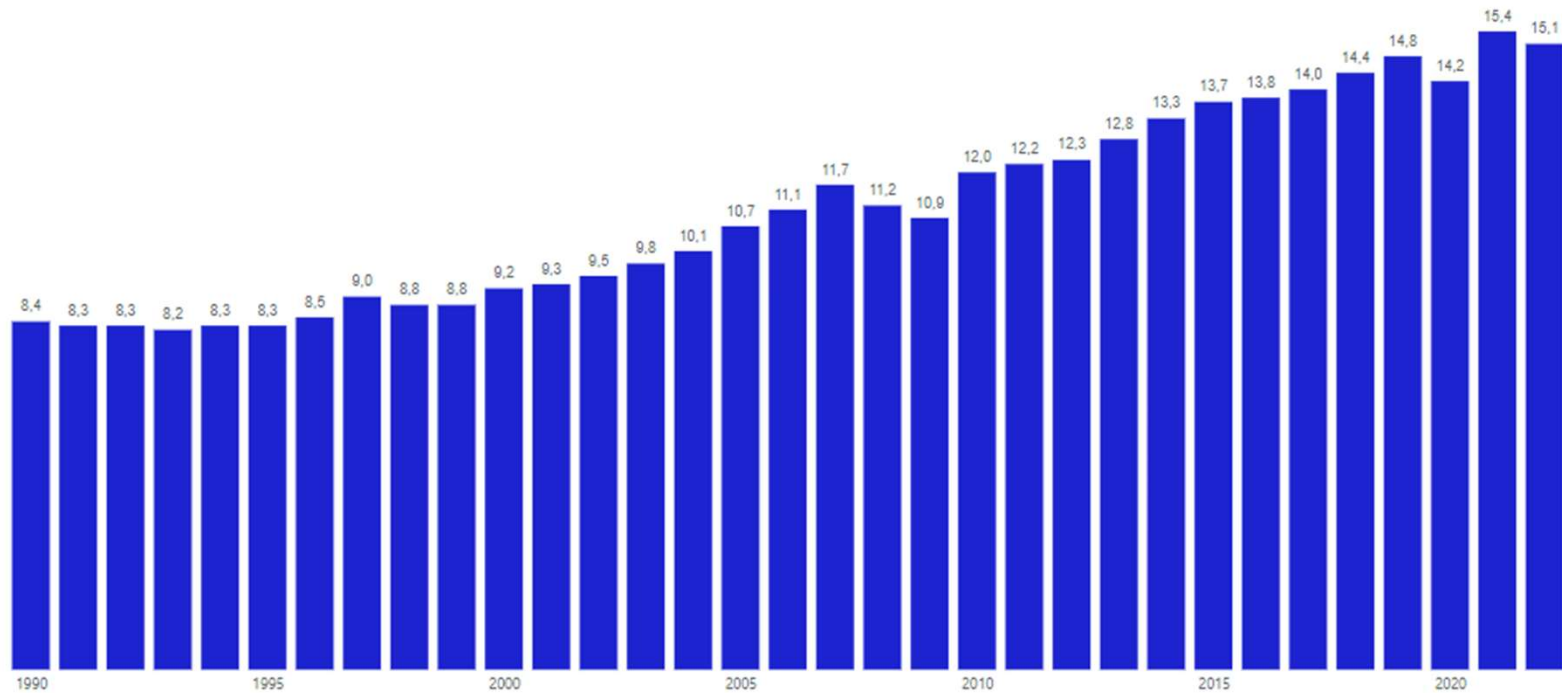
Kuitujen tunnistaminen

- Polttokoe
 - Luonnon- ja tekokuidut palavat eri tavoin
 - Esim. 100% villa ei pala vaan sammuu nopeasti
 - Myös luonnon- ja tekokuitujen sisällä palaminen vaihtelee materiaaleittain
 - Liekin väri ja koko, haju (palava muovi, hiusten palaminen), lopputuotos (mm. kova/irtonainen tuhka), palamisnopeus ja voimakkuus (myös palaako kerralla vai sammuuko itsestään)
 - Kuituja voidaan tunnistaa polttokokeella tarkkailemalla mm. em. asioita ja vertaamalla olemassa olevaan tietoon
 - Palaamiseen vaikuttavat myös erilaiset viimeistysaineet, kuten palosuojausviimestely

A clothing rack filled with various garments hanging on wooden hangers, set against a blurred background of a city street. The rack is black and holds a variety of items including a dark green jacket with a white fur collar, a pink sweater, a white hoodie, a brown jacket, a blue denim jacket, a yellow sweater, a white sweater with black polka dots, and a mustard yellow sweater. The background shows a city street with buildings and a traffic light.

Tekstiilikuitujen kulutus

Globaali kuitujen kulutus 1990 - 2022 kg/hlö

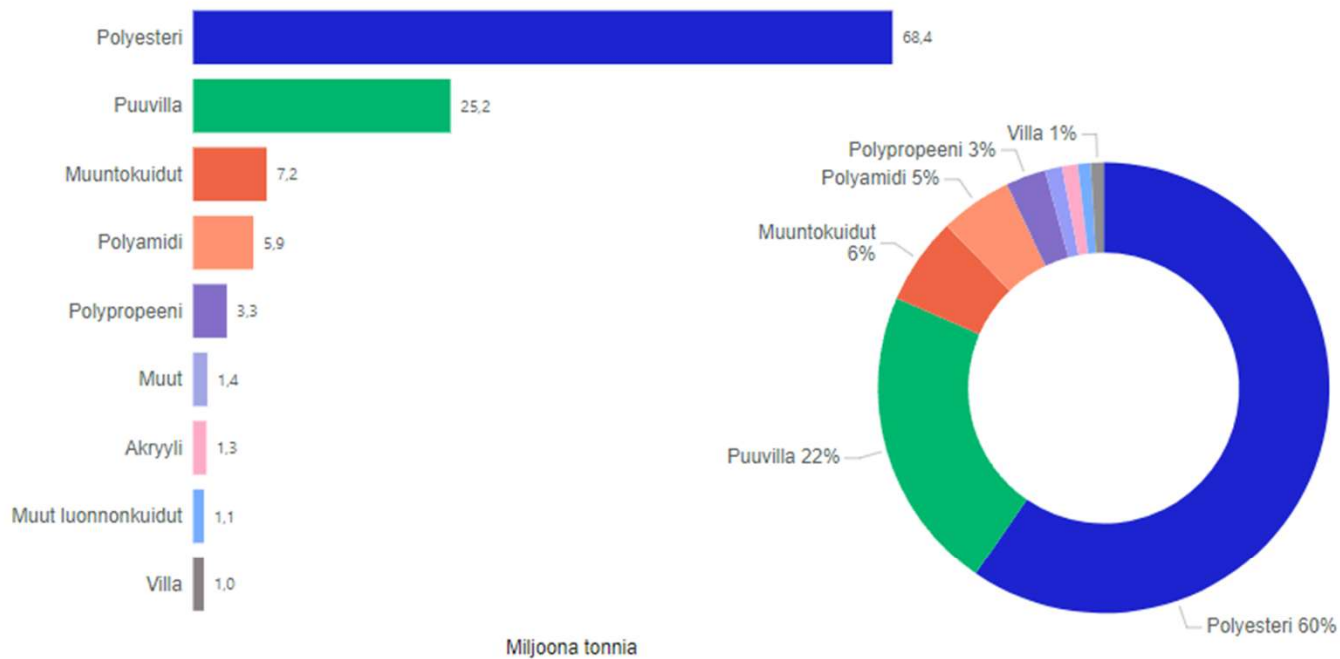


Lähde: Fiber Year 2023

Lähde: Suomen Tekstiili- ja Muoti Ry: <https://www.stim.fi/palvelut-ja-tietoa-yrityksille/materiaalit-kemikaalit-ja-standardit/tekstiilimateriaalit/>

Kuitujen tuotanto 2022 (määrät ja osuudet)

Yhteensä 114,8 miljoona tonnia



Lähde: Fiber Year 2023

Lähde: Suomen Tekstiili- ja Muoti Ry: <https://www.stim.fi/palvelut-ja-tietoa-yrityksille/materiaalit-kemikaalit-ja-standardit/tekstiilimateriaalit/>

Tekokuitujen tuotanto 2022 (kg)

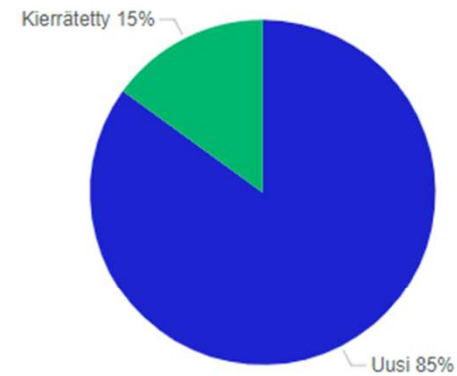
Yhteensä 87,5 miljoonaa tonnia



Miljoona tonnia

Lähde: Fiber Year 2022 & 2023

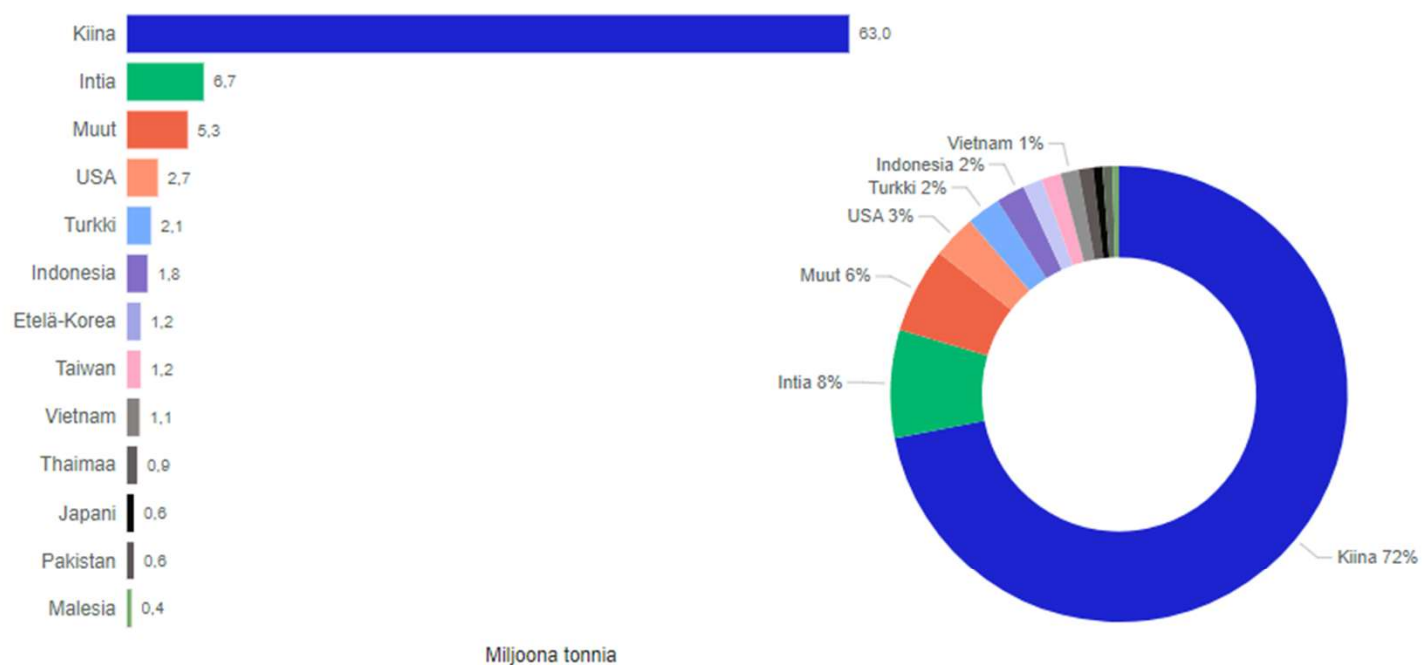
Kierrätetyn polyesterin osuus polyesterituotannosta (2021)



Lähde: Suomen Tekstiili- ja Muoti Ry: <https://www.stim.fi/palvelut-ja-tietoa-yrityksille/materiaalit-kemikaalit-ja-standardit/tekstiilimateriaalit/>

Tekokuitujen suurimmat tuotantomaat 2022

Yhteensä 87,6 miljoonaa tonnia

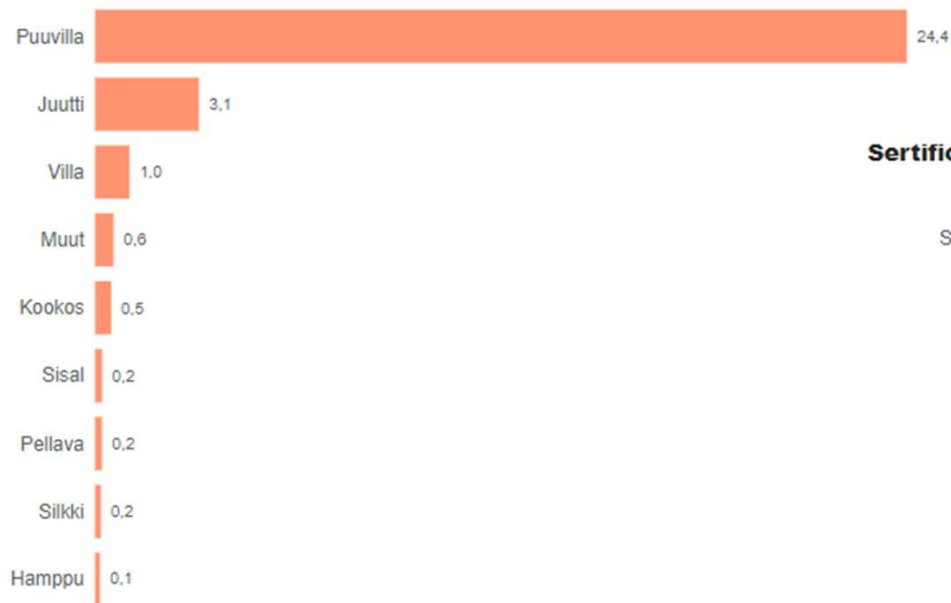


Lähde: Fiber Year 2023

Lähde: Suomen Tekstiili- ja Muoti Ry: <https://www.stim.fi/palvelut-ja-tietoa-yrityksille/materiaalit-kemikaalit-ja-standardit/tekstiilimateriaalit/>

Luonnonkuitujen tuotanto 2021 (kg)

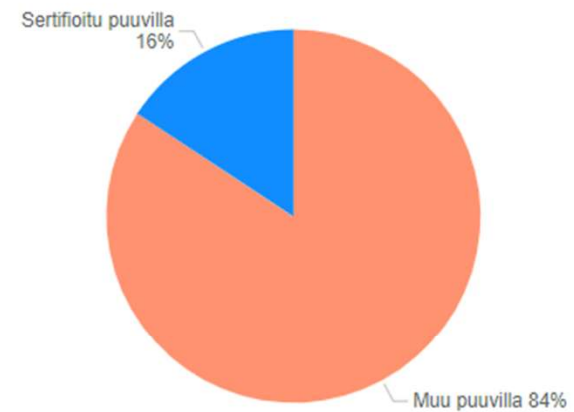
Yhteensä 30,1 miljoonaa tonnia



Miljoona tonnia

Lähde: Fiber Year 2022 ja Textile Exchange Preferred Fiber and Materials Market Report 2022

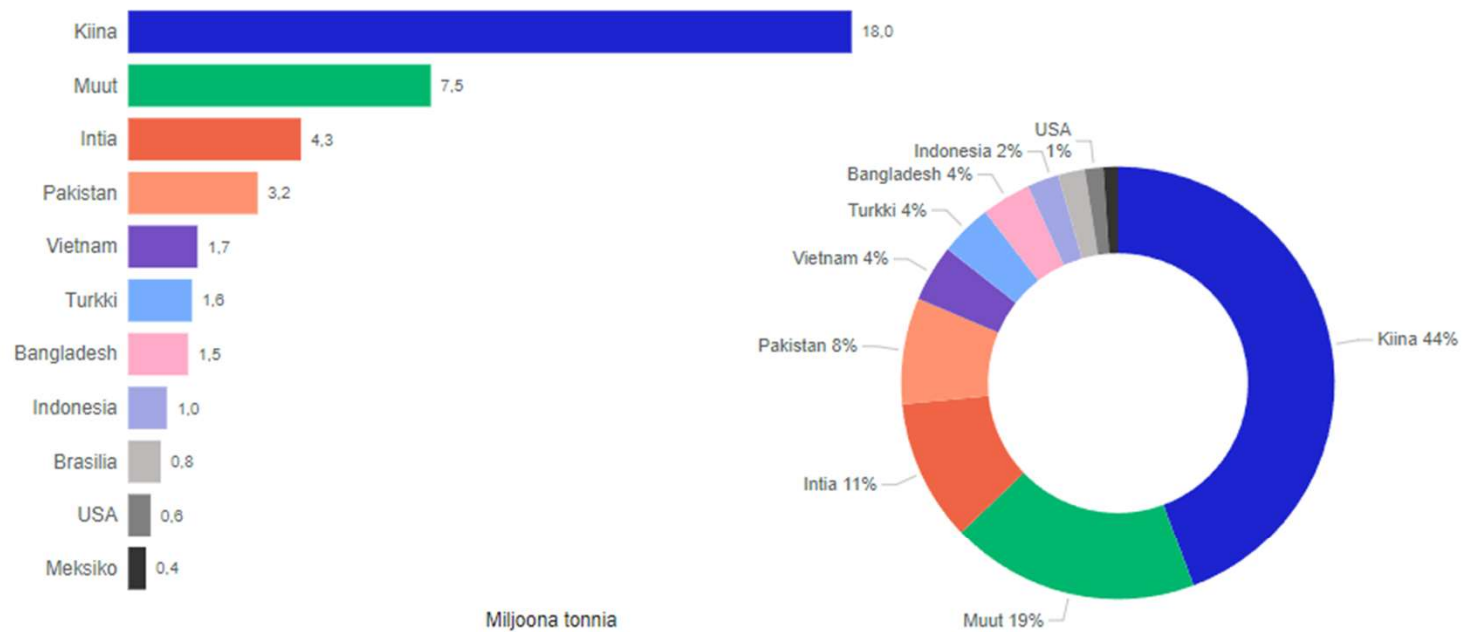
Sertifioidun puuvillan osuus puuvillatuotannosta (2021)



Lähde: Suomen Tekstiili- ja Muoti Ry: <https://www.stim.fi/palvelut-ja-tietoa-yrityksille/materiaalit-kemikaalit-ja-standardit/tekstiilimateriaalit/>

Puuvillalangan suurimmat tuotantomaat 2022

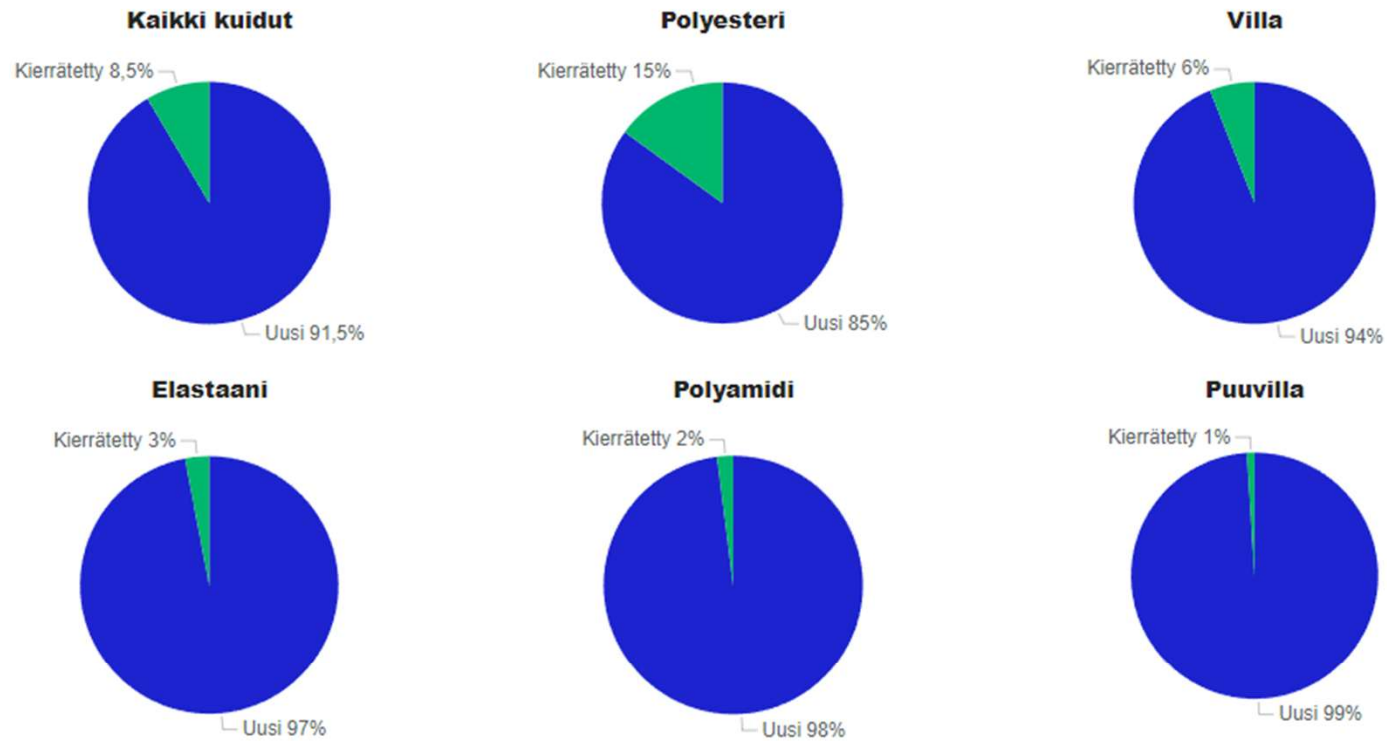
Yhteensä 40,5 miljoonaa tonnia



Lähde: Fiber Year 2023

Lähde: Suomen Tekstiili- ja Muoti Ry: <https://www.stim.fi/palvelut-ja-tietoa-yrityksille/materiaalit-kemikaalit-ja-standardit/tekstiilimateriaalit/>

Kierrätettyjen kuitujen osuudet kokonaistuotannosta 2021



Lähde: Textile Exchange Preferred Fiber and Materials Market Report 2022

Lähde: Suomen Tekstiili- ja Muoti Ry: <https://www.stim.fi/palvelut-ja-tietoa-yrityksille/materiaalit-kemikaalit-ja-standardit/tekstiilimateriaalit/>

Tekstiilikuitujen kulutus

- Maailman tekstiilikuitutuotannon odotetaan kasvavan 147 miljoonaan tonniin 2030 mennessä, mikä tarkoittaa noin 27 prosentin kasvua nykyisestä
- Vain yksi prosentti käytetyistä materiaaleista kierrätetään tällä hetkellä uusiksi kuituiksi
- Kierrätyskuitujen osuus globaalista kuiduntuotannosta on vielä melko pieni, vuonna 2022 se oli 7,9 prosenttia

(Sinijärvi et al. 2024, 4, 8)



Tekstiilien kierrätys

A large industrial warehouse with a high, dark metal truss ceiling and several windows. The floor is covered with large piles of sorted textile waste in various colors, including brown, black, red, purple, blue, and white. In the background, there are stacks of large white sacks and several workers. A metal cart is visible in the foreground on the left.

Kiertotalous tekstiilialalla

- Alle puolet käytetyistä vaatteista kerätään uudelleenkäyttöä tai kierrätystä varten ja vain 1 % kierrätetään uusiksi vaatteiksi (Euroopan Parlamentti 2024)
- EU:n kiertotalouden toimintasuunnitelma pyrkii edistämään tekstiilialan kestävästä kehitystä tekemällä tekstiileistä kierrätettäviä, korjattavia, uudelleenkäytettävämpiä ja kestävämpiä (Sinijärvi et al. 2024, 14)



EU & tekstiilien kierrätyksen ohjaus

- Tekstiilialalla, kuten muillakin teollisuuden aloilla, on voimakas paine ja tarve kehittää toimintaa kestävämmäksi
- Tekstiilien kulutuksella on EU:ssa neljänneksi suurin vaikutus ympäristöön ja ilmastonmuutokseen heti elintarvikkeiden, asumisen ja liikenteen jälkeen
- Maaliskuussa 2022 Euroopan Komissio hyväksyi kestäviä ja kiertotalouteen perustuvia tekstiilejä koskevan EU-strategian, joka listaa tavoitteita ja toimia tekstiilien ympäristövaikutusten hillintään vuoteen 2030 mennessä

(Euroopan Komissio 2022)



EU:n tekstiilistrategia

- Tekstiilien EU-strategia listaa tavoitteita ja toimia tekstiilien ympäristövaikutusten hillintään
 - Tavoitteena on vihreämpi ja kilpailukykyisempi teollisuudenala, joka ei ole riippuvainen maailmanlaajuisista kriiseistä
 - Vuoteen 2030 mennessä tavoitteena on:
 - Kaikki tekstiilituotteet, joita myydään Euroopan markkinoilla, ovat kestäviä, korjattavia ja kierrätettäviä sekä suurimmaksi osaksi tehty kierrätetyistä materiaaleista, vaarallisista kemikaaleista vapaita ja tuotettu sosiaalista ja ekologista kestävyttä kunnioittaen
 - Pikamuoti on poissa muodista ja kuluttajat hyötyvät pidempään laadukkaista ja edullisista tekstiileistä
 - Kannattavat uudelleen käytön ja korjauksen palvelut ovat laajasti saatavilla
 - Tekstiilisektori on kilpailukykyinen, pystyy tarvittaessa muokkautumaan ja vastaamaan haasteisiin sekä innovatiivinen tuottajien ottaessa vastuun tuotteistaan arvoketjun läpi; kierrätykseen ja tarpeeksi resursseja ja kaatopaikoille päätyy minimaalisesti tekstiilejä

(Euroopan Komissio 2022)



www.lappia.fi

EU:n tekstiilistrategian tarkennukset

- 6/2023 mepit esittivät tiukempia EU-toimia tekstiilien liiallisen tuotannon ja kulutuksen pysäyttämiseksi → tekstiilien tuotannossa vaadittiin kunnioitettavan ihmisoikeuksia sekä sosiaalisia ja työntekijöiden oikeuksia samoin kuin ympäristöä ja eläinten hyvinvointia
- Euroopan parlamentilta muutoksia tekstiilijätettä koskeviin sääntöihin 3/2024:
 - Jätedirektiivin päivitys: lisää vastuuta valmistajille, eli käytännössä tekstiilien (kuten vaatteiden, kenkien, hattujen ja asusteiden) valmistajien sekä näitä tuotteita EU:n sisämarkkinoille tuovien yritysten tulee maksaa tekstiilien keräämisen, lajittelun ja kierrätyksen kulut = TUOTTAJAVASTUU
 - Komission esityksen mukaan laajennettu tuottajavastuu tulisi ottaa käyttöön 30 kuukautta direktiivin voimaantulon jälkeen, mutta mepit vaativat sen käyttöönottoa jo 18 kuukauden jälkeen. **Lisäksi EU-maiden tulee erilliskerätä tekstiilit uudelleenkäyttöä ja kierrätystä varten tammikuun 2025 alusta alkaen**
 - Mepit vaativat tavoitetta tekstiilijätteen vähentämiselle sekä käytettyjen tekstiilien viennin valvomista, lisäksi parempaa infrastruktuuria tekstiilien keräykseen sekä yhdyskuntajätteen tehokkaampaa lajittelua, jotta kierrätykseen kelpaavat materiaalit poistetaan poltettavaksi tai kaatopaikalle päätyvän jätteen joukosta

(Euroopan Parlamentti 2024)



Tekstiilijätelaki

- Tekstiilijätteen erilliskeräys alkanut Suomessa 1.1.2023 (uusi jäteasetus hyväksyttiin 18.11.2021)
 - Jäteasetus tiukentaa mm. yhdyskuntajätteen eli asumisesta ja siihen rinnastettavasta muusta toiminnasta syntyvän jätteen erilliskeräysvelvoitteita sekä kierrätystavoitteita asteittain. Jäteasetuksen mukaan kunnan on järjestettävä asumisesta syntyvän tekstiilijätteen vastaanotto alueellisilla vastaanottopisteitä viimeistään 1.1.2023
 - Velvollisuudet koskevat myös tekstiili- ja muotialan yrityksiä. Uuden jäteasetuksen mukaan elinkeinotoiminnan ja julkisen hallinto- ja palvelutoiminnan harjoittajan (jätteen haltijan) on järjestettävä tekstiilijätteen erilliskeräys mahdollisuuksien mukaan vuodesta 2023 lähtien, jos sitä syntyy toiminnasta merkittäviä määriä
 - Kuntien vastuulla on järjestää asumisesta syntyvien jätteiden vastaanotto eli kuluttajilta syntyvän tekstiilijätteen keräys ja käsittely
 - Yrityksiltä ja julkisesta hallinto- ja palvelutoiminnasta syntyvät jätteet puolestaan ovat lähtökohtaisesti jätettä tuottavien toimijoiden vastuulla ja ne käsitellään pääasiassa kunnan jätehuollon ulkopuolella
 - Tekstiili- ja muotialan yritykset vastaavat itse jätehuollostaan ja hankkivat tarvitsemansa palvelut yksityisiltä jätealan yrityksiltä
- (Suomen Tekstiili ja Muoti ry 2021)



Tekstiilijätteiden kierrätysohjeistus kuluttajille

- Tekstiilijätteet lajitellaan kolmeen ryhmään: **käyttökelpoiset tekstiilit (+lelut ja urheiluvälineet)**, **poistotekstiilit (sellaisenaan käyttökelvottomat)** sekä **muut tekstiilit**
 - Ehjät, puhtaat ja sellaisenaan käyttökelpoiset vaatteet, asusteet ja kodintekstiilit
 - Vaatteet, kengät, laukut
 - Vyöt ja asusteet
 - Lelut ja urheiluvälineet
 - Peitot, tyyny, patjat
 - Myy kirpputoreilla, lahjoita kierrätyskeskuksiin tai hyväntekeväisyysjärjestöjen keräyksiin
 - Kuivat, puhtaat, hajuttomat (ei saa sisältää tekstiilituholaisia)
 - Takit, housut, paidat, hameet
 - Lakanat, pyyhkeet, pöytäliinat
 - Vie ekoaseman poistotekstiilin keräyslaatikkoon. Max. 3 pussia kerrallaan
 - Likaantuneet, haisevat, märät tai tekstiilituholaisia sisältävät tekstiilit
 - Vaatteet, asusteet, kengät
 - Urheiluvälineet
 - Kodintekstiilit
 - Patjat, peitot, tyyny ja pehmolelut
 - Toimita ekoasemalle sekajätteenä

(Perämeren Jätehuolto Oy 2023)



www.lappia.fi

Tekstiilien kierrättäminen

- Tekstiilijätteen parempi hyödyntäminen kiertotalouden keinoin vähentää tekstiilien valmistamisesta aiheutuvia ympäristövaikutuksia, korvaa neitseellisten raaka-aineiden käyttöä ja tuottaa taloudellista hyötyä
 - Kierrättämätön tekstiilijäte on alihyödynnetty resurssi, jonka paremmalla käytöllä on merkittävä taloudellinen ja ekologinen potentiaali
 - Suomella on kyky toimia tekstiilialan murroksen yhtenä kärkimaista; Suomessa on jo tekstiilikuitujen kierrätyksen osaamista, teknologiaa sekä tuotantolaitospilotteja. Suomen on esitetty voivan toimia myös merkittävänä Pohjois-Eurooppalaisena tekstiilien kierrättäjänä
 - Tekstiilialan murros voisi tarkoittaa Suomelle myös uusia investointeja ja merkittävän määrän työpaikkoja
- (Sinijärvi et al. 2024, 2)



Tekstiilin kierrätysmenetelmät

- Kierrätetyllä tekstiilikuidulla tarkoitetaan kuitua, joka on palautettu takaisin kuiduksi käytetystä tekstiilituotteesta, kuten kodintekstiileistä, yritysten tekstiileistä tai kerätyistä kuluttajatekstiileistä
- Kierrätyskuitua voidaan valmistaa myös muista tuotteista, kuten kierrätetyistä muovipulloista
- Kuidun kierrättäminen tekstiilijätteestä tapahtuu joko mekaanisen, kemiallisen tai termisen prosessin avulla
- EU:n alueella vaateteollisuudelle kuituja tuottavista suurista kierrätyslaitoksista suurin osa keskittyy mekaaniseen kierrättämiseen
 - Pienemmissä pilottilaitoksissa kierrätysmenetelminä:
 - n. 65 prosenttia mekaaniseen kierrättämiseen, 26 prosenttia kemialliseen kierrättämiseen, 6 prosenttia termomekaaniseen kierrättämiseen ja 3 prosenttia mekaanisen ja kemiallisen kierrättämisen yhdistelmään

(Sinijärvi et al. 2024, 6)



Tekstiilien mekaaninen kierrättäminen

- Tähän saakka mekaaninen kierrättäminen on ollut päätapa kierrättää tekstiileitä; sitä voidaan käyttää omana kierrättämisen menetelmänä, tai kemiallisen tai termisen kierrätysprosessin esivaiheena
 - Menetelmällä voidaan kierrättää niin luonnonkuituja kuin tekokuituja
 - Mekaanisessa kierrätyksessä tekstiilimateriaalit ja langat revitään kuitutasolle
 - Menetelmässä ei käytetä lainkaan vettä, ja se on erittäin energiatehokasta ja kierrätysmenetelmistä edullisinta
 - Mekaanisessa kierrättämisessä kuidun **laatu** kuitenkin heikkenee
 - Mekaanisen kierrättämisen teknologioita hyödynnetään jo laajasti Euroopassa
 - Suomessa on kaksi mekaaniseen kierrättämiseen erikoistunutta kaupallista toimijaa; Paimiossa toimiva Rester ja Janakkalassa sijaitseva Dafecor
- (Sinijärvi et al. 2024, 6)

Tekstiilien terminen kierrättäminen

- Termisessä kierrätysprosessissa raaka-aine ensin rouhitetaan tai revitään mekaanisesti pienemmiksi rakeiksi, jonka jälkeen rakeet sulatetaan ja prosessoidaan kuiduiksi
- Arviolta 99 prosenttia kierrätetystä polyesterista valmistetaan PET-muovipulloista termisesti kierrättämällä
- Menetelmällä saatu kierrätyskuitu on laadultaan lähellä neitseellistä kuitua ja laajasti toimialalla käytetty

(Sinijärvi et al. 2024, 6)



Tekstiilien kemiallinen kierrättäminen

- Kemiallisessa kierrätyksessä tekstiilikuidut erotetaan molekyylitasolla alkuperäisestä tekstiilistä
- Kemiallista kierrätystä voidaan soveltaa selluloosapohjaisille sekä synteettisille kuiduille
- Toisin kuin mekaanisen kierrättämisen prosessissa, kemiallisesti kierrätetty tekstiilikuitu voi laadultaan olla jopa alkuperäistä parempi
- Kemiallinen kierrättäminen on tähän mennessä koostunut lähinnä polyesterin kierrättämisestä, mutta uusien menetelmien ansioista myös muita kuituja, kuten puuvillaa ja selluloosamuuntokuituja voidaan kierrättää kemiallisesti
 - Mm. Aalto yliopiston kehittämällä Ioncell-menetelmällä ja Infinited Fiber Companyn Infinna-menetelmällä voidaan kemiallisesti kierrättää selluloosarikasta tekstiilijätettä

(Sinijärvi et al. 2024, 6)



Kierrätyskuitujen käyttökohteet

- Samanlaiset käyttökohteet kuin neitseellisillä tekstiilikuiduilla, kuitenkin eroavaisuuksia kierrätysmenetelmissä:
 - Mekaanisesti kierrätettyä kuitua käytetään useammin muun muassa siivousliinojen ja eristemateriaalien valmistamiseen sekä auto- ja rakennusteollisuuden käyttökohteisiin kuin vaateollisuudessa
 - Mekaanisesti kierrätetyistä kuiduista voidaan valmistaa korkeamman jalostusarvon tuotteita, esim. vaatteita jos sekoitetaan kemiallisesti tai termisesti kierrätettyjen tai neitseellisten kuitujen kanssa
 - Termisesti ja kemiallisesti kierrätetyt kuidut ovat laadullisesti lähellä neitseellisiä kuituja ja voidaan hyödyntää vastaavien neitseellisten kuitujen tavoin mm. vaatteissa, kodintekstiileissä, kuitukankaissa ja komposiiteissa
- Vaateollisuuden lisäksi kierrätyskuituja voidaan käyttää kosmetiikka- ja hygieniatuotteissa, kodintekstiileissä ja esim. patjojen täyteaineina, rakennusteollisuudessa komposiittituotteissa, eristemateriaaleissa ja akustiikkalevyissä, teollisuudessa kuitukankaissa, pakkaus- ja siivoustekstiileissä sekä suodatinmateriaaleissa; maataloudessa geotekstiileissä ja aurinkosuojissa sekä hyvinvointialan tekstiilituotteissa

(Sinijärvi et al. 2024, 6)



Tekstiilien kierrättämiseen vaikuttavia ominaisuuksia

- Tekstiilimateriaalien raaka-aineet ja niiden kierrätettävyys
- Käytössä olevat tekstiilin kierrätysmenetelmät
- Lisämateriaalit ja niiden poistaminen ja kierrättäminen → lajittelu
- Lainsäädäntö ja ohjaus



Kierrätyskuitumarkkinan kasvun haasteet

- Tekstiilien kierrättämisen sääntely-ympäristön muutokset EU:ssa: laajamittainen sääntelyuudistus, pitkät valmistelu- ja käsittelyajat; kemikaalisäätelyn tulevan tiukentumisen vaikutukset
 - Suomessa tekstiilien erilliskeräys ja kierrätys, epätietoisuus tulevasta sääntelystä
- Tasalaatuiseen tekstiilijätteen saatavuuden haasteet: tekstiilien kierrättäminen suljetussa kierrossa asettaa materiaalille laatuvaatimuksia
 - Mekaanisen kierrättämisen teknologiat eivät voi tehokkaasti käsitellä kaikkia kuitusekoitteita tai monikerroksisia tekstiilimateriaaleja; mekaanisesti kierrätettyjen kuitujen laadulliset ominaisuudet voivat rajoittaa käyttökohteita
 - Kuluttajilta tuleva tekstiilijäte haastavinta kierrättää (Suomessa määrä!) → teollisuuden hukkamateriaalit ja yrityksiltä saatava tekstiilijäte ovat niiden yhdenmukaisuuden ja puhtauden takia käytetyimpiä raaka-ainelähteitä kuidusta kuituun kierrättämisessä
 - Toimiva suljetun kierron arvoketju kaipaakin tarkasti määriteltyjä materiaalivirtoja (Sinijärvi et al. 2024, 19)

Kierrätyskuitumarkkinan kasvun haasteet

- Tekstiilien kierrättämisen ja kuitujen valmistamisen arvoketjujen skaalaaminen ja kehittäminen: ketjun tulee yhdistää eri toimijat tekstiilien keräämisestä ja lajittelusta tekstiilin kierrättäjiin; Myös langan kehräyksen, värjäyksen, kutomisen, logistiikan ja välivarastoinnin organisointi (Suomessa pulaa teollisen langankehräyksen laitekapasiteetista ja osaamisesta → kv-yhteistyö)
- Kehittyvät kierrätystekstiilikuitujen lajittelun, tunnistamisen ja käsittelyn teknologiat → Uusillakin teknologioilla suljetun kierron prosesseissa tekstiilijakeiden tunnistaminen kuidun koostumuksen, kovien osien erottelun ja värien osalta
 - Tekstiilijätteen käsittelyn kehittäminen niin, että jätteestä voidaan poistaa epäpuhtaat ja prosessointikelvottomat osat, esim. vetoketjut/napit → tarvitaan automatisoitua teknologiaa sekä tätä prosessia edeltävää esilajittelua
 - Automatisoidun lajittelun testausta Suomessa esim. Lahden ammattikorkeakoulussa kehitetyn, NIR-teknologiaan perustuvan REISKAtex[®]:n avulla. Tunnistusteknologiassa rajoitteita (→ tekstiilien virheellinen tunnistaminen)

(Sinijärvi et al. 2024, 19, 20)



Kierrätyskuitumarkkinan kasvun haasteet

- Kierrättämisteknologioiden tekstiilisekoitemateriaalien käsittely nykyistä paremmin sekä kuidun hyvän laadun varmistaminen
- Nk. avoimen kierron haasteina eri teollisuudenaloilla puuttuvaa tietoa eri kierrätystekstiilikuitujen materiaalin laadullisista ominaisuuksista, kuten syttyvyydestä tai vedenkestävyydestä, esim. rakennusteollisuus
- Jos kierrätyskuitutuotteet säilyvät pieninä kokeiluina eri yritysten tuotevalikoimassa, pysyy tuotteiden hinta korkealla → myös asenteet ja odotukset taustalla! → arvoketjun toimijoiden valmiuden ja tarpeiden ymmärtäminen
- Hinnoittelun haasteet: Tekstiilijätteen lajittelun kustannukset ja tuotot eivät tällä hetkellä täysin tue tekstiilien kierrättämistä kuidusta kuituun, myös tekstiilijätteen käsittelemisen kustannukset ovat suht. korkeat → tämän huomiointi raaka-aineen hinnanmuodostuksessa
 - Tekstiilijätettä syntyy useissa paikoissa, ja se on laadultaan heterogeenistä, mikä lisää jätteen saatavuuden kustannuksia, myös neitseellisen raaka-aineen matala hinta hidastaa kierrätystekstiilimarkkinan kasvua

(Sinijärvi et al. 2024, 20)





Uusia tekstiilikuituja

Tekstiilikuitujen ympäristövaikutukset

- Tekstiilikuitujen ympäristövaikutukset koostuvat hyvin monesta seikasta eivätkä esimerkiksi luonnonkuidut ole automaattisesti ympäristöystävällisin valinta
- Tekstiilien elinkaarta tarkastellessa on otettava huomioon niin kuidun kasvatus ja tuotanto kuin lopputuotteen käyttö ja kierrätys
- **Jokaisella kuidulla on ympäristövaikutuksensa**
- On mahdotonta määrittää tiettyä tekstiilikuitua, joka olisi ympäristöystävällisin vaihtoehto. Jokaisen kuidun tuotantoon liittyy tiettyjä ongelmia. Esimerkiksi luonnonkuidut ovat peräisin luonnosta ja ovat lähtökohtaisesti uusiutuvia ja biohajoavia kuituja, mutta niiden kasvatus ja tuotantoprosessit sisältävät ympäristölle haitallisia vaiheita.
- Tekstiilien ympäristövaikutuksia tarkasteltaessa on huomioitava tuotteen koko elinkaari
- Kuidun tuotannon lisäksi tekstiilien ympäristövaikutuksiin vaikuttavat tekstiilin käsittelyt tekstiilin tuotannon eri vaiheissa, kuidun, langan ja tekstiilin kuljetukset sekä lopputuotteen käyttö ja kierrätys
- (Niinimäki 2022, 36-37)



suomennettu versio Interwoven -kirjan (Niinimäki 2022) taulukosta, jossa vertaillaan eri tekstiilikuitujen ympäristövaikutuksia.

Tekstiilikuitujen ympäristövaikutusten tekijöitä

	Ympäristövaikutusta nostavia tekijöitä	Ympäristövaikutusta laskevia tekijöitä
puuvilla CO	<ul style="list-style-type: none"> • Veden ja kemikaalien käyttö viljelyssä • Veden ja kemikaalien kulutus tuotantoprosessissa • Tuotannon jätevedet • Mahdollisten haitallisten formaldehydien käyttö viimeistyksissä 	<ul style="list-style-type: none"> • Matalat kasvihuonepäästöt • Uusiutuva, biohajoava kuitu
pellava LI	<ul style="list-style-type: none"> • Kemikaalien käyttö tuotannossa • Tuotannon jätevedet 	<ul style="list-style-type: none"> • Viljelyn alhaiset ympäristövaikutukset • Uusiutuva, biohajoava kuitu
villa WO	<ul style="list-style-type: none"> • Torjunta-aineiden käyttö • Korkeat metaanipäästöt (kasvihuonekaasu) • Suuri ekologinen jalanjälki (riippuu laidunnustyylistä) • Kemikaalien käyttö (riippuu tuotantoprosessista) • Veden kulutus tuotantoprosessissa • Tuotannon jätevedet 	<ul style="list-style-type: none"> • Tuotteen elinkaaren ympäristövaikutukset (itsepuhdistuvuus käytössä) • Uusiutuva, biohajoava kuitu • Erinomainen kuitu mekaaniseen kierrätykseen
viskoosi CV	<ul style="list-style-type: none"> • Tuotannon korkea energiankulutus • Tuotantoprosessissa korkeampi vedenkulutus kuin polyesterin tuotannossa • Myrkyllisten kemikaalien käyttö • Tuotannon jätevedet • Kasvihuonekaasupäästöt 	<ul style="list-style-type: none"> • Ei torjunta-aineiden käyttöä • Biohajoava kuitu • Raaka-aineet uusiutuvia • Pienempi vedenkulutus kuin puuvillan viljelyssä
polyesteri PES	<ul style="list-style-type: none"> • Tuotannon korkea energiankulutus • Kasvihuonekaasupäästöt • Raaka-aineet uusiutumattomia 	<ul style="list-style-type: none"> • Tuotannon matala vedenkulutus • Ei torjunta-aineiden käyttöä • Tuotannon vähäisempi jätevesien määrä • Mahdollisuus käyttää kierrätettyä raaka-ainetta (PET)
polyamidi PA	<ul style="list-style-type: none"> • Korkea energiankulutus • Korkeat kasvihuonekaasupäästöt • Raaka-aineet uusiutumattomia 	<ul style="list-style-type: none"> • Ei torjunta-aineiden käyttöä • Tuotannon alhainen jätevesien määrä
akryyli PAN	<ul style="list-style-type: none"> • Kemikaalien käyttö • Tuotannon korkea energiankulutus • Korkeat kasvihuonekaasupäästöt • Raaka-aineet uusiutumattomia 	<ul style="list-style-type: none"> • Ei torjunta-aineiden käyttöä

Tekstiilien/tuotteiden elinkaari

- Elinkaariajattelussa ajatellaan koko prosessi tuotteen suunnittelusta sen käyttöön, kierrättämiseen ja lopulta materiaalin uudelleen käyttöön saakka
- Puhutaan suljetuista luopeista/kierroista = tuote päättyy elinkaarensa lopuksi uudelleen käyttöön (materiaalin uudelleen käyttäminen)
- Kiertotalous (tuotannon ylijäämät ja sivuvirrat), ekodesign, ennen kuluttajaa oleva vaihe, kuluttajan jälkeinen vaihe, uusiotuotanto (upcycling), kierrätys, kulutuksen vähentäminen, leikkuujäte, zero waste, neitseellinen materiaali



Vastuullisia vaihtoehtoja tutuille tekstiilikuiduille

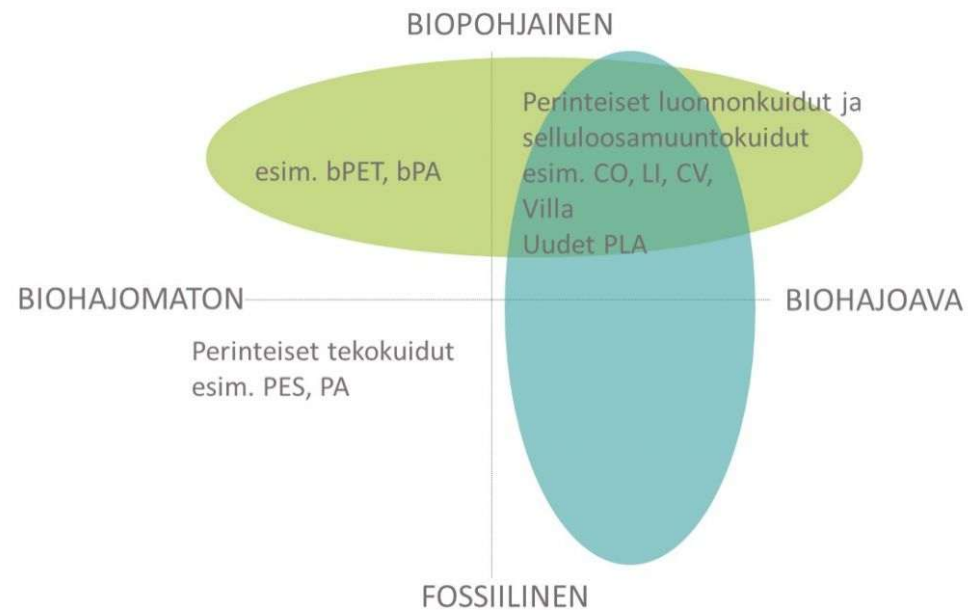
- Perinteisen puuvillanviljelyn negatiivisia vaikutuksia pyritään vähentämään erilaisilla sertifikaateilla ja ohjelmilla, jotka ohjaavat viljelijöitä kestävämpään tuotantoon. Lisäksi puuvillaa voidaan kierrättää mekaanisten ja kemiallisten menetelmien avulla. Sertifioidun puuvillan osuus kaikesta puuvillan tuotannosta vuonna 2020 oli noin 30 prosenttia ja kierrätetyn puuvillan noin yksi prosentti.
- Puuvillaa voidaan kutsua luomupuuvillaksi, mikäli se on viljelty luonnonmukaisin menetelmin. Luomupuuvillana myytävä ja markkinoitava puuvilla on aina kolmannen osapuolen sertifioimaa. Tällä hetkellä eniten käytetty luomupuuvillan sertifiointijärjestelmä on Global Organic Textile Standard (GOTS), mutta markkinoilla on myös muita sertifiointijärjestelmiä.
- Perinteiselle puuvillalle on tarjolla myös muita vastuullisempia vaihtoehtoja, kuten esimerkiksi Reilun kaupan puuvilla, jonka tuotannossa erityistä huomioita on kiinnitetty viljelijöiden oikeuksiin ja eettisten näkökulmien toteutumiseen. Viime vuosina erityisesti Better Cotton Initiative (BCI) -puuvillan osuus on kasvanut vauhdilla. BCI:n tavoitteena on lisätä puuvillanviljelijöiden tietoisuutta ympäristöystävällisistä viljelymenetelmistä ja auttaa heitä siirtymään kestävämpien viljelymenetelmien käyttöön.

(Suomen Tekstiili ja Muoti ry 2022)



Tekstiilikuitujen biohajoavuus

- Maailman tekstiilikuitutuotannosta yli 60 % perustuu fossiilisesta öljystä jalostettuihin kuituihin
 - Fossiilisen raaka-aineen korvaaminen biopohjaisilla uusiutuvilla raaka-aineilla mahdollista
 - Esim. risiiniöljystä valmistetaan biopolyamia ja biomassasta saatavista sokerista fermentoimalla lähtöaineita polylaktidin valmistukseen
 - Tutkimusasteella on prosessi, joissa valjastetaan mikro-organismit tuottamaan biopolyesteriä: bakteerien ravintolähteenä käytetään erilaisia jätevirtoja ja bakteerien tuottama PHA-polymeeri kerätään talteen
- (Kamppuri 2020)



Biopohjaiset tekstiilikuidut

- Biopohjaisten polymeerien ympäristöhyödyistä suurin on siirtyminen fossiilisesta raaka-aineesta uusiutuviin raaka-aineisiin
- Useissa tutkimuksissa on osoitettu, että biopolymeereillä pystytään vähentämään kasvihuonekaasujen määrää sekä ehkäisemään fossiilisen raaka-aineen ehtymistä, kun verrataan fossiilisesta raaka-aineesta valmistettuun verrokkiin
- Biopolymeerien raaka-aineen viljelyn ja muuntamisen biopolymeerin raaka-aineeksi ympäristövaikutukset ovat suuremmat kuin fossiilisella verrokillä useissa muita ympäristövaikutuksia arvioivissa luokissa
 - Esim. raaka-aineen viljelyssä käytetyt lannoitteet ja torjunta-aineet nostavat happamoitumisen ja rehevöitymisen negatiivisia ympäristövaikutuksia

(Kamppuri 2020)



Biopohjaiset tekstiilikuidut

- Osa uusiutuvista biopohjaisista raaka-aineista valmistetuista biopolymeereistä on biohajoavia, mutta osa on biohajoamattomia
 - Esim. risiiniöljystä valmistettu biopolyamidi on kemialliselta rakenteeltaan samanlainen kuin fossiilinen polyamidi. Se ei ole biohajoava, mutta se voidaan kierrättää kuten fossiilinen polyamidi
 - Selluloosamuuntokuidut, kuten viskoosi ja lyocell, ovat biohajoavia.
 - Samoin luonnonkuidut, tunnetuimpina puuvilla ja villa, ovat biohajoavia.
 - Luonnonkuiduista uusia vaihtoehtoja: bambukuitu, nokkoskuitu, hämähäkkisilkki tai höyhenkuitu?

(Kamppuri 2020)

Uudet tekstiilikuituinnovaatiot

- Suomessa on kehitetty menestyksekkäästi uusia selluloosamuuntokuituja, joita voidaan valmistaa bio- ja kierrätyspohjaisista raaka-aineista. Näiden kuitujen tuotantoprosessit ovat huomattavasti ympäristöystävällisempiä kuin nykyisin käytössä olevat prosessit
- Tulevaisuudessa näillä uusilla kuiduilla voidaan korvata perinteisten materiaalien, kuten puuvillan, viskoosin tai polyesterin käyttöä
- Kuidunvalmistusprosessit mahdollistavat myös kuitujen kierrättämisen uudelleen samassa prosessissa ilman laadun heikkenemistä

(Suomen Tekstiili ja Muoti ry)



Uudet tekstiilikuituinnovaatiot

- Suomalaisia kuituinnovaatioita ovat:

- Bio2™Textile
- Norratex™
- Biocelsol
- Kuura®
- Ioncell
- Spinnova
- Infinna

(Suomen Tekstiili ja Muoti ry)

- Näillä uusilla tekstiilikuiduilla on paljon yhteistä, mutta ne eroavat tuotantotavoissa
- Uusien kuituinnovaatioiden tavoitteena on kehittää ympäristöystävällisempiä tuotantotapoja käyttäen vastuullisia raaka-aineita
- Kuituinnovaatioista voidaan tehdä materiaalia vaatetukseen, kotitaloustekstiileihin sekä kuitukangasta, komposiittimateriaaleja ja lankoja käsistöihin

(Pylkkänen/STJM 2022)



www.lappia.fi

Bio2™Textile

- Kuidun valmistukseen käytetään viljan tuotannon sivuvirtana olevaa olkea
- Fortumin Bio2™Textile -kuidun raaka-aine on oljesta fraktioitu selluloosa, joka kehrätään tekstiilikuiduksi valittujen kumppanien kuituteknologialla; Fortumin tavoitteena käyttää maatalouden sivutuotetta/ylijäämää korkea-arvoisten tuotteiden, kuten tekstiilikuitujen, kehittämisessä
- Biomassaraaka-aine prosessoidaan Chempolis Ltd:n fraktiointiteknologialla. Teknologia erottaa selluloosan, hemiselluloosan ja ligniinin omiksi jakeikseen jopa 90 prosentin materiaalitehokkuudella. Jakeita voidaan jatkojalostaa eri teknologioilla erilaisiin sovelluksiin. Pisimmällä tuotekehityksessä on oljesta fraktioidun selluloosan jalostaminen tekstiilikuiduksi
(Suomen Tekstiili ja Muoti ry)





Bio2™ Textile

- Tavoitteena on hyödyntää maatalouden sivutuotteita ja korvata fossiilisten ja muiden vastaavien materiaalien käyttöä kehitetyllä materiaalilla
- Kehittyvissä maissa viljatuotannon sivutuotetta olkea yleensä poltetaan, mikä aiheuttaa merkittäviä hiilidioksidipäästöjä – oljen käyttö raaka-aineena minimoi jätettä ja vähentää hiilidioksidipäästöjen vaikutuksia ympäristöön, lisäksi se vähentää veden ja kemikaalien käyttöä sekä vähentää maan pilaantumista ja metsän hävittämistä sekä parantaa alueellista vaurautta ja hyvinvointia
- Fortumilta on tullut yhteistyössä suomalaisen vaatesuunnittelija Rolf Ekroth kanssa vaatekokoelmia, joissa on käytetty Bio2-tekstiilimateriaalia
- Fortum on tehnyt yhteistyötä Spinnovan sekä Infinited Fiber Companyn kanssa tekstiilimateriaalin tuottamisessa

(Suomen Tekstiili ja Muoti ry 2022, Fortum Oyj 2021)



Norratex™

- Norratex™-kuitu on puupohjainen, mutta tuotannossa ei käytetä viskoosiprosessissa tarvittavaa rikkihiiltä eikä muita haitallisia kemikaaleja
- Valmis kuitu on ominaisuuksiltaan viskoosin kaltainen
- Norratex™-kuidun ominaisuudet ovat viskoosin ja puuvillan väliltä oleva tuntu sekä helppo värjäytyvyys





Norratex™ valmistus

- Norratex™-tekstiilikuidun valmistus pohjaa patentoituun Aaltocell™-menetelmään, jossa käytetään ainoastaan vettä ja hyvin mietoja kemikaaleja, jotka saadaan prosessissa talteen ja kierrätettyä
 - Aaltocell-teknologia perustuu happohydrolyysiin
 - Teknologian vahvuuksia ovat sen monipuolisuus, sillä sitä voidaan hyödyntää erilaisten raaka-aineiden prosessoinnissa
- Kuitua voidaan valmistaa sellutehtaiden yhteydessä, sillä sekä sen raaka-aine että kuidunvalmistuksessa käytetyt kemikaalit ovat täysin samat kuin paperiteollisuuden käyttämät
 - Tekstiilituotannon integrointi paperitehtaaseen mahdollistaa raaka-aineiden ja energian optimoidun käytön sekä suljettujen luoppien kiertojärjestelmät kemikaaleille ja vedelle, lisäksi kuljetusetäisyydet pienenevät kun raaka-ainetta saadaan samasta paikasta, missä kuitua tehdään
- Nordic Bioproducts Group (NBG), Aalto yliopisto yritys on kehittänyt metodin uudenlaisten uudelleen käytettävien selluloosakuitujen tuottamiseen (yritys kehittää metodia yhteistyössä maailman kolmanneksi suurimman selluloosan tuottajan, chileläisen CMPC:n kanssa)
 - Puupohjainen Norratex™-kuitu julkaistiin 2022
 - Prosessi ei vaadi viskoosin tuotannosta tuttuja hiilisulfidi- tai muita haitallisia kemikaaleja
 - Norratex-kuidun lisäksi yritys keskittyy maatalouden sivutuotemateriaalien sekä puuvilla-polyesteri – tekstiilijätteen
 - kierrättämiseen ja hyödyntämiseen kehittääkseen uusia tekstiilikuituja ja muita laadukkaita tuotteita

(Suomen Tekstiili ja Muoti ry 2022)



www.lappia.fi

Biocelsol

- Biocelsol-teknologia on Teknologian tutkimuskeskus VTT Oy:n ja Tampereen yliopiston kehittämä
- Biocelsol-kuitua on valmistettu pääasiassa puusta saatavasta liukosellusta, mutta myös paperisellua ja tekstiilijätteestä erotettua selluloosaa on käytetty raaka-aineina
- Biocelsol-teknologialla selluloosaa käsitellään entsyymeillä, liuotetaan kylmäalkalimenetelmällä ja kehrätään kuiduiksi märkäkehruutekniikalla. Kuitujen vaaleus on sama kuin lähtömateriaalin, eikä liukosellua käytettäessä kuituja tarvitse valkaista
- Prosessissa ei käytetä myrkyllisiä kemikaaleja, eikä siitä vapaudu haitallisia päästöjä. Menetelmään voidaan lisätä selluloosan funktionalisointi, jonka ansiosta kuitujen värjäytyvyys tehostuu mahdollistaen käytetyn värimäärän pienentämisen ja värjäyksen jopa ilman suolaa

(Suomen Tekstiili ja Muoti ry 2022)





Kuva: <https://www.stim.fi/en/textile-innovations-design-excellence/new-textile-fibres-from-finland/ecological-textile-fibres/>; DESIGNER: SUSANNA RAISKIO / AALTO UNIVERSITY | PHOTO: MIKKO RASKINEN / AALTO UNIVERSITY.

Biocelsol

- Valmis kuitu on ominaisuuksiltaan viskoosin kaltainen, mutta kuidun kosteudenimukyky on puuvillaan tai viskoosiin verrattuna parempi. Kuidun värjäytyvyys on siksi erittäin hyvä eikä materiaali ole sähköistyvää
- Biocelsol-kuidusta valmistettu materiaali on laskeutuvaa ja lämmittävää sekä pehmeämpää kuin puuvilla

(Suomen Tekstiili ja Muoti ry 2022)



Kuura®

- Kuura®-tekstiilikuidun raaka-aineena hyödynnetään kuivaamatonta, suomalaisesta havupuusta valmistettua paperisellua (Metsä Fibreltä)
- Kuidun valmistusmenetelmä perustuu suoraliuotukseen, jossa sellu liukenee sellaisenaan uudenlaiseen ioniseen yhdisteeseen
- Erikoista on se, että lähtömateriaali on **kuivaamaton paperisellu** eikä liukosellu, josta valmistetaan muun muassa viskoosia tai lyocellia
- Käyttämällä paperisellua saadaan puusta suurempi hyöty kuin valmistamalla kuitua liukosellusta
- Metsä Group:n innovaatioyrityksen Metsä Spring:n kehittämä Kuura®-tekstiilikuitu on ominaisuuksiltaan lyocellin kaltaista, sellaisenaan biohajoavaa ja prosessissa uudestaan kierrätettävää tekstiilikuitua

(Suomen Tekstiili ja Muoti ry 2022)





Kuva: <https://www.stim.fi/en/textile-innovations-design-excellence/new-textile-fibres-from-finland/ecological-textile-fibres/>

Kuura®

- Huhtikuussa 2024 Metsä Group tiedotti käynnistävänsä esiselvityksen ensimmäisestä Kuura-tekstiilikuitua tuottavasta kaupallisesta tehtaasta
 - Tekstiilikuitua on tutkittu ja kehitetty muun muassa Äänekosken koetehtaalla. Nyt alkava esiselvityshanke on mahdollisen kaupallisen tehdasprojektin ensimmäinen suunnitteluvaihe
 - Esiselvityshankkeessa määritellään muun muassa tehtaan investointisumma ja sen myötä myös koko liiketoimintaidean kannattavuus. Esiselvityksen on määrä kestää noin vuoden, minkä jälkeen hanke voi edetä tarkempaan esisuunnitteluvaiheeseen
 - Mahdollinen ensimmäinen Kuura-tehdas rakentuisi Metsä Groupin modernin biotuotetehtaan viereen Äänekoskelle tai Kemiin
 - Kaikki raaka-aine on peräisin sertifioiduista suomalaisista metsistä noin sadan kilometrin säteeltä tuotantopaikasta
 - Käyvä tehdas työllistäisi noin 250 henkeä, ja tuotanto olisi toteutuessaan noin 100 tuhatta tonnia vuodessa, mutta tarkkaa kokoa ei ole vielä määritetty
 - Metsä Groupin yhteistyökumppani, japanilainen tekstiiliyhtiö Itochu, on testannut kansainvälisten markkinoiden kiinnostusta Kuura-tekstiilikuitua kohtaan. Itochu on mm. tuonut materiaalista valmistettuja vaatemallistoja markkinoille ja valmistanut mallikappaleen Metsä Groupin työtakista yhteistyössä Lindström Oy:n kanssa

(Kuura, tiedote 10.4.2024)



loncell

- Aalto-yliopiston ja Helsingin yliopiston kehittämällä loncell-menetelmällä voidaan valmistaa laadukasta tekstiilikuitua selluloosapitoisista jäte- ja sivuvirroista, kuten esimerkiksi puusta, kierrätyspaperista ja -pahvista sekä tekstiilijätteestä; lisäksi hamppuneuloksen kierrättämistä uusiksi loncell®-kuiduiksi on tutkittu
- loncell®-valmistusprosessissa käytetään ionista nestettä selluloosan liuottamiseen, minkä jälkeen kuidut valmistetaan hyödyntämällä ilmarakokehruumenetelmää. Ainoat käytetyt kemikaalit ovat myrkytön ioninen neste sekä vesi, jotka voidaan kierrättää prosessissa
- loncell®-kuidulla on luonnonkuidun pehmeä tuntu, silkkimäinen hohde ja se on erittäin vahvaa jopa märkänä
- Kuidusta valmistettu kangas on hyvin värjäytyvää ja sitä on helppo työstää
- loncell®-kuitu on sellaisenaan biohajoavaa
- Kun hamppuneuloksen kierrättämistä loncell®-kuiduiksi tutkittiin, kuitujen ominaisuudet vain paranivat kierrätysprosessissa; loncell®-neulos oli paitsi vahvempaa, myös kiiltävämpää ja pehmeämpää verrattuna alkuperäiseen hamppuneulokseen
- loncell®-kuiduista voidaan valmistaa vaatetus- ja sisustustekstiilejä. Kuidut soveltuvat hyvin myös teknisiin tarkoituksiin

(Suomen Tekstiili ja Muoti ry)





loncell-kuidun tuotanto

- Valmistusmenetelmän suurimmat ympäristöhyödyt liittyvät raaka-aineiden kierron ylläpitoon
- Menetelmä on merkittävästi ympäristöystävällisempi kuin puuvillan tai viskoosin tuotanto
- Ainoat käytetyt kemikaalit ovat myrkytön ioninen neste sekä vesi, jotka voidaan kierrättää prosessissa
- loncell®-kuidusta valmistetut tuotteet voidaan myös käytön jälkeen kierrättää uudelleen samassa prosessissa ilman kuidun laadun heikkenemistä
- Vuonna 2022 perustettu loncell Ltd on Aalto yliopiston yritys, jonka tavoitteena on kaupallistaa loncell®-teknologia tulevina vuosina. loncell-teknologiaa on kehitetty pilottitehtaassa Espoossa
- loncell-kuitua on testattu erilaisiin tarkoituksiin monien yritysten kanssa; demokankaat on tehty 100% loncell-kuiduista tai sekoitteena muiden kuitujen kanssa

(Suomen Tekstiili ja Muoti ry)



Ioncell

- Jenni Haukio pukeutui itsenäisyyspäivän juhlavastaanotolla Aalto-yliopistossa tehtyyn ekologiseen Ioncell-pukuun

(Aalto yliopisto 2018)

<https://youtu.be/ewE-eXKD66s>



Kuva: Ioncell: <https://ioncell.fi/main-v3/itsen%E2%80%B0isyysp%E2%80%B0iv%E2%80%B0n-vastaanotto-2018-independence-day-reception-helsinki-finland/>



www.lappia.fi

Spinnova

- Spinnova käyttää kuidun raaka-aineena tällä hetkellä FSC-sertifioitua puusellua, mutta raaka-aineeksi soveltuvat esimerkiksi myös selluloosaa sisältävä tekstiilijäte tai maatalouden sivuvirrat, kuten vehnän tai ohran olki. Menetelmällä voidaan valmistaa kuitua myös nahkajätteestä
- Spinnova®-kuitujen raaka-aine käsitellään mekaanisesti ilman kemiallista liuotusta. Mekaanisesti käsitelty selluloosa prosessoidaan mikrofibrilloiduksi selluloosaksi, joka puristetaan paineella suulakkeiden läpi. Suulakekehrätyt kuidut kuivataan ja kehrätään langaksi
- Spinnova®-kuidut voidaan värjätä ennen langaksi kehräämistä, jolloin säästytään perinteisten värjäysmenetelmien veden kulutukselta ja kemikaalien käytöltä
- Spinnova®-kuidun tuntu on lähimpänä puuvillaa tai pellavaa. Kuitu on lujaa sekä hyvin värjäytyvää ja sen lämmöneristävyys on villan kaltainen
- Spinnova®-kuiduista voidaan valmistaa muun muassa vaatetus- ja sisustustekstiilejä, jalkineita, asusteita ja kuitukankaita

(Suomen Tekstiili ja Muoti ry)





Kuva: Spinnova, <https://www.stim.fi/en/textile-innovations-design-excellence/new-textile-fibres-from-finland/ecological-textile-fibres/>

Spinnovan tuotanto

- Spinnova®-kuidun tuotannossa käytetään tällä hetkellä FSC- ja PEFC-sertifioitua puusellua
 - Sertifiointit takaavat, että kuidun raaka-aineena käytettyä metsää hoidetaan kestäväällä tavalla niin ympäristön kuin ihmisten näkökulmasta
- Kuidun valmistusmenetelmä on merkittävästi ympäristöystävällisempi kuin puuvillan tai viskoosin tuotanto
 - Suljetun kierron prosessissa ei tarvita lainkaan haitallisia kemikaaleja tai liuottimia, eikä siinä muodostu jätevirtoja
 - Lisäksi vedenkulutus on Spinnovan mukaan puuvillaan verrattuna 99 prosenttia alhaisempaa.
 - Spinnova®-kuidusta valmistetut tuotteet voidaan myös käytön jälkeen kierrättää uudelleen samassa prosessissa ilman kuidun laadun heikkenemistä
 - Spinnovan teknologialla valmistettu kuitu on sellaisenaan biohajoavaa

(Suomen Tekstiili ja Muoti ry)



Spinnovan tuotanto

- Spinnova-kuidun tuotanto on merkittävästi ympäristöystävällisempää verrattuna perinteisiin puuvillan tai viskoosin tuotantoon:
 - Prosessi käyttää 99,5% vähemmän vettä kuin perinteinen puuvillan tuotantoprosessi
 - Hiilidioksidipäästöt ovat 74% alemmat kuin globaalien keskiverron perinteisen puuvillan tuotannossa
 - Woodspin, Spinnovan ja Suzanon yhteisprojekti, kerää tuotannossa syntyvän lämmön paikalliseen kaukolämpöverkkoon, arvioiden mukaan lämmön talteenotto säästää 2,4kg hiilidioksidipäästöjä per yhtä tuotettua kuitukiloa kohden
 - Spinnova ja kumppaniyrittäjä Suzano ovat sijoittaneet 22 milj. Euroa ensimmäisen kaupallisen Spinnova-kuitutehtaaseen. Tuotanto alkoi toukokuussa 2023. Woodspin-tehdas sijaitsee Jyväskylässä. Tehtaan kapasiteetti 1000 tonnia tekstiilikuitua/vuosi
 - Yritys on ilmoittanut suunnittelevansa toista tehdasta ja tavoittelevansa yhden miljoonan tonnin tuotantovolyymia vuoteen 2033 mennessä
 - Suzano on maailman johtavia eakalyptyssellun tuottajia ja Spinnovan osaomistaja. Spinnova tuottaa teknologian yhteishankkeeseen ja Suzano on vastuussa mikrofibrilloidun selluloosan saatavuudesta
 - Tehtaassa tuotetut kuidit myydään SPINNOVA® -tuotemerkin alla ja materiaali on saatavilla globaaleille tekstiilibrändeille vuodesta 2023
 - Globaali kiinnostus Spinnova-teknologiaa kohtaan on ollut suurta ja Spinnova on tehnyt yhteistyötä globaalien vaatemerkkien, kuten H&M, Bestseller, Adidas ja Marimekko, kanssa
- (Suomen Tekstiili ja Muoti ry)



Infinna

- Infinited Fiberin kehittämällä selluloosakarbamaattimenetelmällä voidaan valmistaa tekstiilijätteestä täysin uutta tekstiilikuitua. Infinna™-kuidun raaka-aineena voidaan käyttää myös muita selluloosapitoisia jäte- ja sivuvirtoja, kuten kierrätyskartonkia ja -paperia sekä vehnäoljen kaltaisia maatalouden sivuvirtoja
- Infinna™-kuidulla on luonnollinen, puuvillan kaltainen tuntu ja sen värjäytyvyys on erinomainen. Kuidut ovat vahvoja, pehmeitä ja kestäviä, ja niillä on luonnolliset antimikrobiset ominaisuudet
- Infinna™-kuitua voi käyttää kuten mitä tahansa tekstiilikuitua langan sekä kankaiden ja neulosten valmistuksessa
 - Kuidun ominaisuudet muistuttavat puuvillaa, joten se soveltuu vastaavanlaisiin käyttötarkoituksiin kuin puuvilla
 - Infinna™-kuiduista voidaan valmistaa vaate- ja tekstiilitekstiilejä, kuten t-paitoja, puseroita, farkkuja ja housuja
 - Kuiduista voidaan valmistaa myös sisustustekstiilejä, kuten lakanoita. Infinna™-kuitu soveltuu erinomaisesti myös kuitukankaiden valmistukseen

(Suomen Tekstiili ja Muoti ry)





Kuva: <https://www.stim.fi/en/textile-innovations-design-excellence/new-textile-fibres-from-finland/ecological-textile-fibres/>

Infinna

- Kuidun valmistus alkaa raaka-aineen alkukäsittelystä, joka räätälöidään käytettävän raaka-aineen mukaisesti. Tekstiilijätteen osalta prosessi alkaa lajittelusta ja mekaanisesta repimisestä, jonka jälkeen selluloosakuitu erotellaan liuottamalla muista kuiduista, kuten polyesterista. KARBAMointivaihe, jossa selluloosa reagoi urean kanssa, on menetelmän ydin, ja tästä vaiheesta alkaen menetelmä on sama raaka-aineesta riippumatta. Prosessista syntyvä selluloosakarbamaattipulveri liuotetaan nesteeksi, ja neste kehrätään selluloosakarbamaattikuiduksi
- Käytön jälkeen kuidusta valmistetut tekstiilit voidaan kierrättää uudelleen samassa prosessissa yhdessä muun tekstiilijätteen kanssa. Kuitu on sellaisenaan biohajoavaa

(Suomen Tekstiili ja Muoti ry)



Infinna

- Valmistusmenetelmän suurimmat ympäristöhyödyt liittyvät raaka-aineiden kierron ylläpitoon sekä maailmanlaajuisen tekstiilijäteongelman vähentämiseen
- Puuvillaan, viskoosiin ja polyesteriin verrattuna Infinnan™ valmistus on varsin ympäristöystävällistä
 - Valmistusprosessissa käytetyt kemikaalit eivät ole yhtä haitallisia kuin esimerkiksi viskoosin valmistuksessa
 - prosessiin tarvittava vesi voidaan kierrättää ja käyttää prosessissa uudelleen
- Infinna™-kuidusta valmistetut tuotteet voidaan käytön jälkeen kierrättää uudelleen samassa prosessissa yhdessä muun tekstiilijätteen kanssa.

(Suomen Tekstiili ja Muoti ry)



Infinna

- Infinited Fiber Companyn tehdas Kemiin – ympäristölupaprosessi etenee
- Tehtaan vuosittainen kapasiteetti tulee olemaan 30 000 tonnia, mikä riittäisi 100 miljoonan t-paidan tuotantoon; tuotanto tarkoitettu pääasiassa vientiin
- Vaikka teknologia on kehitetty Suomessa, markkinat ovat globaalit. Tuotantometodia voidaan käyttää olemassa olevissa selluloosa- ja viskoosikuitutehtaissa. Yrityksen tavoitteena on lisensoida teknologia
- Infinited Fiber Company on saanut suuria yhteistyökumppaneita ympäri maailmaa: esim. Inditex, PVH, H&M Group, BESTSELLER, Wrangler, Patagonia ja suomalainen kuitukankaiden tuottaja Suominen, ovat yhtiön asiakkaita
- Kolmannes raaka-aineesta – puuvillarikas tekstiilijäte – tulee Suomesta. Lisäksi SOEX, johtava saksalainen tekstiililajittelu- ja kierrätysyhtiö, toimittaa raaka-ainetta Infinnan tuottamiseen

(Suomen Tekstiili ja Muoti ry sekä Infinited Fiber 2024)







Tulevaisuuden näkymiä

Kuva: Infinited Fiber: <https://infinitedfiber.com/about-infinna/fashion/>

Tekstiilikierrossa tarvittavaa tulevaisuuden osaamista

- Vaatteiden ja tekstiilien huoltaminen (uudelleenkäyttö)
- Kestävän tekstiili- ja muotituotteen suunnittelu ja valmistaminen
- Kestävän muodin myyntitehtävissä ja yrityksissä toimiminen
- Vaatteiden ja tekstiilien huoltaminen (kuluttajat)
- Kiertotalousohjaaminen
- Tekstiililajittelussa toimiminen

(Parkko 2024)



Tekstiilikierrossa tarvittavaa tulevaisuuden osaamista

- Tekstiili kierron perusosaaminen mm.

Kestävä kehitys tekstiilikierrossa Tekstiili- ja muotialan vihreä siirtymä (UUSI) EU:n tekstiilejä koskeva strategia

- tuottajavastuu
- jätelain perusteet
- resurssit: luonnon pääoma ja ympäristövaikutukset
- lineaarinen- ja kiertotalousmalli
- alan rakennemuutos, uusia liiketoimintamalleja

Tekstiilimateriaalien tuntemus

- Tekstiilimateriaalit ja tasorakenteet
- Yleisimmät tekstiilejä tuhoavat tekijät
- Arvotekstiilit ja brändit

(Parkko 2024)



Tekstiilikierron työtehtäviä

Ennen kuin tekstiili päätyy tehtaaseen kierrätettäväksi, uudelleen käyttöön/myyntiin/muokattavaksi jne.

- Kiertotekstiilin kuljettaja, kerääjä
- Tekstiililajittelija, esilajittelija, materiaalilajittelija
- Hyötyerottelija
- Tekstiilikierron ohjaaja/työvalmentaja
- Tuoteryhmälajittelija
- Hinnoittelija/laputtaja
- Esillelaittaja
- Myymäläjärjestelijä
- Myyjä
- Visuaalinen esillelaittaja
- Valokuvaaja/somettaja

(Parkko 2024)



www.lappia.fi

Muuta aiheen ympäriltä

- Ranskassa suunnitteilla laki, joka rajoittaisi ultrapikamuodin myyntiä ja markkinointia – taustalla kiinalaisen ultrapikamuodin suosio ja sen vaikutukset perinteisiin ranskalaisiin muotimerkkeihin → tavoitteena on edistää vastuullisia kulutusvalintoja sekä suojella Ranskan vaateteollisuutta ultrapikamuodin kielteisiltä vaikutuksilta (Yle/Heikkilä 2024)
- ”Tekstiililajittelun osaaminen kotitalouksissa on tulevaisuuden kansalaistaito, joka jokaisen tulisi osata.” (TYYKI-hanke 2024)
 - Entä millaista liiketoimintaa tekstiilikierto tulee jatkossa olemaan? Tällä hetkellä järjestöjen yms. toimintaa
 - Millaisia uusia työpaikkoja tekstiilikierrossa syntyy?

Lähteet:

- Annis, P. A. (Ed.). (2012). Understanding and improving the durability of textiles. Woodhead Publishing Series in Textiles: Number 132. Woodhead Publishing.
- Mather, R. R., & Wardman, R. H. (2015). The chemistry of textile fibres. 2nd ed. Royal Society of Chemistry.
- Räisänen, R., Rissanen, M., Parviainen, E., & Suonsilta, H. (2017). Tekstiilien materiaalit. Helsinki: Finn Lectura.
- Räisänen, Riikka et al. Tekstiilien materiaalit. 1. painos. Helsinki: Finn Lectura, 2017. Print.
- Euroopan Komissio. EU:n strategia tekstiilien kestävyttä ja kiertotaloudellisuutta varten. Saatavilla: ec.europa.eu/environment/strategy/textiles-strategy_fi
- Suomen YK-liitto. Kestävän kehityksen tavoitteet. Saatavilla: www.ykliitto.fi/yk-teemat/kestavan-kehityksen-tavoitteet
- Räisänen, Riikka et al. Tekstiilien materiaalit. 1. painos. Helsinki: Finn Lectura, 2017. Print.
- Salolainen, Maarit. Interwoven: Exploring Materials and Structures. Espoo: Aalto Arts Books, 2022. Print.
- Suomen Tekstiili ja Muoti ry. 2022. Kaikki kuidut. Luettavissa: <https://www.stjm.fi/palvelut-ja-tietoa-yrityksille/tekstiilikuituopas/>
- Niinimäki, Kirsi. Environmental Impact of Fibres. in Salolainen, Maarit ed. Interwoven: Exploring Materials and Structures. Espoo: Aalto Arts Books, 2022. Print.
- Parkko, M. 2024. TEKSTIILIKIERRON TYÖTEHTÄVÄT JA OSAAMINEN. Luettavissa: <https://www.eduko.fi/wp-content/uploads/2024/02/Tyotehtavat-ja-osaaminen.pdf>
- Latikka-Tennilä, T. & Lehtonen, R. 2016. Tekstiilikuidut: Luonnonkuidut. Luettavissa: <https://punomo.fi/tekstiilikuidut-luonnonkuidut/>
- FORTUM OYJ. 24.6.2021. A new collection using Bio2™ Textile fibre showcases more sustainable textile dyeing. Luettavissa: <https://www.fortum.com/media/2021/06/new-collection-using-bio2textile-fibre-showcases-more-sustainable-textile-dyeing>
- Kuura. 10.4.2024. Metsä Group aloittaa esiselvityksen Kuura-tekstiilikuitutehtaasta – uusi tehdas moninkertaistaisi sellun jalostusasteen Suomessa. Luettavissa: <https://www.kuura.io/fi/metsa-group-aloittaa-esiselvityksen-kuura-tekstiilikuitutehtaasta-uusi-tehdas-moninkertaistaisi-sellun-jalostusasteen-suomessa/>
- Aalto yliopisto. 6.11.2018. Jenni Haukio pukeutuu itsenäisyyspäivän juhlavastaanotolla Aalto-yliopistossa tehtyyn ekologiseen loncell-pukuun. Luettavissa: <https://www.aalto.fi/fi/uutiset/jenni-haukio-pukeutuu-itsenaisyyspaivan-juhlavastaanotolla-aalto-yliopistossa-tehtyyn-ekologiseen>

Lähteet:

- Suomen Tekstiili ja Muoti ry. 2022. Tekstiilikuituopas. Luettavissa: <https://www.stjm.fi/palvelut-ja-tietoa-yrityksille/tekstiilikuituopas/>
- Pykkänen, K. 2022. Ecological Textile Fibres from Finland – Where Are We Now? Suomen Tekstiili ja Muoti ry. 2022. Luettavissa: <https://www.stjm.fi/en/textile-innovations-design-excellence/new-textile-fibres-from-finland/ecological-textile-fibres/>
- Infinited Fiber. 22.10.2024. Infinited Fiber project update: supply chain readiness and environmental permit process in focus. Luettavissa: <https://infinitefiber.com/blog/2024/10/22/infinite-fiber-project-update-supply-chain-readiness-and-environmental-permit-process-in-focus/>
- Kamppuri, T. 17.12.2020. Uusiutuvista materiaaleista tekstiilikuituja. Telaketju. Turun AMK. 2020. Luettavissa: <https://telaketju.turkuamk.fi/blogi/uusiutuvista-materiaaleista-tekstiilikuituja/>
- Sinijärvi, T., Peltoniemi, S., Jyrälä, M., Sahimaa, O., Pykkänen, K. & Tchitcherin, M. 2024. Suomen Tekstiili ja Muoti. Kierrätystekstiilikuituselvytys. Suomen Tekstiili ja Muoti ry. Luettavissa: https://www.stjm.fi/wp-content/uploads/2024/03/STJM_Kierratyskuituselvytys_2024-03-26_WEB.pdf
- Perämeren Jätehuolto Oy. 2023. Kodin lajitteluohjeet. Luettavissa: <https://jakala.fi/jateneuvonta/kodin-lajitteluohjeet/>
- Euroopan Komissio 2022. Luettavissa: [Textiles strategy - Euroopan komissio \(europa.eu\)](https://ec.europa.eu/textiles-strategy/)
- Euroopan Parlamentti. 2024. Tekstiilituotannon ja -jätteen vaikutus ympäristöön. Luettavissa: <https://www.europarl.europa.eu/topics/fi/article/20201208STO93327/tekstiilituotannon-ja-jatteen-vaikutus-ymparistoon>
- Suomen Tekstiili ja Muoti ry. 22.11.2021. Tekstiilijätteen erilliskeräys alkaa Suomessa 1.1.2023 – velvollisuudet koskevat myös yrityksiä. Luettavissa: <https://www.stjm.fi/uutiset/tekstiilijatteen-erilliskerays-alkaa-suomessa-1-1-2023-velvollisuudet-koskevat-myos-yrityksia/>
- Heikkilä, A. 22.4.2024. Ranska suitsii pikamuotia ensimmäisenä maana maailmassa – Sheinin ja Temun mainonta aiotaan kieltää. Yle uutiset 2024. Luettavissa: <https://yle.fi/a/74-20084593>

Rajatonta osaamista pohjoisesta!

26.2.2025