



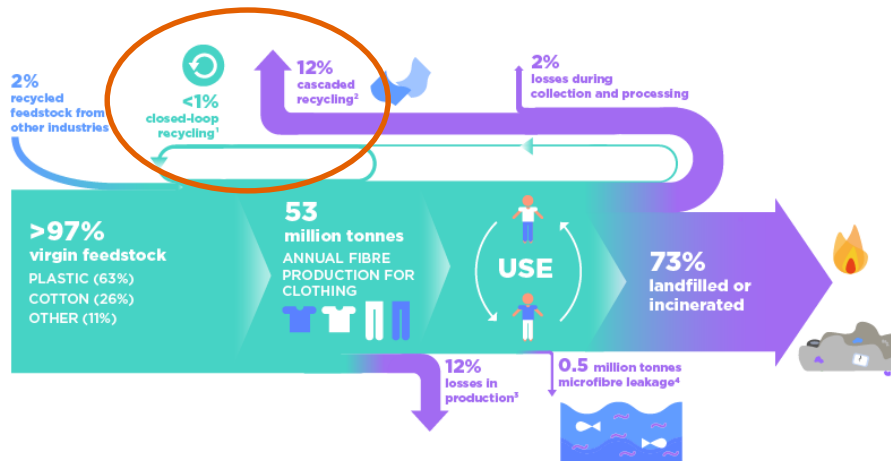
Materiaalivirrat, volyymit, laadut sekä nykyaikaiset kierrätysratkaisut

VTT Pirjo Heikkilä

Yritysten poistotekstiilitreffit 12.3.20
LSJH poistotekstiilihalli, Turku

Materiaalivirrat ja volyymit

Global material flows for clothing in 2015

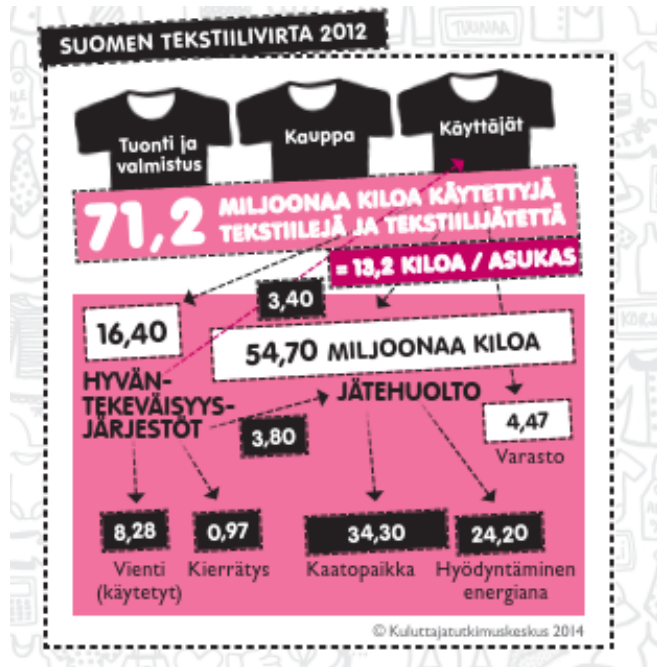


- 1 Recycling of clothing into the same or similar quality applications
 - 2 Recycling of clothing into other, lower-value applications such as insulation material, wiping cloths, or mattress stuffing
 - 3 Includes factory offcuts and overstock liquidation
 - 4 Plastic microfibres shed through the washing of all textiles released into the ocean
- Source: Circular Fibres Initiative analysis - for details see Appendix B of the full report

[tiny.cc/fibres](https://www.ellenmacarthurfoundation.org/assets/downloads/Figure-3.-Global-material-flows-for-clothing-in-2015.png)

<https://www.ellenmacarthurfoundation.org/assets/downloads/Figure-3.-Global-material-flows-for-clothing-in-2015.png>

Materiaalivirrat ja volyymit



Nykytilanne:

- Kaatopaikalle menevä osuus siirtynyt energiahyödyntämiseen
- Määrä kasvanut

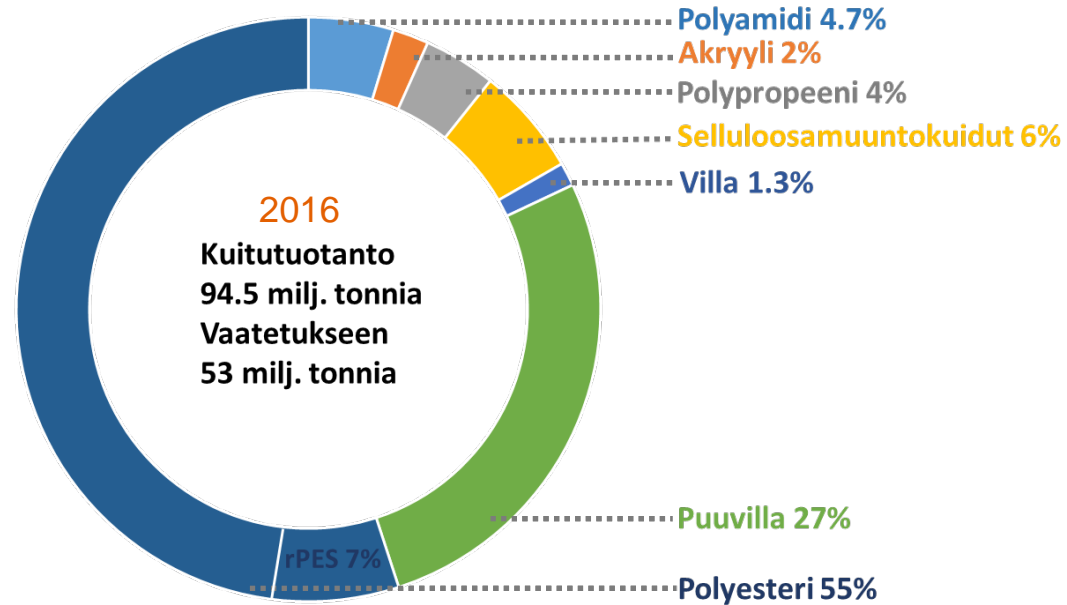
Tulevaisuus:

- Erilliskeräys tekstiilijätteelle alkaa EU alueella 2025 mennessä, Suomessa oletettavasti 2023*

Kuva <https://www.syke.fi/download/noname/%7B95FE47DA-720C-459E-BD73-2EB54B430E92%7D/110414>

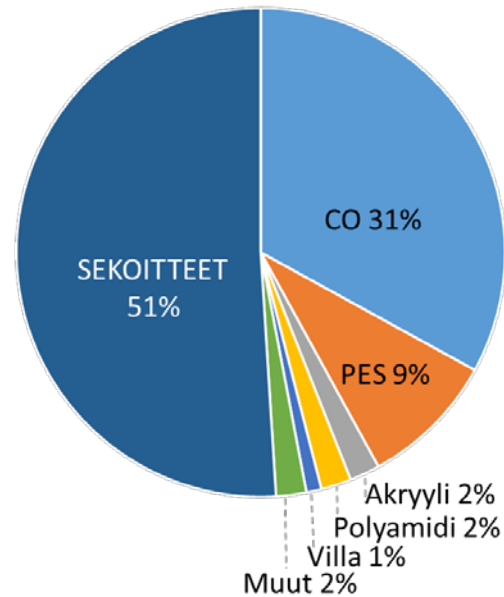
* https://storage.googleapis.com/turku-amk/2019/11/tikkanen_textiles_circular-economy_20112019_final.pdf

Materiaalivirrat ja volyymit



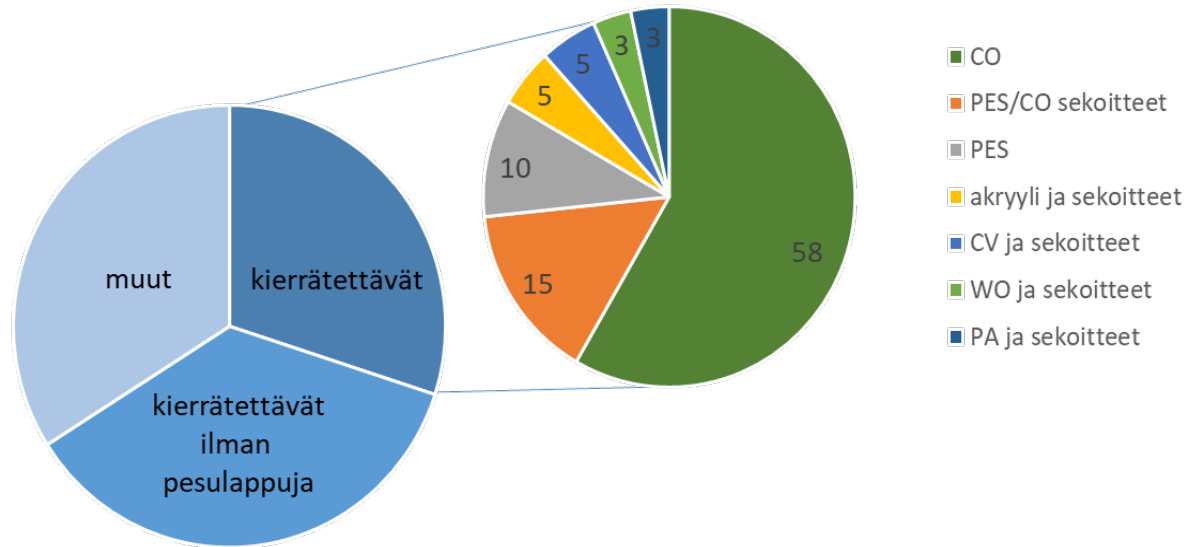
Tekstiilimateriaalien soveltuvuus kierrätykseen, VTT-R-00091-19 <https://cris.vtt.fi/en/publications/tekstiilimateriaalien-soveltuvuus-kierrätykseen>

Materiaalivirrat ja volyymit



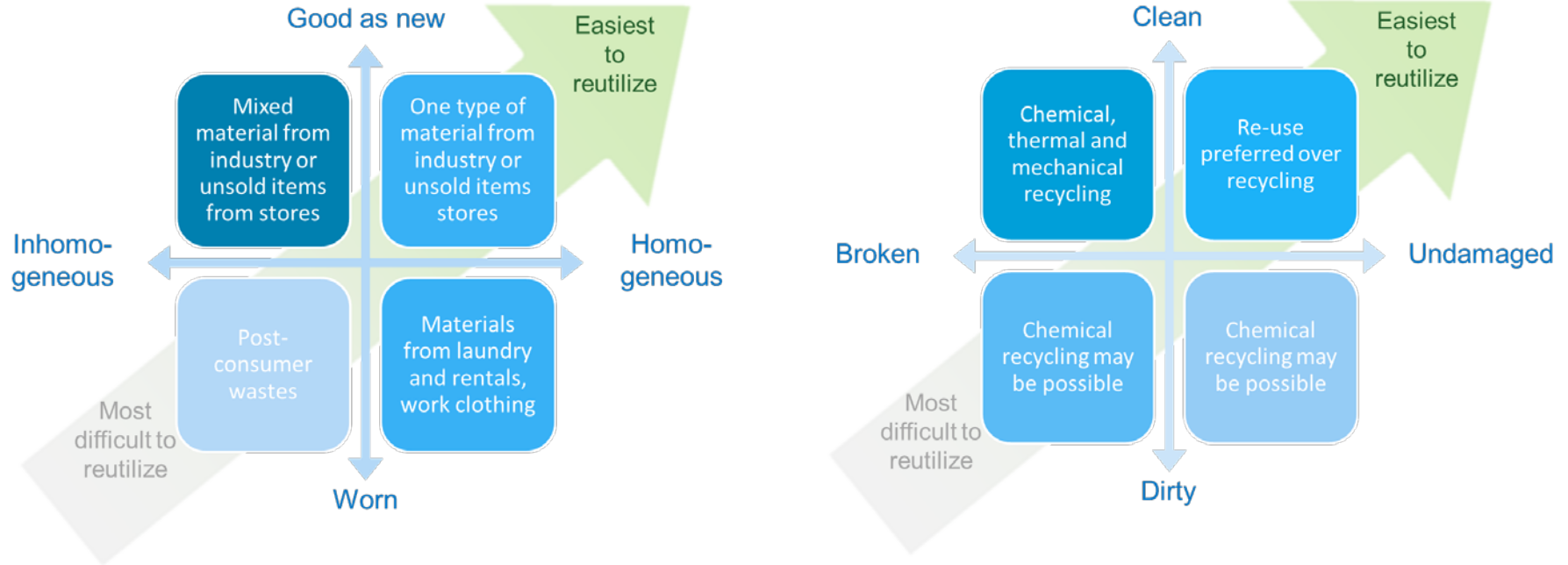
Tekstiilimateriaalien soveltuvuus kierrätykseen, VTT-R-00091-19 <https://cris.vtt.fi/en/publications/tekstiilimateriaalien-soveltuvuus-kierrätykseen>
Alkuperäinen lähde Lahden ammattikorkeakoulussa 2016 tehty lajittelututkimuksen (Cura & Heikinheimo, 2016)

Materiaalivirrat ja volyymit



Tekstiilimateriaalien soveltuvuus kierrätykseen, VTT-R-00091-19 <https://cris.vtt.fi/en/publications/tekstiilimateriaalien-soveltuvuus-kierrätykseen>
 Alkuperäinen lähde <https://telaketju.turkuamk.fi/uutiset/composition-of-end-of-life-textile-in-southwest-finland/>

Tekstiilijätelaadut



Fontell & Heikkilä (2017) Model of circular ecosystem for textiles <https://www.vtt.fi/inf/pdf/technology/2017/T313.pdf>

Tekstiilijätelaadut

Tyyppi	Pre-consumer	Post-consumer
Alkuperä	Tekstiiliteollisuus	Käyttäjät
Koostumus	Tunnettu	Tuntematon
Puhtas	Tunnettu	Tuntematon
Laatu	Hyvä	Heikentynyt

Heikkilä *et al.* Recycled Cotton Fibres in Technical and Clothing Applications, ICNF Porto, 1.-3.3.2019
<https://cris.vtt.fi/en/activities/recycled-cotton-fibres-in-technical-and-clothing-applications>

Tekstiilijätelaadut

Tyyppi	Pre-consumer	Post-consumer	
Alkuperä	Teollisuus	Organisaatiot	Kuluttajat
Koostumus	Tunnettu	Tunnettu	Tuntematon
Puhtas	Tunnettu	Tunnettu	Tuntematon
Laatu	Hyvä	Heikentynyt	Heikentynyt

Heikkilä *et al.* Recycled Cotton Fibres in Technical and Clothing Applications, ICNF Porto, 1.-3.3.2019
<https://cris.vtt.fi/en/activities/recycled-cotton-fibres-in-technical-and-clothing-applications>

Kierrätyskuidun laatu

- Vaikuttavia tekijöitä mm.
 - Prosessointi
 - Muut kuin tekstiiliset osat ja niiden poisto
 - Avausprosessi kuitupituuden ja avaustasaisuuden kompromissi: tehokas avaus lyhentää kuitupituutta, mutta epätehokas jättää avautumattomia rakenneosia
 - Avataanko kuiduiksi vai rouhitaanko: eli meneekö tekstiiliksi suoraan, kuidun valmistuksen kautta vai muihin käyttökohteisiin
 - Materiaalin tasalaatuisuus ja lajittelun laatu - kuitukoostumus, kuitupituus, kuitulujuus, polymeerin laatu ja kontaminaatiot jne...

Kierrätyskuidun laatu

Kuitu-koostumus

- 100%
- Seos – millä suhteella, miten seostettu
- Elastaani-pitoisuus

Kuitu-pituus & jakauma

- Riippuu kuluneisuudesta
- Riippuu onko 100 % joku vai seos
- Riippuu onko kangas vai neulos
- Vaikuttaa soveltuvuuteen eri prosesseihin mekaanisessa kierrätyksessä

Kuitulujuus

- Riippuu kuluneisuudesta
- Vaikuttaa soveltuvuuteen ero prosesseihin mekaanisessa

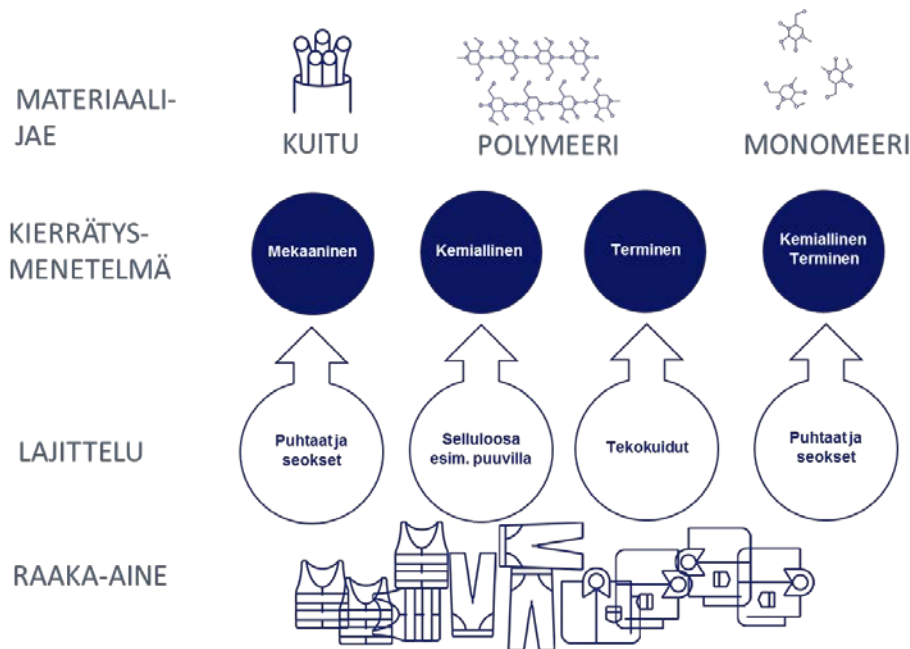
Polymeerin laatu

- Riippuu kuluneisuudesta ja käyttöolosuhteista
- Vaikuttaa soveltuvuuteen kemialliseen kierrätykseen liottamalla puuvillalla
- Vaikuttaa soveltuvuuteen termiseen kierrätykseen sulattamalla polymeereillä

Kontaminaatiot

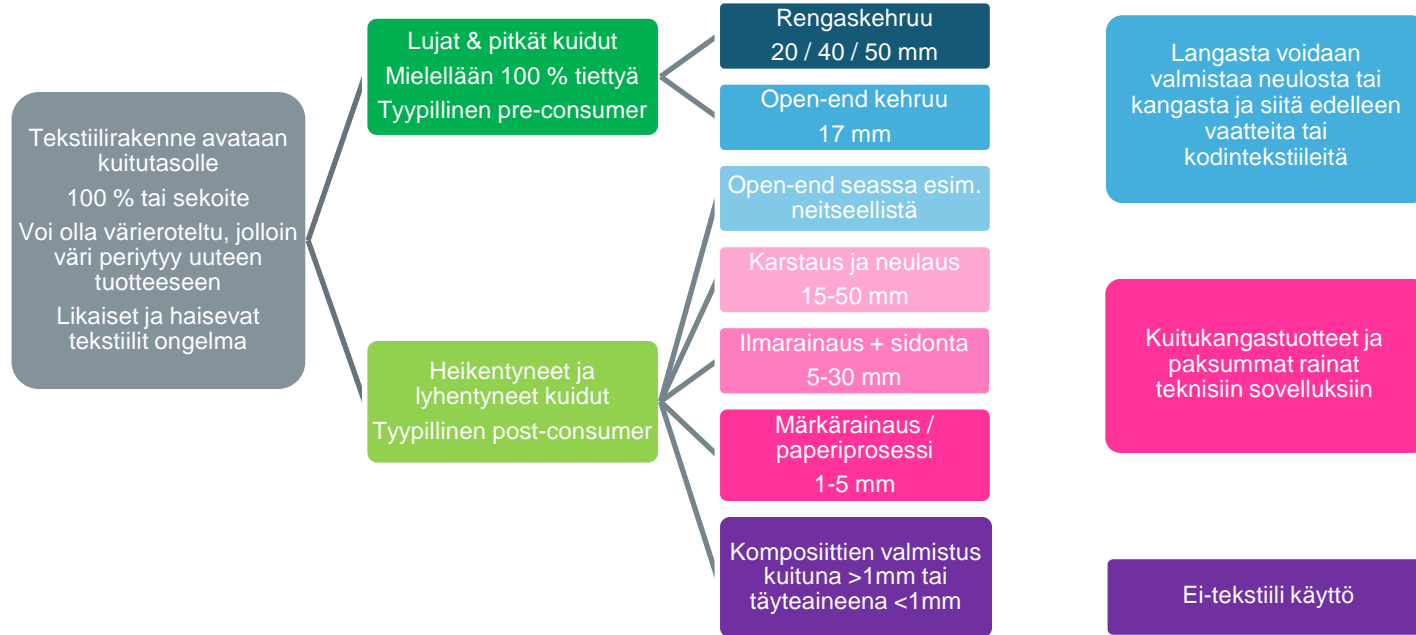
- Lika, erityisesti biologinen kontaminaatio sekä viimesistyskemikaalit vaikuttavat soveltuvuuteen mekaaniseen kierrätykseen
- Tietyt kemialliset aineet voivat vaikuttaa kemialliseen prosessointiin

Kierrätysratkaisut



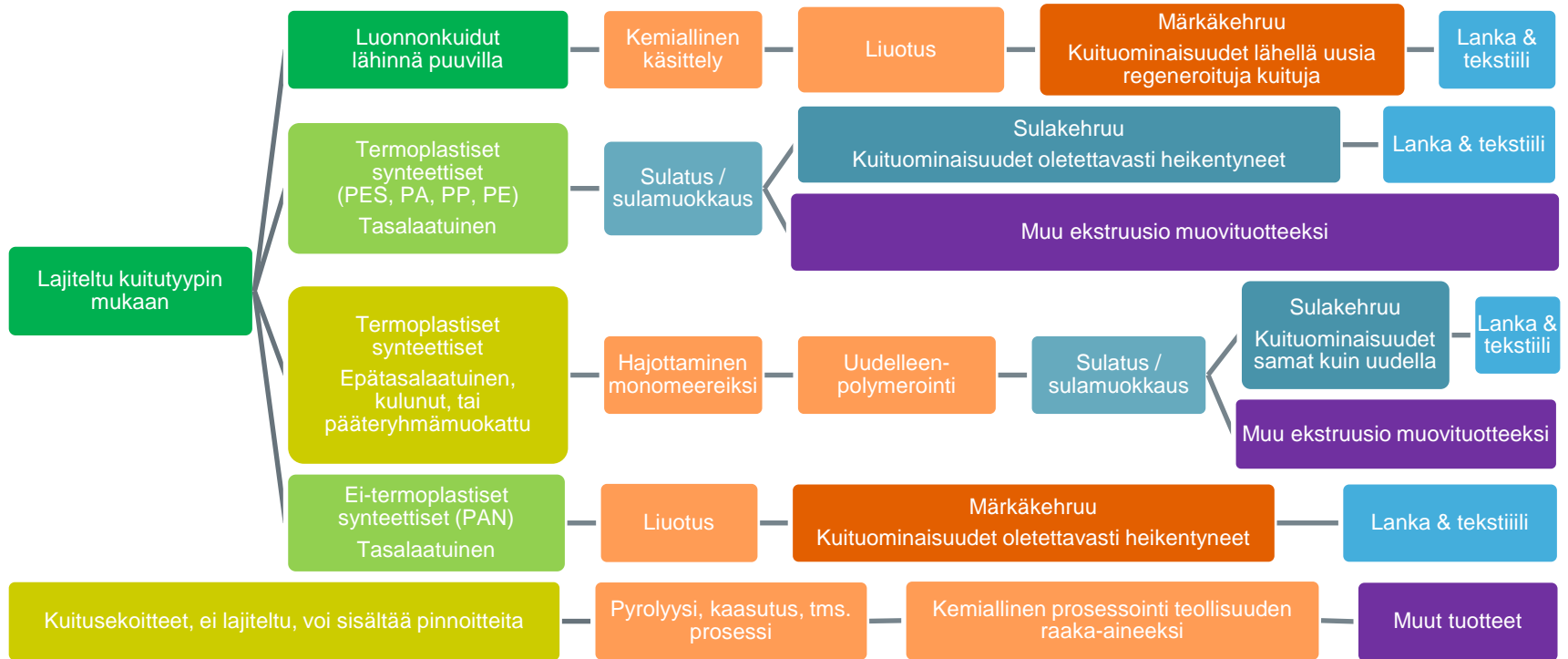
Tekstiilimateriaalien soveltuvuus kierrätykseen, VTT-R-00091-19 <https://cris.vtt.fi/en/publications/tekstiilimateriaalien-soveltuvuus-kierrätykseen>

Mekaaninen eli kuitujen kierrätys



Lisätietoa esitetyistä kuitupituuksista: [Tekstiilimateriaalien soveltuvuus kierrätykseen, VTT-R-00091-19](https://cris.vtt.fi/en/publications/tekstiilimateriaalien-soveltuvuus-kierrätykseen)
<https://cris.vtt.fi/en/publications/tekstiilimateriaalien-soveltuvuus-kierrätykseen>

Kuitujen raaka-aineiden kierrätys



Kierrätysratkaisut (tekstiili-tekstiili)

Kuitu	Kierrätys kuituna	Kierrätys polymeerinä	Kierrätys monomeerinä
Polyesteri	<p>Ei varsinaisesti käytössä. Esimerkiksi Telaketju-projektissa on osoitettu, että on mahdollista.</p> <p>Lajittelemattomassa jakeessa muiden materiaalien mukana.</p>	<p>PET pulloista valmistetaan kierrätettyä polyesterikuitua.</p> <p>Tietyillä brändeillä on oma suljettu kierto polyesterivaatteille, joista on mahdollista valmistaa kuitua.</p> <p>Teoreettisesti mahdollista myös kuluttajapoistoille, hankaluutena polymeeritason heterogeisuus.</p>	<p>Kaupallinen konsepti polyesteritekstiilin kemiallisesta kierrätyksestä polyesterikuiduksi.</p> <p>Kokeellisesti useita eri kemiallisia menetelmiä, joilla pystytään pilkkomaan polymeeri monomeereiksi.</p>
Puuvilla	<p>Käytössä ainakin teollisuuden sivuvirroille.</p> <p>Lajittelu myös värin mukaan.</p>	<p>Selluloosan liuos polymeeritasolle ja kuidutus selluloosamuuntokuiduksi. Useita konsepteja demonstroitu pilottimittakaavassa.</p>	<p>Teoreettisesti depolymerointi mahdollista - ei saada polymeroitua takaisin selluloosaksi. Voitaisiin jalostaa esimerkiksi polttoaineeksi.</p>

Tekstiilimateriaalien soveltuvuus kierrätykseen, VTT-R-00091-19 <https://cris.vtt.fi/en/publications/tekstiilimateriaalien-soveltuvuus-kierrätykseen>

Kierrätysratkaisut (tekstiili-tekstiili)

Kuitu	Kierrätys kuituna	Kierrätys polymeerinä	Kierrätys monomeerinä
Polyamidi	Mahdollista - saattaa olla käytössä ainakin mattojen kierrätyksessä.	Mahdollista - käytössä lähinnä teollisuuden sisäisissä kierrossa.	Kaupallinen konsepti, de- ja repolymeroidaan ja valmistetaan uudeksi kuiduksi
Villa	Villaa on kierrätetty mekaanisesti yli 200 vuotta. Toisaalta kierrätys hiipunut ja toisaalta arvioitu arvokkaaksi jakeeksi mekaanisessa kierrätyksessä.	Proteiinikuitujen liuotusta ja uudelleen kuidutusta tutkitaan.	

Tekstiilimateriaalien soveltuvuus kierrätykseen, VTT-R-00091-19 <https://cris.vtt.fi/en/publications/tekstiilimateriaalien-soveltuvuus-kierrätykseen>

Kierrätysratkaisut (tekstiili-tekstiili)

Kuitu	Kierrätysmenetelmän vaikutus kuidun laatuun
Polyesteri	<p>Polymeeritason terminen kierrätys: heikentää polymeerin laatua, syötteen puhtaus vaikuttaa merkittävästi. Voidaan kierrättää ainakin 8 kierrosta</p> <p>Monomeeritason kemiallinen kierrätys: saadaan täysin uutta kuitua vastaava kuitu. Vielä ei tiedetä, löytyykö kierrätys syklien määrälle rajoitteita. Kalliimpi prosessi kuin terminen.</p>
Puuvilla	<p>Kuitutason kierrätys: mekaaninen kierrätys lyhentää kuitupituutta ja saattaa siten rajoittaa käyttöä jatkoprosessissa. Ainoa mahdollisen prosessi, kun halutaan säilyttää puuvillakuituna.</p> <p>Polymeeritason kierrätys: puuvilla voi toimia kemiallisen kierrätyksen lähtöraaka-aineena, lopputuote on selluloosamuunkuitu, jolla on (lähes) uusia kuituja vastaavat ominaisuudet.</p>
Polyamidi	<p>Monomeeritason kemiallinen kierrätys: saadaan täysin uusia kuitua vastaava kuitu. Vielä ei tiedetä, löytyykö kierrätys syklien määrälle rajoitteita.</p>
Villa	<p>Kuitutason kierrätys: mekaaninen kierrätys lyhentää kuitupituutta ja saattaa siten rajoittaa käyttöä jatkoprosessissa. Ainoa mahdollisen prosessi säilyttää villakuitu.</p>

Tekstiilimateriaalien soveltuvuus kierrätykseen, VTT-R-00091-19 <https://cris.vtt.fi/en/publications/tekstiilimateriaalien-soveltuvuus-kierrätykseen>

Kierrätysratkaisut (tekstiili-komposiitti)

	Kuitu	Polymeeri
Käyttö	<ul style="list-style-type: none"> • kuituna, pituus yli 1 mm • täyteaineena, pituus alle 1 mm 	<ul style="list-style-type: none"> • matriisina, vain synteettiset tekokuidut
Lajittelu	<ul style="list-style-type: none"> • ei välttämätöntä • loppukäyttökohde määrittää, esimerkiksi biokomposiittiin soveltuvat luonnonkuidut 	<ul style="list-style-type: none"> • vain termoplastiset kuidut • lajittelu lämpökäyttäytymisen mukaan eri jakeisiin
Työstömenetelmä	<ul style="list-style-type: none"> • matriisin materiaali määrää työstömenetelmän 	<ul style="list-style-type: none"> • kestopuovien työstömenetelmät

Tekstiilimateriaalien soveltuvuus kierrätykseen, VTT-R-00091-19 <https://cris.vtt.fi/en/publications/tekstiilimateriaalien-soveltuvuus-kierrätykseen>

Yhteenveto

- Kierrätykseen soveltuva raaka-aine virran määrät ja laadut eivät ihan tarkkaan tiedossa – Suomen virrat ja laadut varmistunevat vasta sitten, kun erilliskeräys alkaa
- Tekstiilien kierrätykseen on paljon erilaisia prosessivaihtoehtoja:
 - Soveltuvat erilaisille jakeille – lajittelu riittävällä **tarkkuudella** kriittinen
 - Osa kaupallisesti saatavilla osa kehitteillä
 - Jotkut vaativat isomman mittakaavan ollakseen taloudellisesti järkeviä lajittelu riittävällä **volyymeillä** kriittinen
 - Prosessien ympäristövaikutukset vaihtelevat prosesseittain
- Jakeiden tarkempi tuntemus ja **luokittelujärjestelmä** helpottaisi kokonaisuutta huomattavasti

Kierrätysratkaisut

Suosittelavaa luettavaa Fibersort projektista

RECYCLED POST-CONSUMER TEXTILES an industry perspective

https://www.nweurope.eu/media/9453/wp-lt-32-fibersort-end-markets-report.pdf?utm_source=0.+Master+list&utm_campaign=dabe7daddf-EMAIL_CAMPAIGN_2019_09_10_10_16_COPY_01&utm_medium=email&utm_term=0_d023026741-dabe7daddf-128051745&mc_cid=dabe7daddf&mc_eid=f80d25aa47

Kiitos!

Pirjo Heikkilä
pirjo.heikkila@vtt.fi
@VTTFinland
+358 40 689 1443
vtt.fi

VTT – beyond the obvious