

Materiaalien ympäristövaikutukset, vastuullisuus ja kuitukierrättäminen

Tavoitteet

Soveltaa tietoa eri materiaalien tekstiililajeista ja tunnistaa yleisimpien materiaalien tekstiililajit

Tehtävät

- Teoriatausta-osiossa on pohdintatehtäviä
 - kirjaa lyhyesti ylös ajatuksia jokaisesta tehtävästä erilliselle paperille tai vihkoon

Tekstiilituotannon vastuullisuus

Puuvilla ja polyesteri

TEKSTIILIMATERIAALIEN ERILAISET YMPÄRISTÖVAIKUTUKSET



Puuvilla ja polyesteri ovat käytetyimmät tekstiilikuidut. Niiden massavalmistus ja käyttö kuitenkin rasittaa ympäristöä.

Katso Muoti ja meri –sivustolta video [TEKSTIILIKUIDUT](#) 4:44. Avaa linkki painamalla Ctrl+ napsautus.

Pohdinta.

Mitä haittoja puuvillan ja polyesterin runsaasta valmistuksesta ja kulutuksesta on ympäristölle?

TUOTANNON VASTUULLISUUS

Tekstiilikuitu- opas

Tekstiilikuituoppaaseen on koottu tietoa eri tekstiilikuitujen keskeisimmistä ominaisuuksista, valmistusmenetelmistä ja tyypillisistä käyttökohteista. Lisäksi olemme tarkastelleet tekstiilikuituja niiden tuotannosta aiheutuvien ympäristövaikutusten sekä sosiaalisen vastuun näkökulmista.



[Tekstiilikuituopas - Suomen Tekstiili & Muoti \(stjm.fi\)](https://stjm.fi)

Avaa Suomen Tekstiilin ja Muodin Tekstiilikuituopas ja selvitä, millaista on

- puuvillan tuotannon vastuullisuus? (valitse valikosta *kasvikuidut*)
- polyesterin tuotannon vastuullisuus? (valitse valikosta *synteettiset tekokuidut*)

Pohdinta. Mitä lisätietoa löysit?

PUUVILLAN YMPÄRISTÖVAIKUTUKSET JA VASTUULLISUUS



Puuvillan osuus globaalista kuitutuotannosta 23,3%

Puuvillaa viljellään. Viljely vaatii paljon maapinta-alaa.

Suuri vedenkulutus

- Yhden puuvillakilon (1 kg) tuotantoon tarvitaan 4000 - 29 000 litraa vettä
- Runsas keinokastelu vähentää pohjavesien määrää
- Voidaan kasvattaa pelkällä sadevedellä, jos sitä on saatavilla

Torjunta-aineiden käyttö

- Puuvillakasvi on herkkä tuhohyönteisille ja kasvisairauksille, joten viljelyssä käytetään torjunta-aineita
- kemikaalien käyttö köyhdyttää maaperää, saastuttaa vesistöjä ja vähentää luonnon monimuotoisuutta

Sosiaalinen vastuu

- Viljely painottuu kehitysmaihiin ja maaseudulle
- Lapsi- ja pakkotyövoimaa

Pohdinta. Ovatko sertifikaatit tuttuja sinulle?

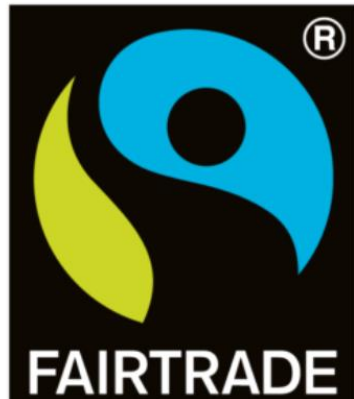
Vastuullisemmat vaihtoehdot

- Puuvillan kierrättäminen mekaanisesti ja kemiallisesti
- Sertifikaatit ja ohjelmat, jotka ohjaavat viljelijöitä kestävämpään tuotantoon
 - **Global Organic Textile Standard (GOTS)**, puuvillan luomuviljely
 - **Reilun kaupan puuvilla**, viljelijöiden oikeudet ja eettiset näkökulmat
 - **Better Cotton Initiative (BCI)** -puuvilla, ympäristöystävällisempiin viljelymenetelmiin siirtyminen

PUUVILLAN YMPÄRISTÖVAIKUTUKSET JA VASTUULLISUUS



Global Organic Textile Standard (GOTS),
puuvillan luomuviljely



Reilun kaupan puuvilla, viljelijöiden
oikeudet ja eettiset näkökulmat



Better Cotton Initiative (BCI) -puuvilla,
ympäristöystävällisempiin
viljelymenetelmien siirtyminen

Pohdinta. Mitä
sertifikaatteja olet
kohdannut työssäsi
tekstiililajittelijana?

POLYESTERI - YMPÄRISTÖVAIKUTUKSET JA VASTUULLISUUS



Polyesteri, osuus globaaleista kuitumarkkinoista 56%, kierrätettyä 14,7% (2020)

Polyesteri valmistetaan kemiallisesti raakaöljyn tislauustuotteista

- Käytetään uusiutumattomia luonnonvaroja
- Suuri energiankulutus valmistusprosessissa
- Valmistuksessa ja käytössä syntyy runsaasti ilmastoon ja veteen vaikuttavia saasteita
 - Tuotteista irtoaa mikromuoveja, alle 5 mm kokoisia muovipartikkeleja
 - Kulkeutuvat vesistöihin jätevesien mukana
 - Kulkeutuvat vesistöistä elintarvikkeisiin

Vastuullisemmat vaihtoehdot

Pohdinta. Ovatko sertifikaatit tuttuja?

- Hyödynnetään kierrätettyjä tai biopohjaisia raaka-aineita
 - 99% kierrätetystä polyesteristä valmistetaan PET-muovipulloista termisesti kierrättämällä
 - Ihmisoikeusriskejä valmistusketjussa erityisesti Kiinassa
 - Voidaan kierrättää myös kemiallisesti suljetussa kierrossa
- Vapaaehtoiset sertifiointijärjestelmät
 - **Global Recycled Standard (GRS)**
 - **Recycled Claim Standard (RCS)**
 - **SCS Recycled Content Standard**
- Polyesteriä voidaan valmistaa myös biopohjaisista raaka-aineista, kuten sokeriruoko ja maissikuiduista

POLYESTERI - YMPÄRISTÖVAIKUTUKSET JA VASTUULLISUUS



Global Recycled Standard (GRS)



Recycled Claim Standard (RCS)



SCS Recycled Content Standard

Pohdinta. Mitä nämä sertifikaatit tarkoittavat?

TEKSTIILITUOTANNON VASTUULLISUUS -TESTI

Puuvillan ympäristövaikutukset ja vastuullisuus

A valmistetaan maaöljystä	B viljellään pelloilla	C tuhohyönteisten torjuntaan käytetään kemikaaleja
D viljellään Suomessa, Ruotsissa ja Norjassa kesäkausina	E työvoimana saatetaan käyttää lapsia, mikä on epäeettistä	F työvoimana käytetään eläkeläisiä

◀ 1/3 ▶



Polyesterin ympäristövaikutukset ja vastuullisuus

A valmistetaan maaöljystä	B tuotteista irtoaa mikromuoveja käytössä	C tuotteista irtoaa runsaasti likaa käytössä
D valmistuksessa on suuri energiankulutus	E työvoimana käytetään eläimiä myrkyllisyyden vuoksi	F ei voida kierrättää

◀ 2/3 ▶



Puuvillan tuotannon vastuullisuussertifikaatit



◀ 3/4 ▶



Polyesterin tuotannon vastuullisuussertifikaatit



[Ympäristövaikutukset, vastuullisuus ja hoito-ohjesymbolit - Monivalinta \(wordwall.net\)](https://www.monivalinta.com/wordwall.net)

Testaa tietosi valitsemalla oikeat vastaukset. Kertaa monta kertaa niin että saat kaikki oikein.

Kuitukierrättäminen

Kuitujen kierrätysmenetelmiä

TEKSTIILIEN KIERRÄTTÄMINEN



Katso My Green Closetin tuottama [How old Clothes can become New Clothes – Textile Recycling](#) –video 4:30.

Pohdinta.
Millaisia ajatuksia tai uusia ideoita sinulle tuli katsottuasi videon?
Innostuitko jostakin asiasta?

Näin saat suomenkielisen tekstityksen: valitse asetukset (ratas symboli) -> Subtitles -> Auto-translate -> Finnish

Lähde:
My Green Closet 2018. [How Old Clothes Can Become New Clothes | Textile Recycling](#) (youtube.com)
Fashion Revolution. 2024. [What Fuels Fashion?: Fashion Revolution](#)

AUTOMAATTINEN TEKSTIILIEN LAJITTELU



iptex - a new link in the textile value chain

Näin saat suomenkielisen tekstityksen: valitse asetukset (ratas symboli) -> Subtitles -> Auto-translate -> Finnish

Katso Sysav -Sydskånes avfallsaktiebolagins tuottama [Siptex at Sysav - automated textile sorting in industrial scale](https://www.youtube.com/watch?v=...) (youtube.com) –video. 2:30.

Pohdinta.
Miten tekstiiliä lajitellaan Siptexissä?

KUITUKIERRÄTYSMENETELMÄT



Kierrätysmenetelmiä:

1. Mekaaninen kierrätys
2. Kemiallinen kierrätys
3. Termomekaaniset kierrätysmenetelmät
4. Termokemialliset menetelmät
5. Biokemialliset ja biologiset kierrätysteknologiat

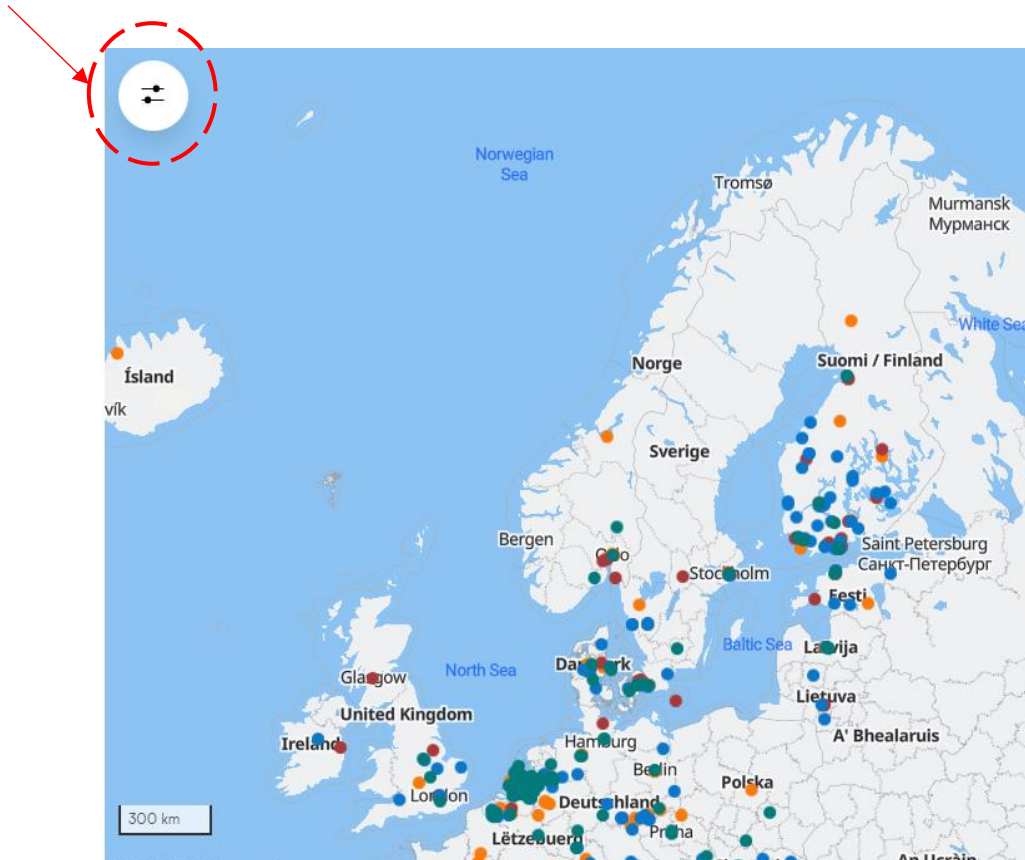
Lähteet:

Baloyi ym. 2023. Recent advances in recycling technologies for waste textile fabrics: a review. <https://doi.org/10.1177/00405175231210239>

Loo ym. 2023. Tackling critical challenges in textile circularity. <https://doi.org/10.1016/j.jece.2023.110482>

Tripathi ym. 2024. Recent technologies for transforming textile waste into value-added products: A review. <https://doi.org/10.1016/j.crbiot.2024.100225>

TEKSTIILIEN KUITUKIERRÄTYKSEN TOIMIJOITA MAAILMALLA



Tutki linkin kartasta <https://telaketju.turkuamk.fi/arvoketjukartta/>, mitä yrityksiä **maailmalla** liittyy tekstiilien erilaiseen kierrätykseen.

Kartan vasemmassa yläreunassa on pieni ympyrä jossa voit tehdä valintoja.

Pohdinta.

Missä maailmalla tehdään tekstiilikuidun

- Mekaanista kierrättämistä (mechanical recycling)
- Termomekaanista kierrättämistä (thermo-mechanical recycling)
- Kemiallista kierrättämistä (chemical recycling)

MEKAANINEN KIERRÄTYS



Mekaaninen kierrätys on jo vuosikymmeniä vanha tekniikka.

Kierrätysprosessin vaiheita ovat mm. lajittelu, leikkaaminen, repiminen, jauhaminen, karstaaminen ja sekoittaminen. Prosessi ei muuta merkittävästi kuitupolymeerien kemiallista rakennetta, mutta kuitupituus lyhenee käsittelyissä.

Lopputuotteet ovat yleensä alemman jalostusarvon tuotteita, kuten komposiittien täyteaineita, eristemateriaaleja ja kuitukankaita (Downcycling, Open-loop).

Kuluttajapoistotekstiilien hyödyntämistä hidastaa haastavampi lajittelu, koska materiaali sisältää eri värejä ja kuitusekoituksia.

Lähteet:

Baloyi ym. 2023. Recent advances in recycling technologies for waste textile fabrics: a review.

<https://doi.org/10.1177/00405175231210239>

Tripathi ym. 2024. Recent technologies for transforming textile waste into value-added products: A review.

<https://doi.org/10.1016/j.crbiot.2024.100225>

Mekaanisesti kierrätettyjä kuitua Lounais-Suomen Jätehuollon (LSJH) poistotekstiilien jalostuslaitoksella Paimiossa

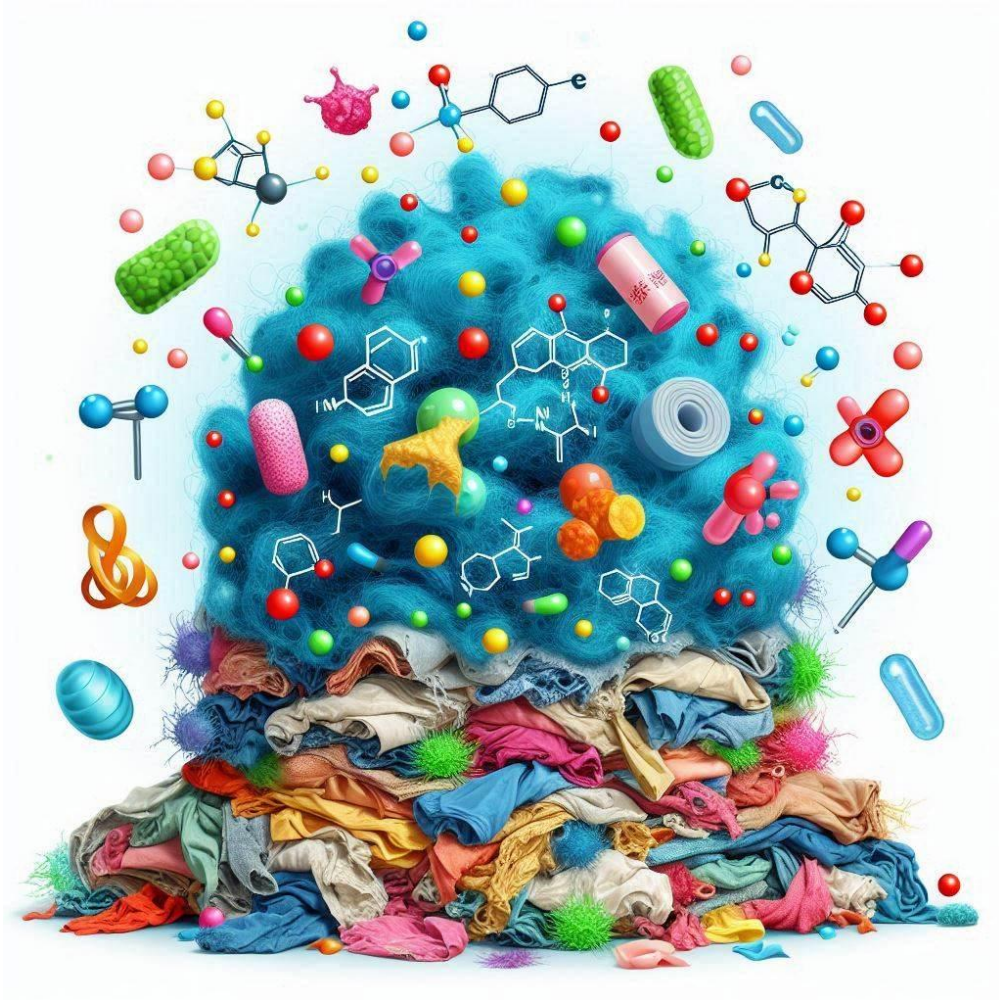


Kuva: Kati Jordan



Kuva: Kati Jordan

KEMIALLINEN KIERRÄTYS



Kemiallisessa kierrätyksessä tekstiilijäte hajotetaan molekyylitasolle (polymeereiksi tai monomeereiksi) kemiallisen liotuksen tai kemiallisten reaktioiden avulla.

Kemiallisilla kierrätysmenetelmillä voidaan käsitellä sekä

- selluloosakuituja (esim. puuvilla, viskoosi) että
- tekokuituja (esim. polyesteri) ja
- sekoitteita (esim. puuvilla-polyesterisekoitteet).

Puuvillan kemiallisella kierrätyksellä voidaan valmistaa uusia selluloosakuituja erilaisilla liotusmenetelmillä (mm. Lyocell-prosessi, ioniset nesteet sekä alkali/urealiuotus).

Lähteet:

Loo, Yu & Hu. 2023. Tackling critical challenges in textile circularity. <https://doi.org/10.1016/j.jece.2023.110482>

KEMIALLINEN KIERRÄTYS



Chemical Textile Recycling 🍷 Towards Sustainability and a Circular Economy | 'Fibres of Gold' [HD]

Katso Andritz groupin tuottama [Discover chemical textile recycling \(youtube.com\)](https://www.youtube.com/watch?v=...) –video. 2:08.

Pohdinta. Mitä kuidulle tapahtuu kemiallisessa kierrätyksessä?

Näin saat suomenkielisen tekstityksen: valitse asetukset (ratas symboli) -> Subtitles -> Auto-translate -> Finnish

TERMOMEKAANISET KIERRÄTYSMENETELMÄT



Termomekaanisia prosesseja käytetään tekokuitujen kierrätyksessä.

Prosessi sisältää lajittelun, sulatuksen ja uudelleenmuotoilun.

Yleensä neitseellistä materiaalia lisätään parempien mekaanisten ominaisuuksien saavuttamiseksi, mutta tuotteita voidaan valmistaa myös 100% kierrätyskuiduista.

Polyesteriä kierrätetään jo yleisesti PET-pulloista, mutta polyesterin kierrätys tekstiileistä takaisin kuiduksi on edelleen haasteellista.

Lähde:

Baloyi ym. 2023. Recent advances in recycling technologies for waste textile fabrics: a review. <https://doi.org/10.1177/00405175231210239>

TERMOKEMIAALLINEN KIERRÄTYS



Termokemiallisia kierrätysmenetelmiä ovat esimerkiksi pyrolysointi ja kaasutus, joissa materiaaleja käsitellään korkeissa lämpötiloissa hapettomissa tai vähähappisissa olosuhteissa.

Pyrolysoinnissa lämpötilat ovat noin 350–700 °C ja kaasutuksessa 400–1100 °C.

Tekstiilijätteen pyrolyysin tuotteina saadaan esimerkiksi hiiltä, öljyä, tervaa, ketoneja, karboksyylihappoja ja alkoholeja.

Lähde:

Loo ym. 2023. Tackling critical challenges in textile circularity. <https://doi.org/10.1016/j.jece.2023.110482>

BIOKEMIAALLISET KIERRÄTYSTEKNOLOGIAT



Entsyaattinen hydrolyysi on yksi esimerkki biokemiallisesta kierrätyksestä, jossa kuidut hajotetaan monomeereiksi entsyymien avulla.

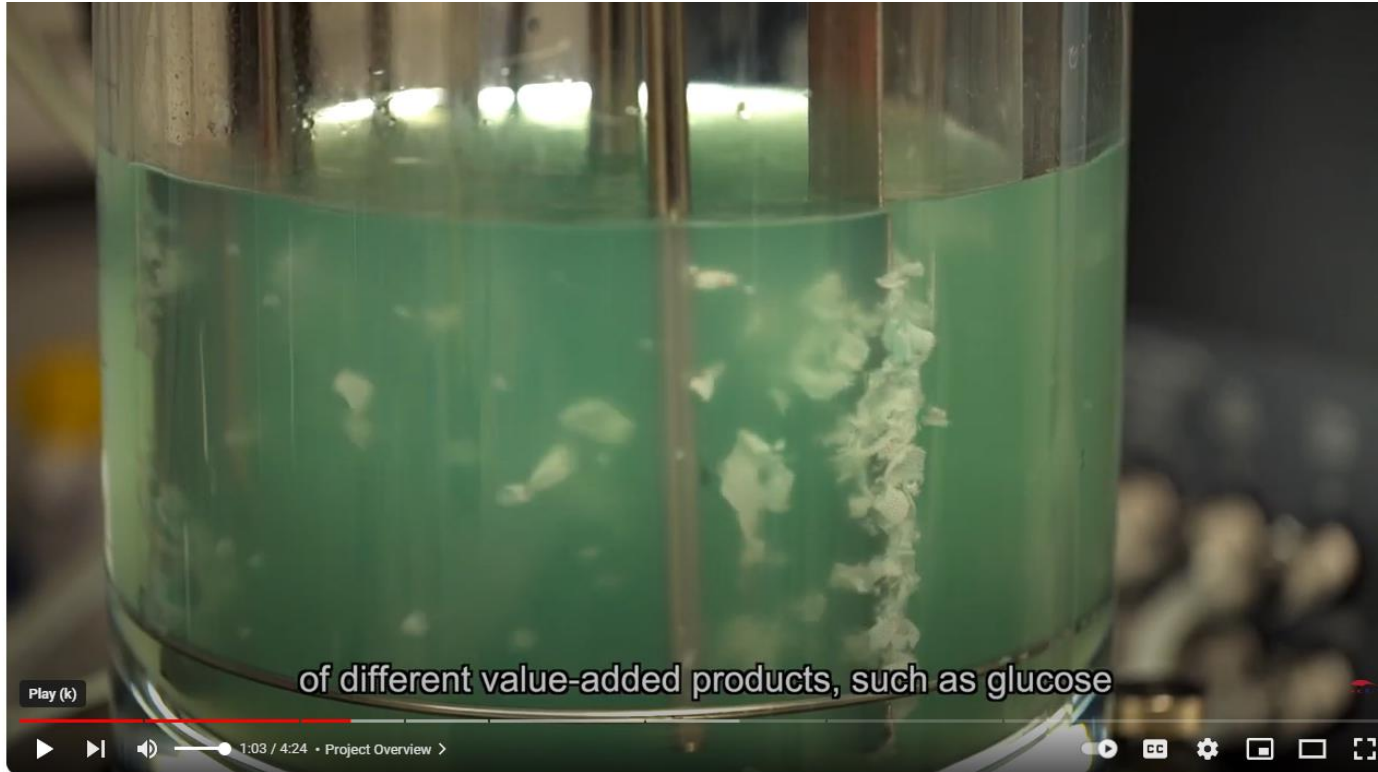
Entsyaattiset reaktiot ovat tarkasti määriteltyjä ja menetelmää voidaankin käyttää tiettyjen polymeerien tuottamiseen sekalaisesta tekstiilijätteestä.

Lähde:

Loo ym. 2023. Tackling critical challenges in textile circularity.

<https://doi.org/10.1016/j.jece.2023.110482>

BIOKEMIAALLISET JA BIOLOGISET KIRRÄTYSTEKNOLOGIAT



Textile Waste Recycling Using a Biological Method

Katso Hkritan tuottama [Textile Waste Recycling Using a Biological Method \(youtube.com\)](#) -video. 4:24.

Pohdinta. Mitä kuidulle tapahtuu biologisessa kierrätyksessä?

Näin saat suomenkielisen tekstityksen: valitse asetukset (ratas symboli) -> Subtitles -> Auto-translate -> Finnish

PUUVILLAN KIERRÄTYS



Puuvillaa kierrätetään mekaanisilla, kemiallisilla ja biologisilla menetelmillä.

- **Mekaaninen** kierrätys on yleisesti käytetty menetelmä teollisessa mittakaavassa. Haasteena on kuitujen lyhentynyt pituus ja epätasainen laatu. Yleensä joukkoon lisätään neitseellistä kuitua riittävien ominaisuuksien takaamiseksi. Lopputuotteina kuituja, lankaa, kankaita, kuitukankaita ja komposiitteja.
- **Kemiallinen** kierrätys mahdollistaa korkealaatuisten materiaalien tuottamisen kierrätetystä puuvillasta. Lopputuotteina saadaan mm. arvokkaita selluloosan nanokiteitä (CNC, cellulose nano crystals).
- **Biologinen** kierrätys ei tuota korkealaatuisia tuotteita, vaan sen avulla puuvillajäte muunnetaan kiinteiksi, nestemäisiksi ja kaasumaisiksi biopolttoaineiksi.

Lähde:

Lu ym. 2022. Current recycling strategies and high-value utilization of waste cotton.
<https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2022.158798>

PUUVILLA-POLYESTERISEKOITTEIDEN KIERRÄTYS JA KOMPONENTTIEN EROTTAMINEN



Puuvilla-polyesterisekoitteet (polycotton) hallitsevat tekstiilijätevirtoja.

Sekoitteista voidaan valmistaa kuitukankaita sekä lämpö- ja äänieristeitä neulahuovutusmenetelmällä, jolloin tekstiilit on esikäsitelty mekaanisesti.

Mekaanisilla menetelmillä polyesteriä ja puuvillaa ei saada erotettua toisistaan. Erottamiseen käytetään esim. kemiallisia menetelmiä, jotka perustuvat toisen komponentin depolymerointiin tai liuottamiseen samalla, kun toinen komponentti säilyy ehjänä.

Erotusstrategiat voidaan jakaa kahteen pääluokkaan:

- selluloosan poistoteknologiat ja
- polyesterin poistoteknologiat.

Molemmissa teknologioissa voidaan sekä liuotettu osuus että ehjänä säilynyt osuus hyödyntää erilaisiin lopputuotteisiin.

Lähteet:

Baloyi ym. 2023. Recent advances in recycling technologies for waste textile fabrics: a review.

<https://doi.org/10.1177/00405175231210239>

Loo ym. 2023. Tackling critical challenges in textile circularity. <https://doi.org/10.1016/j.jece.2023.110482>

KUITUKIERRÄTYSTEKNOLOGIAT -TESTI

Termomekaaninen kierrätys

Sopii tekokuitujen kierrätykseen. Materiaali lajitellaan, sulatetaan ja uudelleen muotoillaan.

Termokemiallinen kierrätys

Materiaali pyrolysoidaan korkeissa lämpötiloissa vähähappisissa olosuhteissa. Tuotokseksi saadaan hiiltä, öljyä, tervaa ym.

Mekaaninen kierrätys

Yleinen menetelmä. Materiaali lajitellaan, leikataan, revitään, jauhetaan, karstataan ja sekoitetaan. Sopii selluloosapohjaisille kuiduille.

Biokemiallinen kierrätys

Sopii sekalaiselle tekstiilijätteelle. Raaka-aineita erotellaan entsyymaattisen reaktion avulla.

Kemiallinen kierrätys

Muistuttaa selluloosan valmistusta. Sopii selluloosakuiduille, tekokuiduille ja sekoitteille. Materiaali hajotetaan kemiallisesti esim liottamalla.



Tarkista!



Kuitukierrätysteknologiat

Jaa

Tee testi, kuinka hyvin muistat kuitukierrätysteknologiat! [Kuitukierrätysteknologiat - Yhdistä parit \(wordwall.net\)](#) Paina Ctrl ja klikkaa linkkiä.

Tee testi! Tee niin monta kertaa että saat kaikki oikein!

Osaamisen saavuttaminen

6

Tavoitteena oli soveltaa tietoa eri materiaalien tekstiililajeista ja tunnistaa yleisimpien materiaalien tekstiililajit.

Pohdi:

- **Miten yleisimmät materiaalit, eli puuvilla- ja polyesterikuidut tuotetaan?**
- **Millaisia ympäristövaikutuksia niiden tuotannolla on?**
- **Mainitse molemmille vastuullisuusmerkki (sertifikaatti), joka niissä voisi olla, ja mitä se tarkoittaa.**
- **Millä kuitukierrätysmenetelmällä niistä valmistettuja vaatteita voidaan kierrättää?**

Tämän oppimateriaalin laadinnassa oli mukana Minna Parkon lisäksi Heidi Mattila.