

Polyesteri

urheiluvaatteissa

Korvaavia materiaaleja polyesterille

Elina Pietarinen
LAB-ammattikorkeakoulu,
Muotoiluinstituutti

Muotoilija (AMK),
Teollisen- ja brändimuotoilun koulutus,
Puettava muotoilu
Kevät 2021

Elina Pietarinen
LAB ammattikorkeakoulu
Muotoiluinstituutti
Muotoilija (AMK), puettava muotoilu
Opinnäytetyö
Sivut 44
Julkaistu: kevät 2021

Tiivistelmä

Opinnäytetyössä tutkittiin polyesterin korvaamista urheiluvaatetuksessa. Työn tavoite oli löytää korvaavia materiaaleja, jotka ratkaisisivat ongelmia liittyen koko polyesterin elinkaareen, eli sen raaka-aineeseen, tuotantoon, käyttöön ja hävittämiseen. Opinnäytetyössä tarkasteltiin myös urheiluvaatteen vaatimuksia ja nykyaikaista urheiluvaatealan teknologiaa, muotoilua ja urheiluvaatemuotia.

Polyesteri on maailman eniten tuotettu tekstiilikuitu. Tekokuitujen käyttöön liittyy kuitenkin ongelmia, joiden ratkaisemiseksi tarvitaan lisää työtä ja tutkimusta. Nämä ratkaisut voivat tuoda markkinoille uudenlaisia, vastuullisempia materiaaleja. Uudet innovaatiot luovat myös uusia yrityksiä ja työpaikkoja sekä uutta liiketoimintaa.

Työn tuloksena löytyi lukuisia erilaisia materiaaleja, joiden käyttö voisi ainakin osittain korvata polyesterin käytön. Tuloksista käy kuitenkin ilmi, että kokonaan korvaaminen on haastavaa. Polyesterin kokonaan korvaaminen ei myöskään olisi kiertotalouden kannalta järkevintä, sillä tämä materiaali on pitkäikäinen, kierrätettävä ja sitä voidaan käyttää seoksena muiden tekstilien kanssa, jolloin esimerkiksi luonnonkuituihin saadaan lisättyä toivottuja ominaisuuksia ja pitkäikäisyyttä.

Avainsanat

tekokuitu
polyesteri
urheiluvaate
tekstiilikuitu
kierrätys
kiertotalous
vastuullisuus
elinkaariajattelu

Elina Pietarinen
LAB University of Applied Sciences
Institute of Design
Degree Programme in Design, wearable design
Bachelor thesis
44 pages
Published: spring 2021

Abstract

This thesis investigated replacement of polyester in sportswear. The aim of this thesis was to find substitutive materials that could solve problems related to the lifecycle of polyester, i.e. its raw materials, manufacturing, usage, and disposal. The thesis also investigated the requirements of a functional sportswear, the modern technology of sportswear business, design, and sportswear trends.

Polyester is the most produced textile fibre globally. However, there are problems with the use of man-made fibres, which require more work and research to solve. These solutions have the potential to bring new, more responsible materials to market. New innovations also create new business activities and employment.

Resulting from this research, a number of different polyester replacing materials were identified. The findings show however, that a complete replacement of polyester is challenging. The research findings show, that the replacement of polyester altogether would also not benefit circular economy, as the material is long-lasting, recyclable and can be blended with other textiles, bringing desired features and longevity to e.g. natural fibres.

Keywords

man-made fiber
polyester
sportswear
textile fiber
recycling
circular economy
responsibility
life cycle thinking

Sisällys

1. Johdanto	2
1.1 Tausta, tavoite ja rajaus	2
1.2 Tutkimuskysymykset ja -menetelmät	3
1.3 Keskeiset käsitteet	4
2. Polyesteri	5
2.1 Historia	5
2.2 Nykytila	6
2.3 Tuotanto	7
2.4 Ominaisuudet	8
2.5 Polyesteri kiertotaloudessa	11
2.6 Syitä polyesterin korvaamiselle	11
2.7 Mikromuovi	13
3. Urheiluvaatteen vaatimukset	16
3.1 Toiminnallisuus	16
3.2 Teknologia, muotoilu ja muoti	17
3.3 Ammatti- ja vapaa-ajan urheiluvaatteet	18
4. Polyesterin korvaaminen urheiluvaatteissa	21
4.1 Kestävä kehitys ja vastuullisuus – nykyajan trendit vaateteollisuudessa	21
4.2 Polyesterin korvaaminen	23
4.3 Kierrätetyt tekokuidut	23
4.4 Vaihtoehtoja luonnosta	29
4.5 Muuntokuidut	33
5. Yhteenveto	37
Lähteet	41

I. Johdanto

I.1 Tausta, tavoite ja rajaus

Polyesteri on maailman tuotetuin tekstiilikuitu. Muokattavuutensa ja hyvien ominaisuuksien ansiosta kuitu on käytetyin materiaali myös urheiluvaateteollisuudessa. Polyesterin elinkaareen, eli sen raaka-aineeseen, tuotantoon, käyttöön ja hävittämiseen liittyy kuitenkin ongelmia, joiden vuoksi polyesterille olisi syytä etsiä korvaavia ja vastuullisempia materiaaleja.

Kestävän kehityksen kannalta on hyvin tärkeää nostaa esille kaikkien käyttämämme materiaalien hyvät ja huonot puolet. Näin lisäämme ymmärrystämme siitä, mitä ostamme ja kuinka kulutamme ja millaisia vaikutuksia näillä asioilla on ympäristölle. Vaikka kuluttajan ympäristötietoisuus on lisääntynyt, tasa-painottelevat edullisuus ja vastuullisuus kuluttajan valinnoissa.

Muotoilijana haluan tarkastella materiaaleja puolueettomasti. Koen, että tuotteen ekologisuus on suunnittelun lähtökohta, jonka avulla voidaan valmistaa tuotteita, jotka eivät kuormita ympäristöä ja ovat vastuullisesti valmistettuja. Opinnäytetyössä tutkitaan polyesterin ominaisuuksia ja ympäristövaikutuksia sekä pohditaan urheiluvaatteiden vaatimuksia. Tavoite on lopuksi löytää vaihtoehtoisia materiaaleja polyesterille, joiden käyttö olisi vastuullisuuden lisäksi myös kaupallisesti kannattavaa.

Opinnäytetyössä urheiluvaatteet on rajattu ihoa vasten oleviin vaatteisiin, kuten trikoot, urheiluliivit, t-paidat ja topit. Nämä vaatteet vaativat urheillessa toiminnallisia ominaisuuksia kuten kosteuden ja lämmön säätely, hengittävyys ja venyvyys. Lisäksi urheiluvaatteen tulee olla miellyttävä päällä, jotta se ei häiritse suoritusta vaan ennemminkin tukee sitä.

1.2 Tutkimuskysymykset ja -menetelmät

TUTKIMUSKYSYMYKSET

- Voiko polyesterin korvata urheiluvaatteissa?
- Miksi polyesteri pitäisi korvata?
- Mitkä materiaalit korvaisivat polyesterin parhaiten?

TUTKIMUSMENETELMÄT

- Tieteelliset ja ammatilliset kirjat ja artikkelit
- Tilastot, standardit, viranomaisjulkaisut, tutkimus- ja kehittämishankkeiden raportit
- Tutkielmat ja opinnäytetyöt
- Haastattelut



Kuva1. Juoksupantalo, joiden materiaali on polyesterin ja elastaanin sekoitusta (Nike 2019.)

1.3 Käsitteet

TEKSTIILIKUITU

Tekstiilikuiduilla tarkoitetaan joko luonnosta saatavia tai synteettisesti valmistettuja materiaaleja, joista valmistetuista langoista saadaan tekstiilirakenteita, kuten kudotut kankaat, neulokset, punokset ja langat. Tekstiilikuiduista voidaan valmistaa myös suoraan tuotteita, kuten kuitukankaita, eristeitä ja täyhteitä.

LUONNONKUITU

Luonnonkuitujen materiaalit tulevat niimensä mukaisesti suoraan luonnosta. Luonnonkuidut voivat olla peräisin kasveista, eläimistä tai mineraaleista.

TEKOKUITU

Tekokuituihin kuuluvat synteettiset- ja muuntokuidut, jotka valmistetaan selluloosasta, öljystä, hiilestä tai maakaasusta.

MUUNTOKUITU

Teollisesti jalostettuja tekstiilikuituja, joiden raaka-aineet ovat peräisin luonnosta.

SELLULOOSA

Puukuiduista koostuvaa kuitumateriaalia, joka on puhdasta, puupohjaista, uusiutuvaa ja biohajoavaa.

PILLINKI

Kankaan pinnan nyppyyntyminen. Arvioidaan asteikolla 1-5. (Tullila 2012).

KIERRÄTYS

Materiaalin käyttöä hyödyksi uuden tuotteen raaka-aineena käsittelemällä sitä esimerkiksi kemiallisesti tai mekaanisesti.

VASTUULISUUS

Toiminnan taloudellisten, sosiaalisten ja ekologisten vaikutusten huomioiminen.

KIERTOTALOUS

Kiertotaloudessa materiaalit ja tuotteet pidetään mahdollisimman pitkään käytössä. Tavoitteena on materiaalien tehokas ja kestävä hyödyntäminen sekä luonnonvarojen säästäminen.

ELINKAARIAJATTELU

Elinkaariajattelu pyrkii kokonaisvaltaiseen toiminnan arviointiin, jossa otetaan huomioon koko toimintaketju, kaikki sen välilliset ja välittömät vaikutukset, kuten materiaalien alkuperä, tuotannon ja käytön energiankulutus sekä kemikaalien käyttö ja jätteiden synty.

2.

Polyesteri

2.1. Historia

Polyesterin historia yltää 1930-luvulle, jolloin yhdysvaltalaisessa DuPont-yhtiössä työskennellyt tutkija W.H. Carothers keksi, että alkoholit ja karboksyylihapot voitaisiin yhdistää kuitujen muodostamiseksi. Polymeeritiede oli vielä lapsenkengissä - huonosti ymmärretty ja täynnä epävarmuustekijöitä, joten löydetty polyesteri todettiin ominaisuuksiltaan lähes sopimattomaksi tekstiilikuidulle. (Eberle ym. 2002, 35.)

Polyesterin tutkimusta jatkettiin myöhemmin ja englantilaiset kemistit J.R. Whinfield ja J.T. Dickson kehittivät nykyisenlaisen, tekstiilikuiduksi soveltuvan polyesterin, jonka valmistusmenetelmä patentoitiin 1946.

Valmistus aloitettiin Englannissa kauppanimellä Terylene. Vuonna 1946 DuPont osti patentin ja aloitti oman tuotantonsa nimellä Dacron. DuPontin lisäksi polyesterin valmistus alkoi ympäri maailmaa erilaisilla kauppanimillä. (Boncamper 2011, 302–303.)

Toisen maailmansodan jälkeen alkoi taloudellinen nousukausi ja elintason kohoaminen, jotka auttoivat myös vaateollisuuden nopeaan kehittymiseen. Puuvillan saanti oli ollut sodan aikana vaikeaa, joten polyesterilla saatiin paikattua puuvillaisten vaatteiden tarvetta.

IHMEKANGAS

Polyesterin markkinointi kuluttajille alkoi vuonna 1951 (Boncamper 2011, 92, 302–303). Toisin kuin puuvilla ja villa, po-

lyesteri syntyi tieteellisen tutkimuksen tuloksena - ja tästä syystä sitä myös markkinoitiin "ihmekankaana". Myyntipuheissa kerrottiin, että polyesteria voitaisiin käyttää jopa 68 päivää ilman hoitoa ja silitystä ja kangas näyttäisi silti raikkaalta ja rypyttömältä. Uuden materiaalin ansiosta vaatteiden pesu ja käyttö olisi vaivatonta. Tämä vetosi etenkin naisiin, jotka vastasivat ensisijaisesti kotitalouksien pyykki- ja vaatehuollosta. Muoti saatiin kaikkien ulottuville, kun edulliset ja helppohoitoiset tekokuidut tuotiin markkinoille.

Polyesterin maine maailman suosituimpana ihmekankaana hiipui vuosikymmenien aikana ja sitä pidettiin hiostavana ja pilliintyvänä. Vuosikymmenten ajan luonnonkuituja suosittiin arkivaatetuksessa. Nykypäivän uudet tekniikat ja valmistusprosessit ovat kuitenkin luoneet polyesterivaatteista mukavampia ja esteettisempiä kuin koskaan aikaisemmin. Polyesteria löytyy melkein jokaisesta vaatekankaasta ja kangasseoksissa se tuo vaatteelle kevyttä mukavuutta, kestävyttä, joustoa ja rypyttömyyttä.

2.2 Nykytila

Tänä päivänä polyesteri on maailmanlaajuisesti käytetyin tekstiilikuitu. Lisääntyvässä määrin oleva kestävän kulutuksen arvostaminen on johtanut siihen, että polyesterista ja etenkin sen



Kuva 2. Lee:n mainoksessa esiteltiin Dacronista valmistettuja vaatteita vuonna (Wired 2019.)

haitallisista vaikutuksista ympäristöön on alettu keskustelemaan yhä enemmän. Kiinnostus materiaalien alkupe-
räästä on askel oikeaan suuntaan, sillä on ekologisesti hyvin tärkeää nostaa esille kaikkien käyttämämme materiaalien hyvät ja huonot puolet. Näin lisäämme ymmärrystämme siitä, mitä ostimme ja kuinka kulutamme ja millaisia vaikutuksia näillä asioilla on ympäristölle.

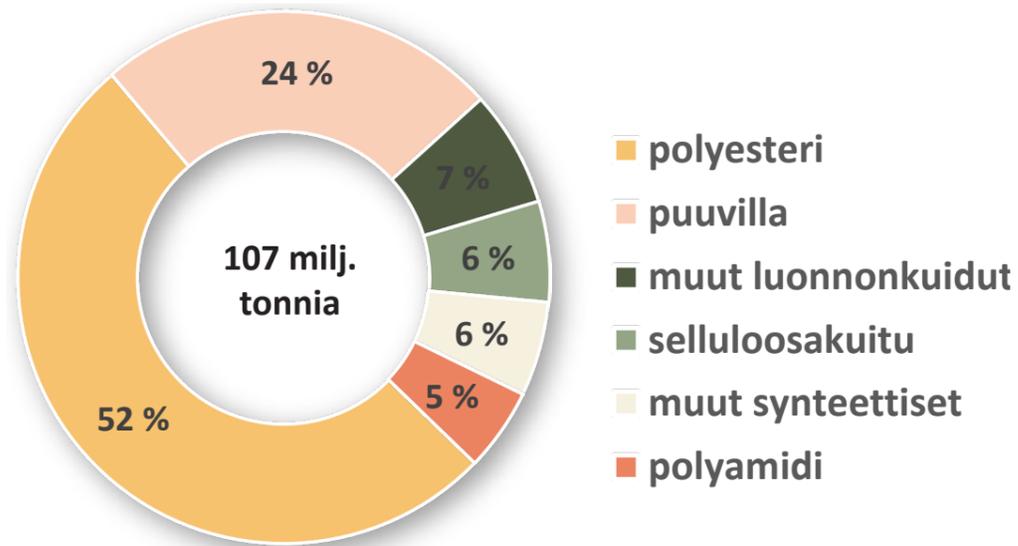
2.3 Tuotanto

Polyesteria tuotettiin vuonna 2018 yhteensä 55 miljoonaa tonnia, joten sen osuus tekstiilikuitujen tuotannosta on yli puolet (kuvio 1). Polyesterin tuotanto keskittyy Aasiaan, suurimmat tuottajat ovat Kiina ja Intia sekä Indonesia, Etelä-Korea ja Taiwan. Polyesteria tuotetaan pieniä määriä myös Aasian ulkopuolella Yhdysvalloissa ja Turkissa. (Suomen tekstiili ja muoti 2020.)

VALMISTUS

Cancan (2015) mukaan vuosittain polyesterin valmistukseen käytetään noin 70 miljoonaa tynnyriä öljyä. Öljyntuotannon ympäristöhaitat ovat merkittäviä, joskin hyvin vähäinen osa öljyntuotannosta käytetään tekstiilien raaka-aineena. Polyesterin valmistukseen käytetään erilaisia apu- ja lisäaineita, joista osa on ympäristölle vaarallisia, kuten myrkyllinen, metallipohjainen antimoni.

Maailman tekstiilituotanto vuonna 2018



Kuvio 1. Tekstiilituotanto vuonna 2018 (mukailtu Suomen tekstiili ja muoti 2018.)

KULUTUS

Aasian ja Tyynenmeren alueella on suurin vaikutus polyesterin maailmanlaajuiseen kulutukseen. Plastic Insight:in mukaan näiden alueiden joukossa Kiina ja Intia ovat kärjessä tämän materiaalin kysynnässä. Kiinassa ja Intiassa materiaalin kysyntä on kasvanut viime vuosina seuraavista syistä:

- Tekstiilien, teollisten kankaiden, mattojen ja monien muiden teollisuudenalojen lisääntyminen.
- Nouseva rakentaminen (huonekalut ja lattiat).
- Talouskasvun ja kuluttajien tulotason nousu.
- Nopeasti kasvava väestö ja kaupunkistuminen näissä maissa.

2.4 Ominaisuudet

Polyesterin ominaisuudet ovat vertaansa vailla, ja sen korvaaminen esimerkiksi urheiluvaatteissa on vaativaa. Kuidun valmistuksen ja käytön aikana ilmenee kuitenkin ympäristöongelmia, kuten kemikaalien käyttö ja mikromuovi. Polyesteri värjääminen on hankalaa mutta värinpitävyys on hyvä, sillä koko kuitu värjätään erityisen värjäysprosessin yhteydessä. Polyesterin käyttöikä on pitkä. Kuvion 4. taulukkoon on koottu polyesterikankaan ominaisuuksia.

Polyesterin ominaisuuksia

Lujuus	<ul style="list-style-type: none"> • Luja, kosteus ei juurikaan vaikuta lujuuteen • Hyvä hankauslujuus, ei rypisty 	Käyttökohteet	<ul style="list-style-type: none"> • Muuntautuvainen, sopii monenlaisiin käyttötarkoituksiin
Venymä	<ul style="list-style-type: none"> • Matala venyvyys 	Kierrätettävyys	<ul style="list-style-type: none"> • Suljettu kierto • Kierrättäminen ei heikennä laatua
Muoto- ja mittapysyvyys	<ul style="list-style-type: none"> • Hyvä muoto- ja mittapysyvyys 	Lämpö- & palokäyttäytyminen	<ul style="list-style-type: none"> • Sulaa 230 - 240 celsius asteessa • Palaa sulaes, syttyy vaikeasti
Kosteudenimukyky	<ul style="list-style-type: none"> • Ei ime kosteutta • Kuivuu nopeasti 	Sähköistyvyys	<ul style="list-style-type: none"> • Sähköstyy helposti
Värjäytyvyys	<ul style="list-style-type: none"> • Hyvä värinkesto 	Värjäytyvyys	<ul style="list-style-type: none"> • Vaikea värjätä, tarvitaan myrkyllisiä väriaineita
Auringonvalo	<ul style="list-style-type: none"> • Kestää erinomaisesti UV-säteilyä 	Raaka-aine	<ul style="list-style-type: none"> • Valmistetaan maaöljystä, joka on uusiutumaton luonnonvara
Biologiset ominaisuudet	<ul style="list-style-type: none"> • Home, mikro-organismit ja tuhohyönteiset eivät vaurioida polyesteria 	Vaikutukset ympäristöön	<ul style="list-style-type: none"> • Tuotanto aiheuttaa päästöjä ympäristöön, vesistöihin ja ilmaan • Mikromuovipäästöt
Lämmön-eristävyys	<ul style="list-style-type: none"> • Riippuvainen polyesteriin sitoutuneesta ilmamäärästä 	Tuotanto	<ul style="list-style-type: none"> • Tuotanto kuluttaa paljon energiaa ja kemikaaleja, mutta vähemmän vettä kuin luonnonkuitujen viljely

Taulukko 1. Polyesterin ominaisuudet (mukailtu Boncamper 2011, 304-309.)



Kuva 3. Miesten joggersit (Patagonia 2021.)

Urheiluvaateteollisuuden lisäksi koko muu vaateteollisuus on hyödyntänyt polyesteria sen edullisen hinnan, saataavuuden ja muokkautuvuuden ansiosta. Polyesteria voidaan käyttää sellaisenaan tai sekoitteena muiden kuitujen kanssa. Polyesterin käyttö esimerkiksi helposti rypistyvän puuvillan kanssa parantaa tuotteen helppohoitoisuutta ja hankauskestoa. Valmistuksen yhteydessä voidaan vaikuttaa tuotteen ominaisuuksiin ja näin saadaan luotua esimerkiksi erikoislujaa tai palosuojattua polyesteria. Kuvassa 4. on Patagonian joggersit, joiden kangas on vahvistettua, repeämätöntä RipStop -polyesteriä ja kangas on viimeistelty vettä hylkiväksi (Patagonia).

Kuitua on mahdollista muokata melkein millaiseksi tahansa. Esimerkiksi polyesterista valmistettu tekoturkis saadaan näyttämään oikealta turkikselta, ilman että tuotantoon liittyy riskiä eläinten kaltoinkohtelusta. Keinotekoinen turkis ei kuitenkaan ole niin lämmin kuin aito, mutta se on kevyt, helppohoitoinen ja edullinen.

Polyesteri sopii hyvin myös laskeutuviin vaatteisiin, kuten paitoihin ja mekkoihin. Siitä saadaan myös särmikkäämpiä ja jämäköitä pukuja. Lisäksi siitä valmistetaan mikrokuituisia alusvaatteita, erilaisia takkeja, neuleita, kovaa kulutusta kestäviä työvaatteita ja niin edelleen. Mahdollisuudet ovat rajattomat.



Kuva 4. Kanye West on pukeutunut polyesteristä ja puuvilla-polyesteri seoksesta valmistettuihin Dickiesin työvaatteisiin (Backgrid 2019.)



Kuva 5. Polyesterista valmistettu tekoturkki (Only wardrobe 2018.)

2.5 Polyesteri kiertotaloudessa

Kiertotalous on talousmalli, joka pyrkii tuotteiden hävittämisen sijaan kierrättämään ne. Materiaaleja ei lopuksi hylätä kaatopaikalle, vaan niistä syntyy uusia tuotteita. Materiaalien tehokas ja kestävä hyödyntäminen ja luonnonvarojen säästäminen ovat kiertotalouden keskeisiä tavoitteita. Omistamisen sijaan kiertotalous perustuu palveluiden käyttämiseen kuten vuokraamiseen.

Polyesteria voidaan pitää kiertotalouden mukaisena raaka-aineena kierrätettävyytensä ja pitkäikäisyytensä ansiosta. Materiaali on kestävä ja tutkijoiden mukaan laadukas polyesteri hajoaa vasta vuosisatojen päästä.

KIERRÄTTÄMINEN

Synteettisten materiaalien kierrättäminen on luonnonkuituja helpompaa, sillä kuitujen koostumus ei muutu prosessissa ja esimerkiksi polyesteria voidaan kierrättää useita kertoja, ilman että sen laatu heikkenee. VTT:n (2021, 55) mukaan tekokuidut kierrätetään termisesti sulattamalla, jonka jälkeen ne prosoidaan eri menetelmin, kuten puristamalla tai valamalla, uudelleen tuotteiksi. Luonnonkuidut joudutaan kierrättämään mekaanisesti ja prosessin seurauksena kuidut hajoavat, jolloin kuitupituudet lyhenevät. Lopputuloksena saatu lanka on laadultaan heikompaa. Teollisuuden

tekstiilijäte, joka ei ole kulunut käytössä, on raaka-aineena, korkealaatuista. Usein mekaanisesti kierrätetyn kuidun kanssa joudutaan kuitenkin sekoittamaan myös jotakin neitseellistä kuitua. (Fletcher 2014, 122.)

JÄTTEENPOLTTO

Kierrätys ja uudelleenkäyttö eivät ole ainoat jätehuollon mahdollisuudet polyesterille. Muovijätteellä on korkea, hiiltä tai öljyä vastaava lämpöarvo, joka voidaan puhtaasti ja turvallisesti hyödyntää polttamalla jätettä sähkön ja/tai lämmön tuottamiseksi. Polyesterivaatteita ei kuitenkaan vielä osata tehokkaasti kierrättää, mutta tulevaisuudessa tämä voisi olla yleisempi tapa hyödyntää käytöstä poistettua tekstiilijätettä.

2.6 Syitä polyesterin korvaamiselle

Polyesterin ongelmallisuus alkaa sen raaka-aineesta eli maaöljystä, joka on uusiutumaton luonnonvara. Vuosittain polyesterin valmistukseen käytetään noin 70 miljoonaa tynnyriä öljyä (Conca 2015). Öljyntuotannon ympäristöhaitat ovat merkittäviä, joskin hyvin vähäinen osa öljyntuotannosta käytetään tekstiilin raaka-aineena.

Polyesterista valmistetut vaatteet ovat suuri ongelma, erityisesti koska vaatteita heitetään roskiin ja poltetaan valtavia

määriä. Tämä ongelma koskee erityisesti pikamuotia, jota tuotetaan ja kulutetaan vuosi vuodelta yhä enemmän.

Polyesterin valmistukseen käytetään erilaisia apu- ja lisäaineita, joista osa on ympäristölle vaarallisia, kuten myrkyllinen, metallipohjainen antimoni. Polyesterin ihmiselle mahdolliset haitat liittyvät lähinnä tuotantoprosessiin, kuten värjäämiseen. Vaikean värjäytyvyyden vuoksi kuiturakennetta väljennetään erityisillä turvotin aineilla värjäyksen ajaksi. Nämä aineet ovat ihmiselle haitallisia kemikaaleja, jotka ärsyttävät ihoa ja hengityselimiä. Myrkyllisten kemikaalien ja haihtuvien liuottimien käyttöä on nykyisin

kuitenkin rajoitettu erilaisin ympäristömerkein ja ohjeistuksin. Näitä kemikaaleja ei pitäisi olla enää jäljellä lopputuotteissa. (Niemi & Lehto; Boncamper 2011, 312.) Polyesterin valmistus kuluttaa paljon energiaa ja valmistuksesta aiheutuu hiilidioksidipäästöjä, ei tosin niin paljon kuin muiden tekokuitujen valmistuksessa. Polyesterin valmistuksessa vettä kuluu vain vähän. Taulukossa on yleisimpien tekstiilikuitujen järjestys valmistuksessa käytetyn energian- ja vedenkulutuksen, sekä hiilidioksidipäästöjen mukaan. Järjestys on suuntaa antava, sillä esimerkiksi tehtaan ja viljelyn paikalliset olosuhteet vaikuttavat hyvin paljon. (Räisänen ym. 2017, 104.)

energian-kulutus	hiilidioksidipäästöt	vedenkulutus
akryyli	polyamidi	puuvilla
polyamidi	akryyli	polyamidi
polyesteri	viskoosi	viskoosi
polypropeeni	polyesteri	lyocell
viskoosi	villa	pellava
lyocell	puuvilla	akryyli
puuvilla	polypropeeni	villa
villa	kierrätetty polyesteri	polypropeeni
pellava	lyocell	polyesteri

● SUURI ● KESKINKERTAINEN ● PIENI

Taulukko 2. Kuitujen energian- ja vedenkulutus sekä hiilidioksidipäästöt (mukailtu Räisänen ym. 2017, 104.)

2.7 Mikromuovi

MIKÄ ON MIKROMUOVI?

Puhuttaessa polyesterivaatteista ja keinokuituisista tekstiileistä yleensäkin, ei voida välttyä mikromuoveista puhumiselta. Mikromuoveiksi kutsutaan muovipartikkeleita, jotka eivät hajoa luonnossa tai hajoavat hyvin hitaasti. Mikromuovit ovat pieniä ja läpimitaltaan alle 5 mm kokoisia muovin palasia. (Kohvakka & Lehtinen 2019, 104.) Synteettisistä tekokuiduista valmistetuilla tekstiileillä on todettu olevan yhteys vesistöjen mikromuoveihin.

MIKROMUOVIIEN HAITAT

Merten mikromuovit päätyvät meriin sade- ja jätevesien mukana. Mikromuovien vaikutuksia ekosysteemeihin ja ihmisen terveyteen on tutkittu vasta vähän, mutta haittavaikutuksia on jo löydetty. Vesistöihin päädyttyään mikromuovit päätyvät muun muassa kalojen ja äyriäisten ruuaksi ja kertyvät ravintoketjussa aina lautasillemme asti. Greenpeacen tutkimusten mukaan myös maailman meriin päätyvä tekokuituvaatteista irtoava mikromuovi on levinnyt kaikkialle maapalolla.

Mikromuoveja on löydetty merten lisäksi hengitysilmaasta, ruuasta ja jopa pullovedestä. Australian Newcastlen yliopiston tutkimuksen mukaan (WWF 2019, 7) keskiverto ihminen nielee viikossa jopa 5

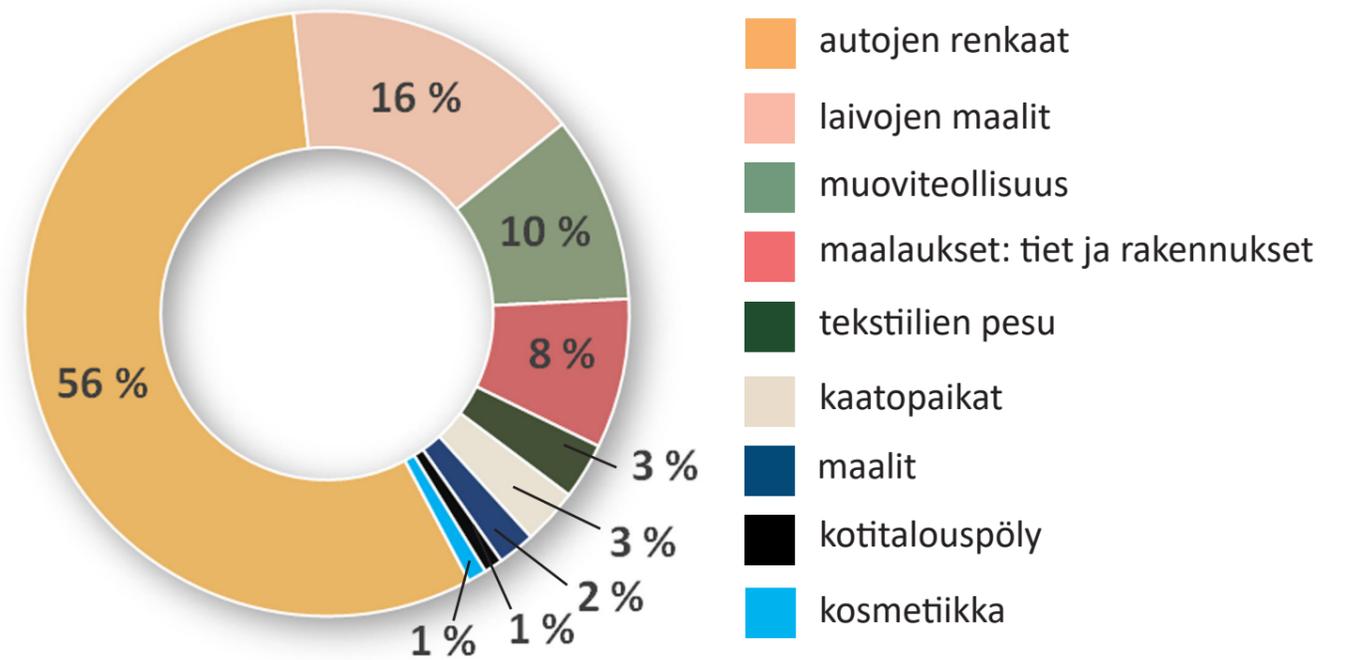
grammaa muovia, joka vastaa kooltaan yhtä luottokorttia. Mikromuovi tuottaa ongelmia myös muovin lisäaineina käytettyjen kemikaalien vuoksi. Kemikaalit voivat päätyä mikromuovin mukana luontoon ja eliöihin. (Euroopan parlamentti2018.)

Suomen ympäristökeskuksen sekä WWF:n tekemien tutkimusten mukaan moderni jätevedenpuhdistamo poistaa 97-99,9 prosenttia jäteveden mikromuoveista. Lisäksi mikromuovien irtoaminen tekstiileistä tasoittuu yleensä 5–10 pesukerran jälkeen (Mäki; Setälä & Suikkanen, 2020).



Kuva 6 . Tyynestämerestä kerättyjä näytteitä (Lark Rise Pictures.)

Merten mikromuovien lähteet



Kuvio 2. Merten mikromuovien lähteet (mukailtu Environmental Expert 2016; WWF; Sherington 2016; Suomen tekstiili ja muoti.)

MIKROMUOVIIEN LÄHTEET

Riippuen julkaisijasta, merien mikromuovien lähteet vaihtelevat paljonkin, myös näytteenottoaikan sijainnilla on merkitystä. Luotettavaa tutkimustietoa on kuitenkin tarjolla ja useimpien lähteiden mukaan autonrenkaat ovat suurin mikromuovien lähde vesistöissä. Tieliikenteessä renkaista irtoavat mikromuovit päätyvät vesistöihin sateiden huuhtomina. Suoraan mereen hajoavat muoviroskat, tekokuituiset vaatteet ja kosmetiikka ovat myös mikromuovisaastuttajia.

Kuviossa 2. on esitetty mikromuovien lähteitä. (Environmental Expert 2016; WWF; Sherington 2016; Suomen tekstiili ja muoti.)

KULUTTAJAN VAIKUTTAMINEN MIKROMUOVIPÄÄSTÖIHIN

Monelle mieluinen fleecakangas kuivuu nopeasti ja on käytössä kevyt ja lämmin mutta joka pesussa siitä voi kuitenkin päätyä viemäriin yli 1900 kuitua pesukertaa kohti (Setälä & Suikkanen, 2020, 83). Setälä ja Suikkanen kirjoittavat, että

Browne ym. (2011) kertovat tutkimuksessaan, että synteettisiä tekstiilikuituja oli havaittu tiheästi asuttujen alueiden rannikoilla suuria määriä. Tämä vuonna 2011 tehty tutkimus oli ensimmäisiä tutkimuksia tekstiilikuiduista meriympäristössä. Tutkimuksesta seurasi polyesterin ja etenkin fleece-kankaisten vaatteiden päätyminen epäekologisten ja luonnon kannalta ei-toivottujen tekstiilien joukkoon. Uudemmat tutkimukset ovat kuitenkin paljastaneet, että kaikki tekokuituiset vaatteet päästävät yhtä paljon - tai jopa enemmänkin mikrokuituja, kuin fleece.

Mikromuovipäästöjen arviot voivat vaihdella huomattavastikin eri tutkimusten välillä. Mikromuovien irtoamisen mää-



Kuva 7. Fleeceetakki (XXL..)

rään vaikuttavat muun muassa langan sisältämien kuitujen määrä ja laatu, tuotteen viimeistely, pesukoneen tyyppi, sekä käytetty pesu- ja huuhteluaine (Mäki 2020).

Kuluttajalle tehokkain tapa estää mikromuovien päätymistä vesistöihin on välttää vaatteiden tarpeetonta pesemistä. Markkinoilla on saatavilla pesupusseja, joiden kerrotaan nappaavan mikromuovihiukkaset vaatteita pestessä. Pesupussin tehosta on vielä varsin vähän tutkittua tietoa. Pesupussi on valmistettu nylonista, joka itsessään on mikromuovin lähde. Erään valmistajan sivuilla kerrotaan, että pussin materiaalista ei irtoa mikromuoveja, mutta asiaan ei löytynyt tätä mainintaa enempää lisätietoja.



Kuva 8. Mikromuovi pesupussi (Nudge.)

3.

Urheiluvaatteen vaatimukset

3.1 Toiminnallisuus

Toiminnallisten urheiluvaatteiden ominaisuuksia ovat kosteuden ja lämmön säätö, hengittävyys, pehmeä ja miellyttävä tuntu iholla, ultravioletisäteilyltä suojaavuus, antibakteerisuus ja venyvyys. Tarkastelen tässä opinnäytetyössä ihoa vasten tulevia vaatteita, kuten urheilutrikootia ja toppeja, joita käytetään liikkumassa sisätiloissa tai ulkona kohtalaisen lämpimissä olosuhteissa. Näin olen rajannut tutkimukseni ulkopuolelle esimerkiksi säältä suojaavat vaatteet, kuten ulkoiluvaatteet.

Urheiluvaatteet on suunniteltu tukemaan erilaisten lajien fyysisiä vaatimuksia. Hyvät urheiluvaatteet tekevät liikkumisesta tehokkaampaa ja miellyttävämpää. Urheiluvaatteiden leikkauksilla

haetaan kehon liikkeiden myötäilyä ja lihasten tukemista. Erikoiskuidut ja tekniset materiaalit kuten polyesteri ja lycra imevät iholta erittyvää kosteutta ja kuivuvat nopeasti pitääkseen ihon kuivana ja lämpimänä suorituksen aikana, toisin kuin esimerkiksi puuvilla, joka jättää olon märäksi. Puuvillaa olevat vaatteet alkavat myös haista nopeammin pitkäaikaisessa käytössä teknisiin materiaaleihin verrattuna.

Yksityiskohtien avulla saadaan luotua lisää mukavuutta ja niillä saadaan parannettua suorituskykyä. Tutkimus ja kehitys jatkavat keskeisessä asemassa, kun yritykset etsivät uusia tapoja saada kelpo kilpailuetua tarjoamalla huippusuoritusta ja mukavuutta, unohtamatta esteettistä ulkonäköä.

3.2 Teknologia, muotoilu ja muoti

Teknologian kehitys on johtanut älykkäiden, ärsykeille herkkien kankaiden luomiseen ja aktiivi- sekä vapaa-ajanvaatteiden uudenlaisiin markkinoihin. Kuitu- ja kangasteknologian kehittymisen ja nykyaikaisen vaatemuotoilun myötä suorituskykyiset urheiluvaatteet ovat entistä kehittyneempiä muotoilultaan, yksityiskohdiltaan ja materiaaleiltaan.

Urheiluvaatealalla muoti ja toiminnallisuus sulautuvat yhteen. Esimerkiksi muotoilevat trikoot ja istuvat urheiluliivit ovat miellyttävät päällä ja näyttävät myös hyvältä. Värikkäät ja tyylikkäästi leikatut vaatteet tuovat motivaatiota ja lisää energiaa vaativiinkin suorituksiin, eikä urheillessa tarvitse tinkiä esteettisyydestä.

Urheiluvaatebrändien markkinoihin vaikuttavat lisääntynyt urheilun harrastaminen ja erilaiset suorituskykyvaatimukset. Myyntiä on kasvattanut myös vapaa-ajan urheilullinen pukeutumistyyliksi ja urheiluvaatteisiin pukeutuminen voi kestää salitreenin sijaan koko päivänkin. Katukuvassa on tavallista nähdä esimerkiksi mukavia treenitrikoita yhdistettynä erilaisiin asukokonaisuuksiin.



Kuva 9. Urheilutrikoot arkipukeutumisessa (Sassy red lipstick 2020.)

3.3 Ammatti- ja vapaa-ajan urheiluvaatteet

Mitä vaativammasta suorituksesta on kyse, sitä enemmän ominaisuuksia vaatteelta odotetaan. Urheiluvaatteet voidaan luokitella kahteen pääryhmään: ammattuurheilu- ja vapaa-ajan urheiluvaatteisiin.

Ammattilaisurheiluvaatteet, joissa vaaditaan maksimaalista fyysistä suorituskykyä, käyttäjän ikäjakauma ja sukupuoli on ennalta määritelty, urheiluvaatteita

käytetään todennäköisesti lyhyen aikaa, kulumistiheys on ennalta määritelty ja ilmasto-olosuhteet ovat suunnilleen va-kiot vaadittujen rajojen sisällä.

Vapaa-ajan urheiluvaatteet, joissa odotetaan olevan matala tai kohtalainen fyysinen aktiivisuus, käyttäjän ikä ja sukupuoli voivat vaihdella suuresti, kulumisaika ja käyttötiheys voivat vaihdella suuresti ja ilmasto-olosuhteet voivat myös vaihdella enemmän kuin ammattuurheiluvaatteissa.



Kuva 10. Urheiluvaatteet ovat osa suorituskykyä (Inc.)

3.4 Vaatimukset

Nourney, ym. (2001, 237) mukaan urheiluvaatteen vaatimukset voidaan jakaa kuuteen kategoriaan:

1. Vaatetusfysiologinen sopivuus, käyttömukavuus ja miellyttävä tuntu iholla

Kehon, vaatetuksen ja ilmaston optimaalinen yhteisvaikutus saavutetaan käyttämällä yhteensopivia materiaaleja ja tekstiilitasorakenteita, kuten: mikrokuitukankaat, kalvopinnat ja monikerroksiset rakenteet.

2. Mukavuus ja tarkoituksenmukaisuus

Käyttömukavuuden kannalta on tarpeen huomioida leikkaukset ja istuvuus, valmistustapa sekä hyvin suunnitellut tekniset yksityiskohdat, esimerkiksi: muotoillut polvi- ja kyynärpäät, kiristysmahdollisuudet, tuuletusaukot, taskut ja piilotettu huppu.

3. Kulutuksen- ja hankauksenkesto

Urheiluvaate joutuu kovaan rasitukseen, joten se vaatii ensiluokkaisia materiaaleja ja korkealaatuista kaavoitus- ja ompelutyötä, kuten: vahvikkeet, erityyppiset saumat ja rakenteet.

4. Muodonpitävyys ja helppohoitoisuus

Urheiluvaatteen tärkeimpiä ominaisuuksia on muodonpitävyys, eli tuote joustaa mutta ei venähdä piloille. Nyppyyntymätön pinta ja vaatteiden muodon muuttumattomuus ovat merkkejä laadukkaasta materiaalista. Urheiluvaatteen pitää kestää tiheääkin pesemistä ja sen pitää olla silittämättä siisti.

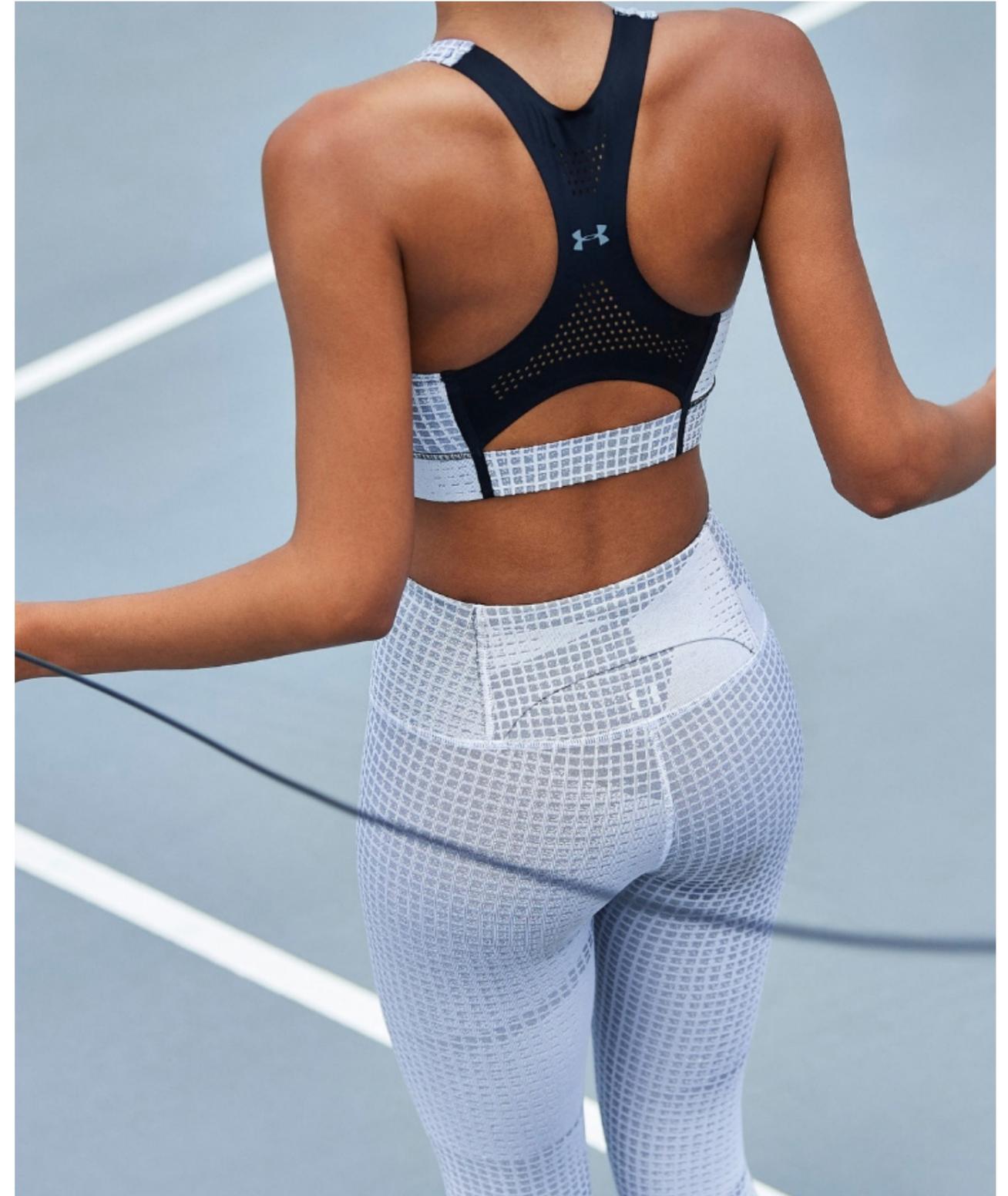
5. Alhainen paino ja pieni pakkaustilavuus

Alhainen paino ei häiritse tai hankaloita liikkumista ja pieni pakkaustilavuus helpottaa urheiluvaatteiden kuljetusta ja pakkaamista.

6. Ongelmaton hävittäminen

Pitkäikäinen vaate on kiertotalouden kannalta paras vaihtoehto. Kierrätystä helpottaa 100 prosenttisesti yhdestä materiaalista valmistetut vaatteet, sekä helposti poistettavat kiinnittimet, kiristimet yms.

Urheiluvaatemateriaalia valitessa nämä kohdat tulisi ottaa huomioon. Sopiva materiaali täyttää kaikki kategoriat aina valmistuksesta, käyttöön ja lopulta kiertotalouden mukaiseen hävittämiseen.



Kuva 11. Urheiluvaatteella on erilaisia vaatimuksia (Mapmyrun 2019.)

4.

Polyesterin korvaaminen urheiluvaatteissa

4.1 Kestävä kehitys ja vastuullisuus – nykyajan trendit vaateteollisuudessa

Uusien biopohjaisten tai kierrätettyjen materiaalien, uusien tuoteideoiden ja kestävämmän kulutuksen ratkaisujen innovointi ja huomioiminen ovat tämän päivän trendejä myös urheiluvaateteollisuudessa. Urheiluteollisuus on muuttumassa radikaalisti vastuullisempaan suuntaan ja uusia ratkaisuja vastuulliseen yritystoimintaan kehitetään jatkuvasti.

KESTÄVÄ KEHITYS

Vauhti kohti kestävämpää tuotantoa kasvaa vuosi vuodelta, sekä suuret valmistajat että pienemmät yritykset tarjoavat monia uusia lähestymistapoja ekologi-

sesti ja eettisesti kestävämpään tuotantoon. Kestävä kehitys ei ole enää pelkästään trendi, vaan aihe on vakiinnuttanut asemansa - eikä se häviä.

Kestävyys on prosessi, johon liittyy nykyisten tuotanto-, jakelu- ja kulutusmallien kyseenalaistaminen ja parantaminen. Yhä useammat yritykset aloittavat tämän polun ja esimerkiksi EU:n uusi jätedirektiivi vaatii jäsenmailta tekstiilijätteen erilliskeräyksen aloittamista vuoteen 2025 mennessä (Euroopan parlamentti 2020).

Vaatteiden käyttöikä on lyhentynyt vuodesta 2000 yli kolmanneksen. Ellen MacArthur -säätiön julkaisemassa selvityksessä (2017), vaatteita käytetään kuitenkin edelleen keskimäärin 160 kertaa.

Tämä tarkoittaa käytännössä sitä, että jos vaatetta käytetään kerran viikossa, on käyttöikä yli kolmea vuotta. Tekstiiliteollisuuden hiilidioksidipäästöjä voitaisiin vähentää jopa 44 prosenttia pelkästään sillä, että tuotteiden käyttöikä tuplaantuisi.

KUITUJÄTTEEN HYÖDYNTÄMINEN

Kierrätettyjen materiaalien kaupallinen käyttö on vähitellen saavuttamassa kasvua. Mutta entä käytöstä poistettujen vaatteiden kierrätettävyys? Vaatejätteen kierrätys ja uusien materiaalien valmistus jätteestä on edelleen lapsenkengissä. Euroopan parlamentin (2021) mukaan Euroopassa suurin osa eli 87 prosenttia tekstiilijätteestä poltetaan tai viedään kaatopaikalle, maailmanlaajuisesti vain alle prosentti vaatteista kierrätetään

vaatteina, syynä on ainakin osittain puutteellinen teknologia. Kehityksen kohteena onkin luoda tehokas keruujärjestelmä. Ennen keruuta tulisi tietää ja määritellä, miten tekstiilikuitujätettä hyödynnettäisiin kestävästi ja kannattavasti, sillä vasta kannattavuus tekee toiminnasta yrityksen näkökannalta kestävä. Tekstiilijätteen ja sen raaka-aineen eli kuitujen, hyötykäyttö on ongelmallinen mutta täynnä mahdollisuuksia.

Eri tekstiilikuitujen uudelleen käytettävyys on hyvin erilaista riippuen kuidusta ja sen alkuperästä. Elinaikanamme, ja jo lähivuosina saamme tekstiileihimme uusia materiaaleja, joilla on tekokuitujen hyvät käyttöominaisuudet, mutta raaka-aine on ekologisempi ja esimerkiksi täysin biohajoava.



Kuva 12. Ekologisuus alkaa suunnittelijan pöydältä. (Nike 2021.)

4.2 Polyesterin korvaaminen

Urheiluvaateteollisuudessa käytetään vain vähän materiaaleja, jotka eivät sisällä niin sanotusti muovia, eli eivät ole tekkokuituisia kuten polyesteri ja polyamidi. Polyesterin kokonaan korvaaminen on tämänhetkisten tietojen, materiaalien ja teknologian perusteella lähes mahdollista. Polyesteri muokkautuu monenlaisiin käyttötarkoituksiin, se on edullista ja sitä on helposti saatavilla. Tuotantoa pystytään kuitenkin vähentämään ja polyesterin käyttöä voidaan joissain määrin korvata.

Toisaalta ekologisuuteen tähtäävä täydelliseen korvaamiseen pyrkiminen ei välttämättä ole täysin perusteltua, sillä polyesterin pitkäikäisyys ja kierrätettävyyden tekevät siitä kierrätettävyyden mukaisen materiaalin. Polyesterin korvaamiseen on vaihtoehtoja eri kuituluokissa. Vaihtoehtoja voidaan etsiä luonnonkuiduista, kuten villasta. Kierrätetyt tekkokuidut ja muuntokuidut tarjoavat myös useita vaihtoehtoja, joista osa on jo kaupallisessa käytössä ja osaa kehitellään vielä laboratorio tasolla.

4.4 Kierrätetyt tekkokuidut

Vaatteiden valmistus kierrätetyistä tekkokuiduista säästää 30-50 prosenttia energiaa (Tripulse 2020). Usein kuluttaja ei edes huomaa, että tuote on valmistettu

kierrätetystä materiaalista, sillä tekkokuitujen kierrätyksessä laatu säilyy samana. Kierrätetyt tekkokuidut saadaan vaatteisiin yleisimmin muovijätteestä, kuten PET -pulloista ja kalastuksessa käytetyistä verkoista. Tällä hetkellä alle prosentti kerätyistä tekstiileistä kierrätetään takaisin vaatteisiin (Tripulse 2020). Näin ollen kierrätettyjen materiaalien käyttö ei toistaiseksi ratkaise käytöstä poistetuista vaatteista aiheutuvia jätekuormia ja ympäristötaakkaa.

Tekstiilijätteen materiaalihyötykäyttö on vielä vähäistä ja pääasiassa kotitalouksien sekajätteen mukana tulevat tekstiilit ja jalkineet päätyvät energiahyötykäyttöön. Suomessa tekstiilijätettä ei ole saanut viedä kaatopaikoille vuodesta 2016 lähtien. Jätteenpoltolla saadaan otettua talteen energiaa, joka käytetään esimerkiksi lämmitykseen.

Jätteen syntyä voidaan ehkäistä kierrättämällä itselle tarpeettomia tuotteita esimerkiksi kirpputoreilla, jolloin tuotteen elinikä pitenee. Vaatekaupat keräävät myös kuluttajalle tarpeettomia tekstiilejä. Ylen (2019) mukaan kuluttajien kaappoihin palauttamien tekstiilien kuljetetaan oletettavasti Keski-Eurooppaan, josta ne ohjataan joko kolmansiiin maihin tai mekaaniseen kierrätykseen. Mekaanisesti kierrätettyjä tekstiilikuituja hyödynnetään Euroopassa muun muassa autoteollisuuden verhoiluissa.

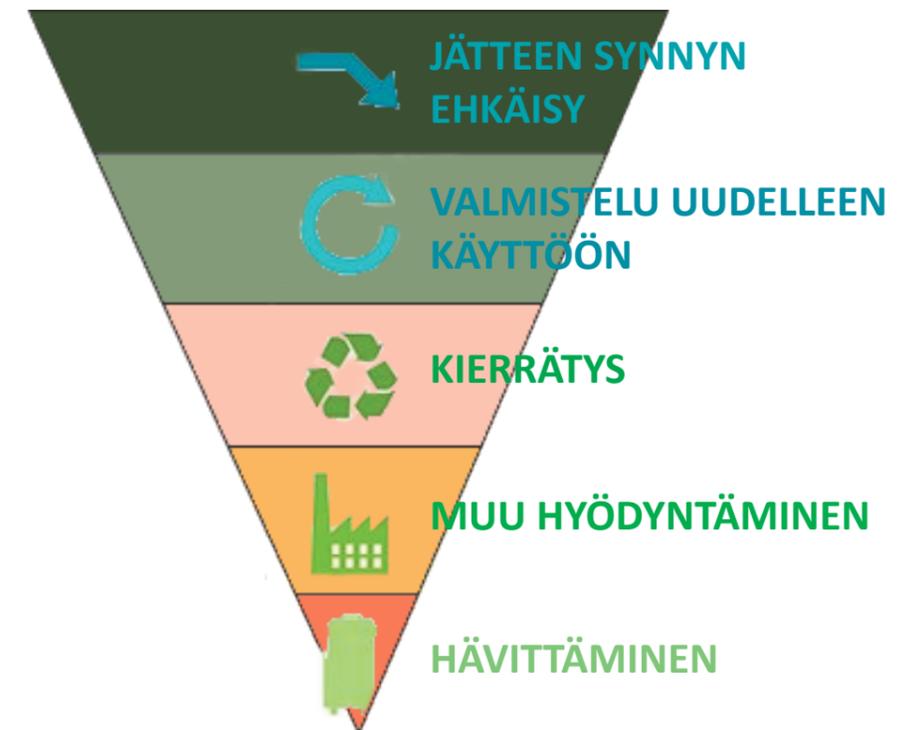
Tekstiilien materiaalihyötykäyttöön on olemassa jo osaamista ja teknologiaa mutta materiaalien keräys ja lajittelu vaatii vielä paljon työtä. Uudet toimintamallit tekstiilijätteen keräyksessä loisivat lisää yrityksiä, työpaikkoja ja sen myötä talouskasvua tällä osa-alueella. Suomen tekstiili ja muoti (2020) kertoo että Suomeen on rakenteilla Pohjoismaiden ensimmäinen poistotekstiiliä laajamittaisesti käsittelevä laitos. Laitoksessa käsitellään yritysten poistotekstiiliä ja pienemmällä pilottilinjastolla kotitalouksien poistotekstiiliä.

ETUSIJAJÄRJESTYS

Kierrätysmateriaalien valmistus tukee etusijajärjestystä, joka ohjaa jätehuoltoa. Etusijajärjestyksen periaatteet:

- Jätteen syntymistä on ensisijaisesti vältettävä
- Jos jätettä syntyy, se on valmistettava uudelleenkäyttöä varten
- Jäte on ensisijaisesti kierrätettävä aineena ja toissijaisesti hyödynnettävä energiana
- Jos jätteen hyödyntäminen ei ole teknisesti tai taloudellisesti mahdollista, jäte pitää sijoittaa kaatopaikoille (Ely-keskus 2019.)

Jätteenkäsittelyn etusijajärjestys



Kuvio 3. Etusijajärjestys (mukailtu Ely -keskus 2019.)



Kuva 13. Adidas x Stella McCartney (Adidas 2020.)

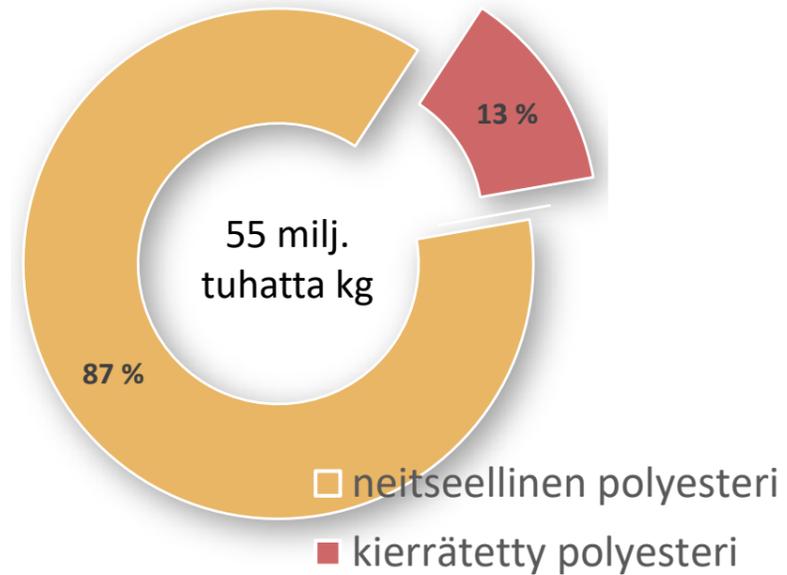
KIERRÄTETTY POLYESTERI

Kierrätetty polyesteria valmistetaan suurimmaksi osaksi kuluttajilta kerätyistä polyesteri eli PET -juomapulloista. Raaka-aineena voidaan käyttää myös teollisuuden lanka- ja kangasylijäämästä, vanhoja polyesterivaatteita ja merten muovijätettä. Kierrättäminen ei heikennä tekokuidun laatua, vaan siitä saadaan kuidun samat tekniset ominaisuudet mutta pienempi ympäristöjälki. (Forbes 2015.)

Kierrätetyn polyesterin käyttö on ekologisempaan verrattuna neitseelliseen polyesteriin. Valmistaminen vähentää luonnonvarojen kulutusta, koska uutta raaka-ainetta ei tarvitse valmistaa. Lisäksi tuotantoon tarvitaan vähemmän kemikaaleja ja tuotanto säästää energiaa sekä vettä.

Kuviossa 4. on esitetty neitseellisen ja kierrätetyn polyesterin tuotanto vuonna 2018. Kierrätyspolyesterin osuus kaikesta polyesterin tuotannosta on noin 13 prosenttia eli 4,5 miljoonaa tonnia. On ennustettavissa, että kierrätetyn polyesterin (rPET) kysyntä ja markkinat kasvavat nopeammin kuin koko rPET:n tuotanto. Tuotteet, jotka on valmistettu kierrätetystä muovista, ovat lisääntyneet huomattavasti ja tällä hetkellä kierrätetystä raaka-aineesta valmistetut tuotteet korvaavat jo monet kohteet, jotka on ennen valmistettu neitseellisestä polyes-

Polyesterin tuotanto vuonna 2018



Kuvio 4. Kierrätetyn polyesterin osuus polyesterituotannosta mukailtu Kuitutilastot 2020.)

teristä. (Thiele 2007, 268.) Useat valmistajat ovat ottaneet kierrätyspolyesterin jo käyttöönsä ja kuluttaja pystyy helposti valitsemaan tuotteen, joka on valmistettu täysin tai ainakin osittain kierrätetyistä raaka-aineista.

Urheiluvaatejätti Adidas ja suunnittelija Stella McCartney ovat luoneet malliston Adidas by Stella McCartney, jossa yhdistyvät ikoninen urheiluvaatetyyli ja tulevaisuusajattelua käyttävien muotisuunnittelijoiden visio ja luovuus. Ekologisuus huomioiden mallistosta on luotu näyttävä muodin ja suorituskyvyn yhdistelmä. (Adidas 2020.)



Kuva 14. Adidas x Stella McCartney (Adidas 2020.)



Kuva 15. Vanhoista kalaverkoista saadaan kierrätettyä nailonia (The other danish guy.)

ECONYL - KIERRÄTETTY NAILON

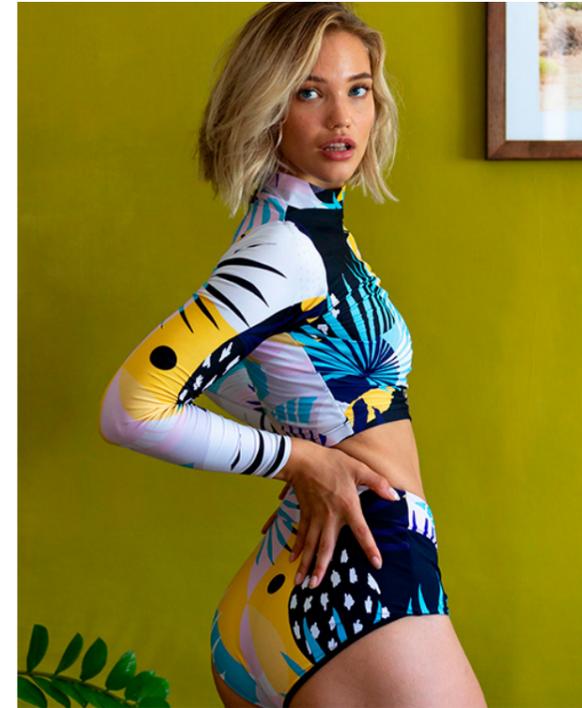
Econyl on kierrätetystä nailonista, kuten käytöstä poistetuista kalaverkoista ja kangasjätteestä valmistettu kangas, jonka ominaisuudet ovat identtisiä tavallisen nailonkankaan kanssa. Nailon ja Econyl eivät ole kuitumuodossaan joustavia, vaan kuidusta saadaan joustava vasta kudottuna. Econyl on suhteellisen sitkeä ja helppo kutoa tiiviisti neulottaviin vaatteisiin ja teollisuustekstiileihin. Materiaali ei kuitenkaan ole kovinkaan lämmönkestävä tai kestävä ja se ei hengitä.

Kuitua käytetään vaatetuksessa muotoiluissa, istuviksi valmistetuissa alaosissa kuten sukat ja sukkahousut. Econyl sopii myös uimapukuihin, kuvassa on kotimaisen HallaxHallen urheilu uima-asu, jonka kangas on 86% kierrätettyä nailonia ja 14% elastaania. Uima-asulla on 50+ UV-suojaa. Uima-asujen hinnat ovat noin 50 eurosta ylöspäin per osa. (HallaxHalla 2021.) Econyl sopii myös urheiluvaatteisiin, kuten juoksushortseihin ja pyöräilyvaatteisiin. Fitico Sportswearin kompressiotrikoot ovat pääosin Econylia.

Econyl on toistaiseksi vielä melko kallista mutta hinnan odotetaan tippuvan kunhan kankaan kysyntä, käyttö ja valmistus yleistyvät. (Hodakel 2021.)

YMPÄRISTÖHYÖDYT

Econylin ympäristöhyödyt ovat kyseenalaisia. Vaikka onkin selvää, että kierrä-

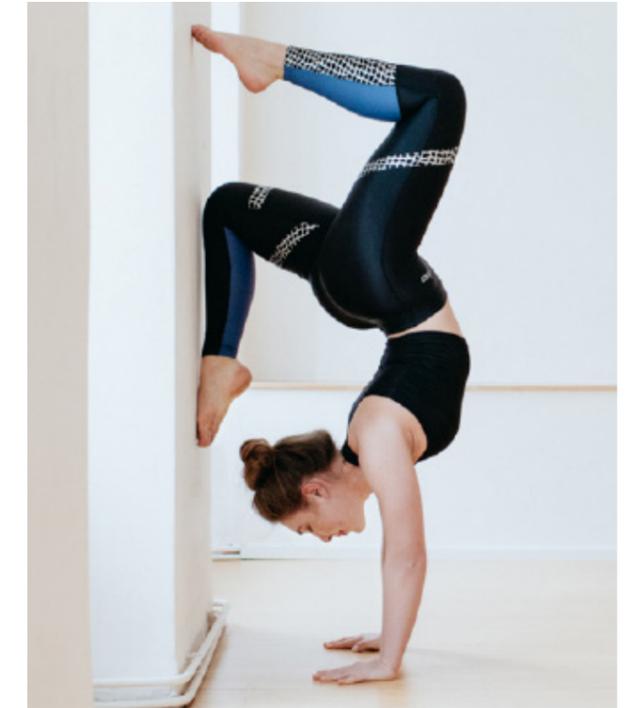


Kuva 16. HallaxHallen uima-asu (HallaxHalla.)

tetyn kankaan tuotanto on ekologisempaa kuin uuden kankaan valmistus, se ei ratkaise kaikkia tähän saastuttavaan kankaaseen liittyviä ympäristökysymyksiä.

Nailonin tuotanto on erittäin myrkyllistä. Vaikka on mahdollista valmistaa nailonia vahingoittamatta työntekijöitä, suurin osa nailonin tuotannosta tapahtuu kolmannen maailman maissa, joissa työntekijöiden suojelua koskevia määräyksiä on vähän, ja kansainväliset yritykset ajavat palkat mahdollisimman pieniksi.

Kuten muutkin keinokuituiset kankaat, myös Econyl joudutaan värjäämään kemikaaleilla, jotka ovat useimmiten myrkyllisiä ja haitallisia sekä ihmisille että



Kuva 17. Econyn urheilutrikoot (Econyl 2018.)

ympäristölle. Muiden fossiilisista polttoaineista peräisin olevien kankaiden tapaan, Econyl ei ole biologisesti hajoava, eikä tämän tekstiilin kierrätetyllä alkuperällä ole merkitystä tälle ongelmalle. Aivan kuten nailon, käytöstä poistetut Econyl-vaatteet kuormittavat ekosysteemejä, ja ne myötävaikuttavat mikrokiuongelmaan, joka heikentää nopeasti jopa juomaveden laatua ympäri maailmaa.

Hodakelin mukaan kangas on melkein yhtä haitallinen ympäristölle kuin normaali nailon. Ainoa ero on, että Econylin tuotanto kerää pienen määrän maailmanlaajuista nailonjätettä ja muuttaa sen uusiksi kuiduiksi.

4.3 Vaihtoehtoja luonnosta

Luonnonkuitujen materiaalit tulevat luonnosta, ne voivat olla peräisin kasveista, eläinten karvoista tai mineraaleista. Luonnonkuituja pidetään tekokuituja ekologisempina niiden biohajoavuuden vuoksi, mutta luonnonkuitujen kasvatus vaatii usein paljon vettä, torjunta-aineita ja maapinta-alaa sekä tuotanto voi aiheuttaa myös eläinten tehotuotantoa ja kaltoinkohtelua. Erilaisten sertifikaatein turvin on kuitenkin mahdollista selvittää materiaalien alkuperä ja varmistaa tuotteiden vastuullisuus.

MERINOVILLA

Boncamperin (2011) mukaan merinovilla lampaasta saatavat merinokuidut ovat yleisimmin käytettyyn lampaanvillaan verrattuna ohuempia ja pehmeämpiä. Merinovilla siirtää tehokkaasti kosteutta, sillä kuidun pinnalla on huokoisia soluja, jotka pystyvät imemään ja haihduttamaan nopeasti kosteutta niin, että iho tuntuu kovassakin suorituksessa kuivalta. Keli Clothing:in mukaan villa voi imeä itseensä kosteutta jopa 35 prosenttia omasta painostaan tuntumatta märältä, tekokuidulla vastaava luku on vain 1 prosentti.

Merinovillan tehokas kosteuden siirto estää bakteerien kasvua ja näin ollen vähentää myös hien hajun muodostumista, jolloin vaate pysyy raikkaana.

Merinovillaisen vaateen raikastamiseen riittää tuuletus, joten pesukertojen tarve vähenee, joka säästää vaatetta ja ympäristöä.



Kuva 18. Merinolammas (Scandinavian outdoor.)

OMINAISUUDET

Merinovilla on biohajoavaa. Se lämmitteää viileällä ja viilentää kuumalla. Tämä perustuu merinovillakuidun kiharuuteen ja sen muodostamiin mikroskooppisen pieniin ilmataskuihin. Merinovilla on antibakteerinen ja se hylkii likaa, luonnollinen uv-suoja suojaa auringolta. Villan jousimainen rakenne tekee materiaalista kestävä ja hyvin palautuvan. Merinovilla ei sähköisty luonnollisen kosteutensa ansiosta. Merinovilla ei kutita, vaan tuntuu pehmeältä ja kevyeltä päällä.

VILLAN ALKUPERÄ

Merinovillan alkuperä on kuitenkin syytä selvittää. Sormusen (2018) mukaan 80 prosenttia maailman villasta tulee Australiasta. Kotimaista villaa hyödynnetään vuosittain vain noin neljä prosenttia, sillä lampureille maksetaan raakavillasta usein niin vähän, ettei se riitä kattamaan edes keritsemisen kustannuksia, joten villantuotanto Suomessa ei ole kannattavaa. Esimerkiksi Suomen suurin lankekatehdas Novita paljastaa ostavansa villan pääasiassa Englannista, Norjasta ja EU-alueelta (Yle 2019).

Kuluttajan on vaikea selvittää villan alkuperää, kuten myös sitä millaisissa oloissa lampaat ovat eläneet. Villantuotantoon voi liittyä suuria eettisiä ja ekologisia ongelmia, kuten kivulias mulesing-toimenpide. Markkinoilla on tarjolla vastuullista merinovillaa, joka on merkitty sertifika-

tein, jotka varmistavat tuotteen vastuullisen tuotannon, mulesing vapauden ja eläinten hyvät elinolosuhteet.

Kuvassa oleva urheiluvaatemerkki Kari Traa on ottanut tuotteissaan kokonaisvaltaisesti huomioon vastuullisuuden ja ympäristöä kunnioittavan kestävä tekstiilituotannon. Urheiluliivien vuori on merinovillaa. (Kari Traa.)



Kuva 19. Kari Traan urheiluliivit (Kari Traa.)

KOTIMAISIA URHEILUVAATTEITA MERINOVILLASTA

Kotimainen Keli Clothing valmistaa urheilu- ja ulkoiluvaatteita merinovillasta. Valikoimaan kuuluu muun muassa juoksu- ja pyöräilyvaatteita sekä asusteita. Tuotteet valmistetaan Suomessa, merinovillaneuloksesta, joka on tuotettu Italiassa. Keli tarjoaa tuotteilleen ilmaisen korjauspalvelun, joka pidentää tuotteen elinikää entisestään. (Keli Clothing.)



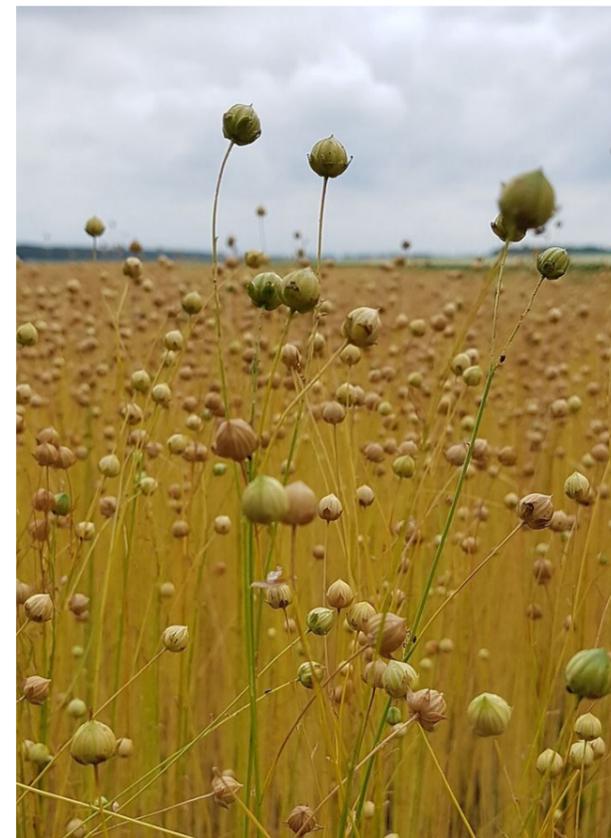
Kuva 20. Keli Clothingin merinovillapaita ja -hihat (Keli Clothing 2020.)

Keli Clothingin toinen perustaja Sanni Pennanen painottaa, että käyttäjän vastuu vaatehuollosta ja siinä tehtävistä oikeista toimenpiteistä on villan kohdalla erityisen tärkeää tuotteen käyttöiän kannalta. Väärin huollettuna villainen vaate ei kestä käytössä pitkään jolloin sen ekologisuus kärsii. Oikea hoito takaa kuitenkin kiertotalouden kannalta parhaan tuloksen: - pitkäikäisyyden

EKOLOGINEN PELLAVA

Merinovilla voi olla aurinkoisessa kesäsäässä liian lämmin ja tähän ongelmaan on tarttunut ranskalainen yritys nimeltä Weald. Brändin vaatteet on suunniteltu kevyeen urheiluun ja tuotteet valmistetaan pellavasta.

Pellava on yksi kaikkein ympäristöystävällisimmistä tekstiilikuiduista, sillä sen kasvatusta vaatii vain vähän tai ei lainkaan torjunta aineita. Lisäksi kasteluun riittää pelkkä sadevesi. Wealdin mukaan 80 prosenttia maailman pellavakuidun tuotannosta on eurooppalaista alkuperää.



Kuva 21. Pellava (Punomo.)



Kuva 22. Pellava urheilupaita (Weald. 2020.)

Pellavan tärkeimmät ominaisuudet urheiluvaatteessa ovat antibakteerisuus, se pysyy raikkaana, eikä ala haista, sekä viileä tuntu kuumassa säässä pellavan lämmönjohtokyvyn ansiosta. Pellava kestää kulutusta ja pesua sekä on biohajoava. Pellavalla on kuitenkin ominaisuuksia, jotka eivät ole optimaalisia urheiluvaatteelle: se rypistyy helposti, eikä kangas joustaa. Pellavaneulos on kuitenkin kangasta joustavampi, ja näin kuidusta saadaan toiminnallisempi.

4.5 Muuntokuidut

LYOCELL

Lyocell on kestävä ja kosteutta iholta siirtävä kuitu, joka sopii hyvin urheiluvaatteisiin. Lyocellista valmistettu kangas on hengittävä, antibakteerinen ja tuntuu viileältä. Silkinomainen ja pehmeä lyocell tuntuu mukavalta ihoa vasten eikä se rypisty helposti. Tunnetuin lyocell kuitu on kauppanimeltään Tencel. (Boncamper 2011, 250-251.) Tencelin omistaa kuitutuottaja Lenzing-konserni.

Lyocell sopii ominaisuuksiltaan ihoa vasten tuleviin urheiluvaatteisiin ja sitä on saatavilla niin ylä- kuin alaosissakin. Kuvassa 22. on Mandala -brändin joogabody, joka on Tencelin ja puuvillan sekoitetta. Bodyn hinta on 55 euroa. Kuvassa 24. oleva Iron Root:sin urheilupaita on 100 prosenttia Tenceliä ja se on hinnaltaan 39,99 euroa. Lyocellin käyttö ei siis tee vaatteista kovinkaan kalliita.

Lyocell valmistetaan yleisimmin nopeakasvuisesta eukalyptuspuusta tuotetusta selluloosasta. Raaka-aineena voidaan käyttää myös koivua, bambua tai mäntyä. Boncamperin (2011, 249) mukaan lyocellin valmistusmenetelmän etuna on yksinkertaisuus, sekä ympäristöystävällisyys, sillä menetelmä on suljettu. Tuotannossa käytetään biohajoavia kemikaaleja, jotka otetaan talteen ja voidaan käyttää uudestaan lähes 100 prosentti-



Kuva 22. Joogabody, jonka valmistukseen on käytetty Tenceliä (Garmendo.)

sesti. Verrattuna esimerkiksi puuvillan tuotantoon, lyocellin tuotantoprosessi kuluttaa vähemmän energiaa ja vettä kuin esimerkiksi puuvillan tuotanto. Lyocell on saanut EU:n ympäristömerkin ja materiaali on 100% biohajoava, lisäksi se on myrkytön, eikä siitä irtoa mikromuoveja. Polyesteri on halvempaa mutta se ei tunnu iholta yhtä pehmeältä kuin lyocell, eikä polyesteri pysty kilpailemaan lyocellin kanssa ympäristöystävällisyydessä.

LYOCELLIN TULEVAISUUS

Lyocellin tulevaisuudennäkymät ovat hyvät, sillä materiaalia kehitetään usealla eri taholla. Suomessa kuidusta kehitellään tällä hetkellä Ioncell -nimistä kuitua, jonka valmistukseen voidaan käyttää



Kuva 24. Tencell t-paita (Iron Roots.)

tekstiilijätettä ja paperisellua ja lisäksi myös keräyspaperia tai -pahvia.

Tutkimukset ovat osoittaneet, että Ioncell F -kuidun ominaisuudet ovat jopa parempia kuin nykyisen lyocellin. Ioncell -kuitua tehdään toistaiseksi vain laboratoriossa. Kehitystyön haasteena on esimerkiksi materiaalihukan välttäminen langan ja kankaan valmistuksessa. Kuidusta on kuitenkin jo valmistettu yhteistyössä Marimekon kanssa kangasta. Prosessin ekologisuuden ja kannattavuuden kannalta oli tärkeää käyttää kuidun liuottamiseen vain kierrätettyä ionista nestettä. (Aalto 2020.)



Kuva 25. Ioncellista valmistettu mekko (Aalto 2020.)

MERILEVÄN KÄYTTÖ VAATTEISSA

Myös merilevästä voidaan valmistaa Seacell-nimistä muuntokuitua. SeaCell tuotetaan merilevästä, jota sekoitetaan puuselluloosaan tai muuhun kuituun. Merilevä sekoittuu hyvin muihin kuituihin ja sillä saadaan sileä, silkkinen tuntu melkein mihin tahansa muuhun kankaaseen.

Valmistusmenetelmä säästää energiaa ja vettä ja saatu materiaali on hiilineutraali sekä täysin biohajoava. Merilevän korjuu tehdään lempeästi ja kestävästi. Merilevästä poistetaan vain osa, joka pystyy uudistumaan. Merilevään ei muutoin kosketa, vaan se saa jäädä paikoilleen kasvamaan.

SeaCell -kuitu on hengittävä ja kevyt ja imee hikeä, joten kangas sopii käytettäväksi urheiluun, joogaan tai muihin aktiivivaatteisiin. Materiaalin väitetään voivan siirtää terveyttä lisääviä mineraaleja ja vitamiineja ihoon sekä antioksidantteja, mutta tieteellisiä tutkimuksia ei ole tehty riittävästi lopullisten johtopäätösten tekemiseksi näistä väitteistä. (Black 2020.) Merilevää sisältävät tuotteet ovat melko kalliita, esimerkiksi yksinkertaisen t-paidan hinta kohoaa 60-100 euroon. Mikäli tuotanto ja kysyntä lisääntyvät, tulee myös hinta oletettavasti tippumaan.

Joskus yritysten mainonta ja toiminta eivät kohtaa, ja tuotteita markkinoidaan



Kuva 26. Merileväkuitu sopii teknisiin alus- ja urheiluvaatteisiin (Calida.)

vilpillisesti. Urheiluvaatevalmistaja Lululemon julkaisi malliston, joka sisälsi oletettavasti SeaCelliä, ja mainostivat ainesosan tarjoamia terveyshyötyjä. New York Timesin mukaan laboratoriotesti kuitenkin paljasti, että vaatteista puuttui kokonaan kasviperäinen ainesosa. Korkealaatuisista materiaaleista tunnetulle yritykselle tämä oli iso virhe ja testi nosti esiin kysymyksiä viherpesusta. (The New York Times 2007.) SeaCell vaatteita ei enää ole saatavilla Lululemonin verkkokaupassa.

Kuva 27. VYAYAMA:n tuotteisiin käytetään luonnollisia tai ekologisia materiaaleja, jotka ovat OEKOTEX®-sertifioituja (Garmendo.)



KUPRO

Kuproa valmistetaan suljetussa kierrossa puuvillalintteristä, joka on puuvillan tuotannossa syntyvää jätettä. Valmistuksessa käytetyt kemikaalit voidaan uutaa jälkikäteen ja vesi voidaan käyttää uudelleen. Kupro tuntuu pehmeältä ja sillä on silkkimäinen kiilto. Materiaali ei sähköisty ja sillä on erinomainen kosteuden imukyky. Saatavuus on heikko ja hinta korkea, sillä valmistukseen käytetään kuparia, jonka kallis hinta tekee myös kuidusta melko kallista. Prosessin aikana kupari voidaan kuitenkin ottaa talteen ja käyttää uudelleen. Valmistusmäärät ovat vähäisiä, kuproa tuotetaan vain Japanissa ja Italiassa. (Boncamper 2011, 251-253.)

Joogavaate brändi VYAYAMA:n mallistoon kuuluu kuprosta valmistettuja tuotteita. Esimerkiksi saumaton, kevyellä tuella olevat urheiluliivit on valmistettu kuproelastaanista joka on 85 prosenttia kuproa, 10 prosenttia polyamidia ja 5 prosenttia elastaania. Liivien hinta on 80 euroa. Girlfriend Collective:n t-paidoissa käytetään kuproa, kuvan paita on 70 prosenttia kuproa ja 30 prosenttia puuvillaa. Girlfriend Collectiven kuproa sisältävät vaatteet ovat melko edullisia, sillä t-paita maksaa vain noin 27 euroa.



Kuva 28. Girlfriend Collective:n tuotteet sopivat niin urheiluun, kuin vapaa-aikaankin (Girlfriend Collective.)

5. Yhteenveto

Polyesterin korvaamisen tarve ja korvaavat vaihtoehdot eivät ole yksiselitteisiä asioita. Polyesterikuitua käytetään tekstiiliteollisuuden lisäksi muun muassa auto- ja suodatinteollisuudessa, kodin kalusteissa ja monissa muissa kohteissa. Maailmanlaajuinen tuotanto on valtavaa ja tällaisten määrien korvaaminen toisella materiaalilla vie aikaa. Toiseksi eniten tuotettu tekstiilikuitu puuvilla ei pysty kilpailemaan tuotantomäärissä polyesterin kanssa, koska sen kasvattaminen vaatisi liikaa maa-alaa sekä kasteluvettä. Lisäksi puuvilla ei ole ominaisuuksiltaan yhtä muokkautuva, kulutusta kestävä ja edullinen. Uusille materiaalivaihtoehdoille on siis tarvetta.

Polyesterin käyttö on niin yleistä, että se on monelle itsestäänselvyys. Kuluttajan näkökulmasta monikaan ei tule ajatel-

leeksi vaatteiden alkuperää tai niiden materiaalin valmistusmenetelmiä. Usein hinta ratkaisee ja edullisuus sekä helppo saatavuus ovat houkuttavia valintoja kuluttajalle. Kehittyvät maat, kuten Kiina ja Intia, ovat vasta aloittamassa länsimaalaista tapaa kuluttaa vaatteita talouden ja elintason noustessa, joten myös polyesterin kulutus tulee kasvamaan entisestään. Kulutuksen kasvusta huolimatta trendeiksi nousseet ekologisuus ja eettisyys näkyvät kuluttajien valinnoissa, valintoja ohjaakin hinnan lisäksi myös vastuullisuus.

Polyesterikuidun kysynnän kasvu ja kasvava teollisuus Aasian ja Tyynenmeren alueilla lisäävät vuosi vuodelta tuotantoa. Vaikka Euroopan ja Pohjois-Amerikan kasvuvauhti on hitaampi, kysyntä on kasvanut viime vuosina Aasian maiden



Kuva 29. OGNX:n tavoitteena on tuoda ekologinen muoti kaikkien saataville edullisten hintojen avulla (Ihme ituhippi 2020.)

viennin kasvun myötä. Materiaali tarjoaa erinomaiset ominaisuudet ja on edullisempi kuin sen kilpailijat (nailon, villa, puuvilla ja muut), mikä tekee siitä suosituimman materiaalivaihtoehdon valmistajille.

YRITYSTEN VASTUU

Kasvava ympäristötietoisuus johtaa kiertettyjen kuitujen kysynnän kasvuun, mikä muuttaa ajan saatossa maailmanlaajuisia tekstiilimarkkinoita. Yhä useammat yritykset ottavat tuotteissaan huomioon ekologisuuden ja eettisyyden. Myös erilaiset lait ja direktiivit ohjaavat yrityksiä vastuullisempaan suuntaan, esimerkiksi EU:n uusi jätedirektiivi vaatii jäsenmailta tekstiilijätteen erilliskeräyksen aloittamista vuoteen 2025 mennessä.

Poistotekstiilien kierrätysratkaisut, tehokkaan keräysjärjestelmän luominen ja tekstiilijätteen hyötykäyttö ovat tekstiilialan kuumia puheenaiheita, jotka tulevat luomaan tulevaisuudessa uutta yritystoimintaa, työpaikkoja ja talouskasvua.



VAIHTOEHTOISIA URHEILUVAATEMATERIAALEJA POLYESTERILLE

Luonnonkuiduista löytyy paljon hyviä vaihtoehtoja polyesterille. Niiden käyttö ei kuitenkaan ole niin yksiselitteistä, kuin äkkiseltään voisi luulla. Luonnonkuidut tarjoavat joka tapauksessa ympäristöä kunnioittavia vaihtoehtoja, joiden kehitys satoja vuosia vanhoina materiaaleina jatkuu yhä.

Muuntokuitujen luonnolliset raaka-aineet ja teollinen jalostus tarjoavat mielenkiintoisia vaihtoehtoja polyesterille. Näiden materiaalien, kuten loncellin, kehitystyö ja uusien raaka-aineiden ja materiaalien löytäminen tarjoavat tulevaisuuden tekstiileille vaihtoehtoja, jotka ovat kiertotalouden mukaisesti pitkä-

ikäisiä ja ekologisista. Muuntokuitujen sopivuus urheiluvaatteisiin on hyvä, joten tämän kuituryhmän materiaalien voisi olettaa ottavan jalansijaa urheiluvaatebrändien mallistoissa.

KIERRÄTETYT KUIDUT

Kierrätetyt tekokuidut ovat hyvä vaihtoehto urheiluvaatteiden materiaaleille. Kierrätetyn materiaalin käyttö neitseellisen materiaalin sijaan on ympäristöystävällisempää, sillä se säästää vettä, energiaa ja raaka-aineita. Tekokuitujen ominaisuudet eivät heikkene kierrätäessä. Lisäksi materiaalia on helposti saatavilla ja tuotteista saadaan värikkäitä, esteettisiä ja lisäksi toiminnallisia. Unohtamatta hintaa, joka pysyy kuluttajaystävällisenä.

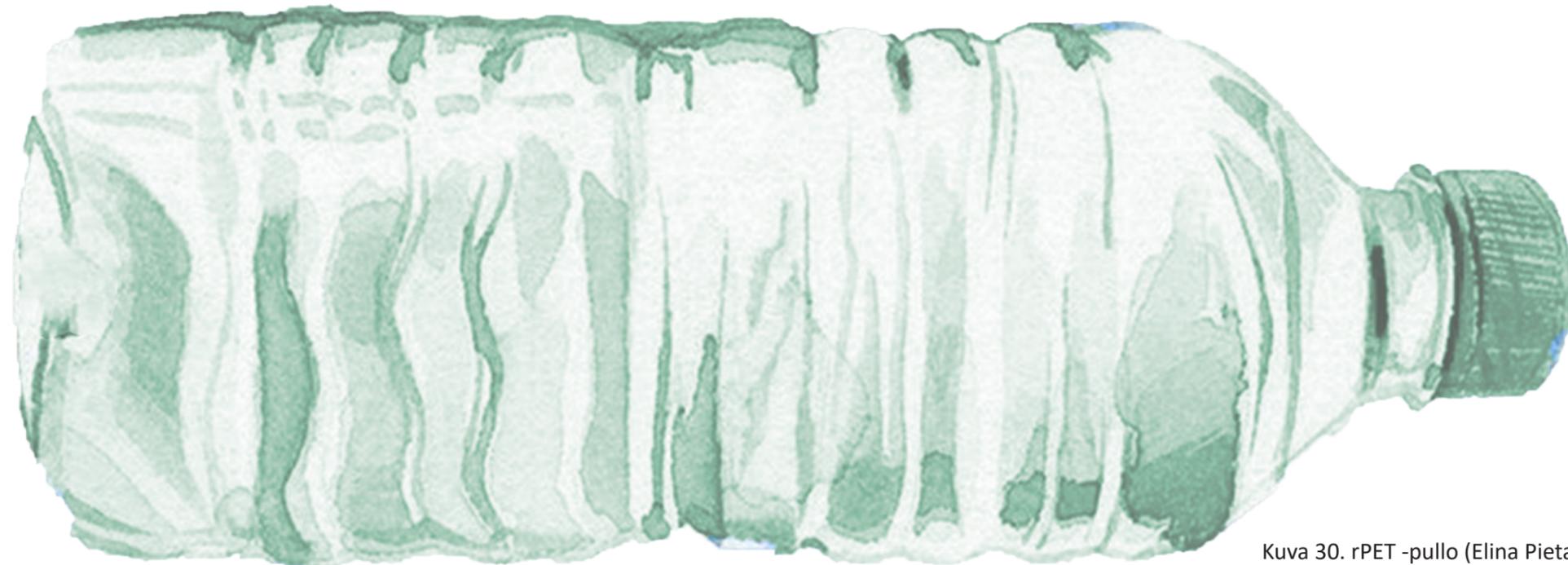
Kierrätetty polyesteri on saanut nopeasti jalansijaa, ja sitä on jo kuluttajien saatavilla eri urheiluvaatemerkeiltä. Kierrätyspolyesteri valmistetaan pääosin rPET-juomapulloista, joiden kierrättäminen on helppoa ja yleistä. Ennusteiden mukaan materiaalin kysyntä saattaa kuitenkin ylittää materiaalin tarjonnan. Esimerkiksi Yhdysvalloissa vain alle 30 prosenttia (Paben 2020) juomapulloista kierrätetään, joten materiaalin keräys raaka-aineeksi vaatii työtä mutta tarjoaa näin ollen myös mahdollisuuksia.

OIKEA SUUNTA

Polyesteri on erinomainen materiaali ominaisuuksiltaan ja sen korvaaminen on haaste. Opinnäytetyön tutkimusten ja löydösten perusteella polyesterille on

jo olemassa vaihtoehtoja ja niitä kehitellään myös jatkuvasti lisää. Olemassa olevan teknologian avulla pystytään valmistamaan kierrätettyjä materiaaleja, mutta raaka-aineen, eli esimerkiksi tekstiilijätteen kerääminen vaatii vielä kehitystyötä niin Suomessa, Euroopassa kuin maailmanlaajuisestikin.

Kulutustottumusten muuttaminen vastuullisemmaksi on askel oikeaan suuntaan. Kuluttajan valinnat ja ostokäyttäytyminen ohjaavat myös yrityksiä. Samoin kuin vastuullinen yritystoiminta auttaa kuluttajaa valitsemaan ekologisemman vaihtoehdon.



Kuva 30. rPET -pullo (Elina Pietarinen 2021.)

Lähteet

Kirjalliset lähteet

- B** Boncamper, I. 2011. Tekstiilioppi. Tampere: Tammerprint Oy.
- E** Eberle, H., Hermeling, H., Hornberger, M., Kilgus, R., Menzer, D. & Ring, W. 2001. Ammattina vaate. Porvoo: WS Bookwell Oy.
Elmogahzy, Y. 2019. Engineering textiles: Integrating the design and manufacture of textile products 2019. Cambridge, Iso-Britannia.
- K** Kohvakka, J. Lehtinen, L. 2019. Hyvä, paha muovi. Helsinki: Minerva Kustannus Oy.
- R** Räisänen, R. Rissanen, M. Parviainen, E. Suonsilta, H. 2017. Tekstiilien materiaalit. Helsinki: Oy Finn Lectura Ab.

Elektroniset lähteet:

- A** Adidas. 2020. Adidas by Stella McCartney. Viitattu 11.2.2021. Saatavissa: https://www.adidas.fi/adidas_by_stella_mccartney
Aalto. 2020. Koivusta unikoksi- näin syntyi materiaali Marimekon uniikkiin paitamekkoon. Viitattu 20.2.2021. Saatavissa: <https://www.aalto.fi/fi/uutiset/koivusta-unikoksi-nain-syntyi-materiaali-marimekon-uniikkiin-paitamekkoon>
- B** Black, K. 2020. What is Seaweed fabric? Viitattu 15.3.2021. Saatavissa: <https://www.synzenbe.com/blog/what-is-seacell-fabric-1071/1071>
- C** Conca, J. 2015. Making climate change fashionable - the garment industry takes on global warming. Viitattu 3.2.2021. Saatavissa: <https://www.forbes.com/sites/jamesconca/2015/12/03/making-climate-change-fashionable-the-garment-industry-takes-on-global-warming/?sh=74467feb79e4>
- E** Environmental Expert. 2016. Micro-plastics and the specac diamond compression cell. Viitattu 15.2.2021. Saatavissa: <https://www.environmental-expert.com/articles/micro-plastics-and-the-specac-diamond-compression-cell-672698>
Euroopan parlamentti. 2018. Mikromuovit: lähteet, haitat ja EU:n ratkaisut. Viitattu 9.2.2021. Saatavissa: <https://www.europarl.europa.eu/news/fi/headlines/society/20181116STO19217/mikromuovit-lahteet-haitat-ja-eu-n-ratkaisut>
Euroopan parlamentti. 2020. Tekstiilituotannon ja -jätteen vaikutus ympäristöön. Viitattu 25.2.2021. Saatavissa: <https://www.europarl.europa.eu/news/fi/headlines/society/20201208STO93327/tekstiilituotannon-ja-jatteen-vaikutus-ymparistoon-infografiikka>
- H** Hodakel, B. 2021. What is polyester fabric: properties, how its made and where. Sewport. Viitattu 5.2.2021. Saatavissa: <https://sewport.com/fabrics-directory/polyester-fabric>

Hodakel, B. 2021. What is econyl fabric. Viitattu 11.3.2021. Saatavissa: <https://sewport.com/fabrics-directory/econyl-fabric>

- J** Joutsenmerkki. Mikromuovi. Suomi: Ympäristömerkinä Suomi Oy. Viitattu 9.2.2021. Saatavissa: <https://joutsenmerkki.fi/teemat/mikromuovit/#:~:text=Mikromuovien%20%C3%A4hteet,teko kuituisten%20tekstiilien%20pesusta%20ja%20kosmetiikasta>
- K** Kamppuri, T. 2020. Uusiutuviesta materiaaleista tekstiilikuituja. Viitattu 24.3.2021. Saatavissa: <https://telaketju.turkuamk.fi/blogi/uusiutuviesta-materiaaleista-tekstiilikuituja/>
- M** Mandala. Bio-based polyamidie. Viitattu 24.3.2021. Saatavissa: https://mandala-fashion.com/collections/bio-based-polyamide?_pf&pf_t_material=Bio-Based%20Polyamide
Masuik, H. "Seaweed" clothing has none, tests show. Viitattu 24.3.2021. Saatavissa: <https://www.nytimes.com/2007/11/14/business/14seaweed.html>
Mehtola, J. 2017. Vuoden 2017 turhake on fleece. Suomen Luonto. Viitattu 9.2.2021. Saatavissa: <https://suomenluonto.fi/uutiset/vuoden-2017-turhake-on-fleece/>
Mäki, S. Mikromuovit. Helsinki: Suomen tekstiili ja muoti. Viitattu 9.2.2021. Saatavissa: <https://www.stjm.fi/toiminta-alueemme/vastuullisuus/mikromuovit/>
Mäki, S. 2020. Uutta tietoa tekstiilien mikromuovipäästöistä Suomessa. Viitattu 24.3.2021. Saatavissa: <https://www.stjm.fi/uutiset/syke-mikromuovit/>
- N** Newcastle'n yliopisto. 2019. No plastic in nature, assessing plastic ingestion from nature to people. Sveitsi: WWF. Viitattu 9.2.2021. Saatavissa: [plastic-ingestion-raportti-wwf.pdf](https://www.wwf.org/finland/publications/plastic-ingestion-raportti-wwf.pdf)
Niemi, H. & Lehto, M., Tekstiiliopas. Tampere: Weecos Oy. Viitattu 3.2.2021. Saatavissa <https://www.weecos.com/fi/materiaaliopas/#polyesteri>
- P** Plastic Insight. Polyester properties, production, price, market and uses. Viitattu 24.3.2021. Saatavissa: <https://www.plasticsinsight.com/resin-intelligence/resin-prices/polyester/>
- S** Smartfiber. The power of seaweed in a fiber. Viitattu 24.3.2021. Saatavissa: <https://www.smartfiber.de/en/seacell-fiber/>
Setälä, O. & Suikkanen, S. 2020. Suomen ympäristökeskuksen raportteja, Suomen merialueen roskaantumisen lähteet. Viitattu 9.2.2021. Saatavissa: <https://helda.helsinki.fi/handle/10138/313542>
Sherrington. 2016. Plastics in the marine environment. Viitattu: 15.2.2021. Saatavissa: <https://www.eunomia.co.uk/reports-tools/plastics-in-the-marine-environment/>
Sormunen <https://www.elaintenystava.fi/artikkelit/meilt%C3%A4/252-villantuotannon-pimeaempi-puoli>
Suomen tekstiili ja muoti. 2020. Kuitutilastot. Viitattu 24.3.2021. Saatavissa: <https://stjm.s3.eu-west-1.amazonaws.com/uploads/20200907132145/Kuitutilastot-2020-yhteystiedot-paivitetty.pdf>
Syväne, J. 2020. Biopohjaiset ja biohajoavat muovit. Viitattu 24.3.2021. Saatavissa: <https://www.muoviyhdistys.fi/2020/03/03/biopohjaiset-ja-biohajoavat-muovit/>
- T** Tripulse. 2020. Part 2: What's in your sportswear? Some insights into polyester and our planet. Viitattu 24.3.2021. Saatavissa: <https://tripulse.co/blogs/news/part-2-whats-in-your-sportswear-some-insights-into-polyester-and-our-planet>

- V** Vyayama. 2020. About us. Viitattu 11.3.2021. Saatavissa: <https://www.vyayama.com/pages/about-us>
- W** WWF. Merten muoviroska. Viitattu 15.2.2021. Saatavissa: <https://wwf.fi/uhat/merten-muoviroska/>
Weald. Pourquoi du lin pour faire du sport? Viitattu 24.3.2021. Saatavissa: <https://weald.fr/pourquoi-utiliser-le-lin-pour-pratiquer-du-sport/>
- Y** Yle. 2019. Puolet suomalaisesta lampaanvillasta päättyy roskeen samalla, kun Suomeen tuodaan villaa ulkomailta. Viitattu 24.3.2019. Saatavissa: <https://yle.fi/uutiset/3-10588584>

Kuvalähteet:

- Kuva 1. Nike. Viitattu 2.2.2021. Saatavissa: https://www.nike.com/fi/t/speed-7-8-running-tights-RTkRIG?CP=EUNS_AFF_AWIN_FI_78888_Skimlinks_204893&utm_source=Skimlinks&utm_medium=affiliate&utm_campaign=78888&utm_content=204893&awc=16342_1616582199_c7e50ab21eba2188ddc71c1f3acf875b
- Kuva 2. Wired. Viitattu 20.2.2021. Saatavissa: <https://www.wired.com/2009/05/dayintech-0508/>
- Kuva 3. Patagonia. Viitattu 21.3.2021. Saatavissa: <https://www.patagonia.com/product/mens-terrebonne-joggers/24540.html>
- Kuva 4. Backgrip. 2019. Viitattu 21.3.2021. Saatavissa: <https://www.mrporter.com/en-us/journal/fashion/mr-kanye-west-gives-us-all-a-lesson-in-how-to-do-workwear-895472>
- Kuva 5. Only wardrobe. 2018. Viitattu 21.3.2021. Saatavissa: <http://onlywardrobe.com/wo-mens-fashion/new-faux-fur-coats-for-winter-2018/>
- Kuva 6. Calida. Viitattu 1.3.2021. Saatavissa: <https://www.calida.com/en-CH/stories/sustainability/seacell-what-makes-these-fibres-so-special/>
- Kuva 7. XXL. Viitattu 24.3.2021. Saatavissa: https://www.xxl.fi/haglofs-pile-hood-nuorten-fleecetakki-harmaa/p/1154554_1_style
- Kuva 8. Nudge. Guppyfriend-pesupussi. Viitattu 15.3.2021. Saatavissa: <https://www.nudge.fi/product/9296/guppyfriend-pesupussi>
- Kuva 9. Sassy red lipstick. 2020. Viitattu 15.3.2021. Saatavissa: <https://sassyredlipstick.com/styling-nike-one-luxe-tights-two-ways/nike-women-tights-leggings-7-of-8/>
- Kuva 10. Inc. Viitattu 20.2.2021. Saatavissa: <https://www.inc.com/jeff-haden/this-activewear-startup-did-impossible-design-products-even-fashion-challenged-love.html>
- Kuva 11. Mapmyrun. 2019. Viitattu 20.2.2021. Saatavissa: <https://blog.mapmyrun.com/5-effective-running-alternatives-for-runners/>
- Kuva 12. Nike. Viitattu 20.2.2021. Saatavissa: <https://purpose.nike.com/waste>
- Kuva 13. Adidas. 2020. Viitattu 10.3.2021. Saatavissa: https://www.stellamccartney.com/fi/adidas_section?gclid=EAlaIqobChMl-bk5P7K7wIVSuuyCh1MjwZ2EAYASAAEgJDe_D_BwE
- Kuva 14. Adidas. 2020. Viitattu 10.3.2021. Saatavissa: https://www.stellamccartney.com/fi/adidas_section?gclid=EAlaIqobChMl-bk5P7K7wIVSuuyCh1MjwZ2EAYASAAEgJDe_D_BwE
- Kuva 15. The other danish guy. Viitattu 10.3.2021. Saatavissa: <https://theotherdanishguy.fi/pages/smoothshell>
- Kuva 16. HallaxHalla. Viitattu 10.3.2021. Saatavissa: <https://www.hallaxhalla.com/product/rashie-tropicola/>
- Kuva 17. Econyl. 2018. Viitattu: 20.3.2021. Saatavissa: <https://www.econyl.com/blog/active-without-compromise/>
- Kuva 18. Scandinavian outdoor. Viitattu: 23.3.2021. Saatavissa: <https://scandinavianoutdoor.com/instructions/merino/>
- Kuva 19. Kari Traa. Viitattu 23.3.2021. Saatavissa: <https://www.karitraa.com/en/easter/fr%C3%B8ya-sports-bra---wool-mix/622843-ASTER-M.html>

- Kuva 20. Keli Clothing. 2020.
- Kuva 21. Punomo. Viitattu 15.2.2021. Saatavissa: <https://punomo.fi/teoriatiedot/materiaalitieto/tekstiilikuidut/testaus-ominaisuudet/mika-kuitu-kuitujen-kuvat-kasvikuidut/>
- Kuva 22. Weald. 2020. Viitattu 12.3.2021. Saatavissa: <https://weald.fr/produit/tee-shirt-homme-en-lin-noir/>
- Kuva 23. Garmendo. Viitattu 12.3.2021. Saatavissa: <https://www.garmendo.com/fi/collections/all-natural/products/yoga-body-black-tencel-eco>
- Kuva 24. Iron Roots. Viitattu 23.3.2021. Saatavissa: <https://www.ironroots.com/collections/men/products/iron-roots-eucalyptus-performance-t-shirt-black>
- Kuva 25. Aalto. 2020. <https://www.aalto.fi/fi/uutiset/koivusta-unikoksi-nain-syntyi-materiaali-mari-mekon-uniikkiin-paitamekkoon>
- Kuva 26. Calida. Viitattu 20.3.2021. Saatavissa: <https://www.calida.com/en-WO/p/fo-cus-v-shirt-p-14065-001/?listtype=search&q=seacell>
- Kuva 27. Garmendo. Viitattu 20.3.2021. Saatavissa: https://www.garmendo.com/fi/products/strata-cupro-crop-top-sunset?_pos=2&_sid=dad98f1dc&_ss=r
- Kuva 28. Girlfriend Collective. Viitattu 20.3.2021. Saatavissa: <https://www.girlfriend.com/products/dune-gia-crop-tee>
- Kuva 29. Ihme ituhippi. 2020. Viitattu 26.3.2021. Saatavissa: <https://ihmeituhippi.com/ekologinen-urheiluvaate/>