



telaketju

Tekstiilit mikromuovien lähteenä

Enni Arvez

LAB-ammattikorkeakoulu

Sisältö



- Mikromuovit yleisesti
- Tekstiilit ja mikromuovit
- Mikromuovit tekstiilin elinkaaren eri vaiheissa
- Analyysimenetelmät
- Mikromuovin ehkäisy ja vähentäminen
- Yhteenveto

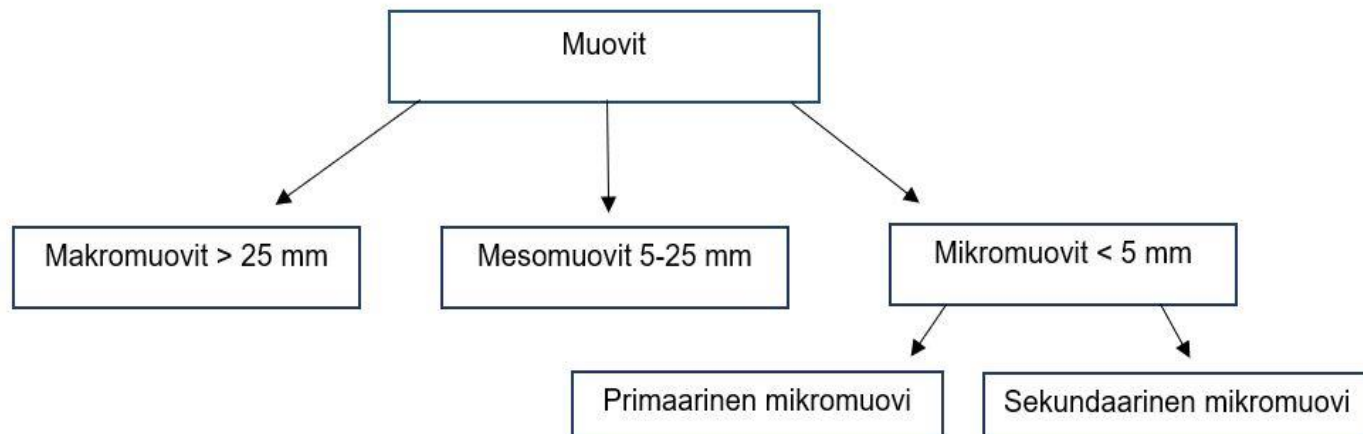


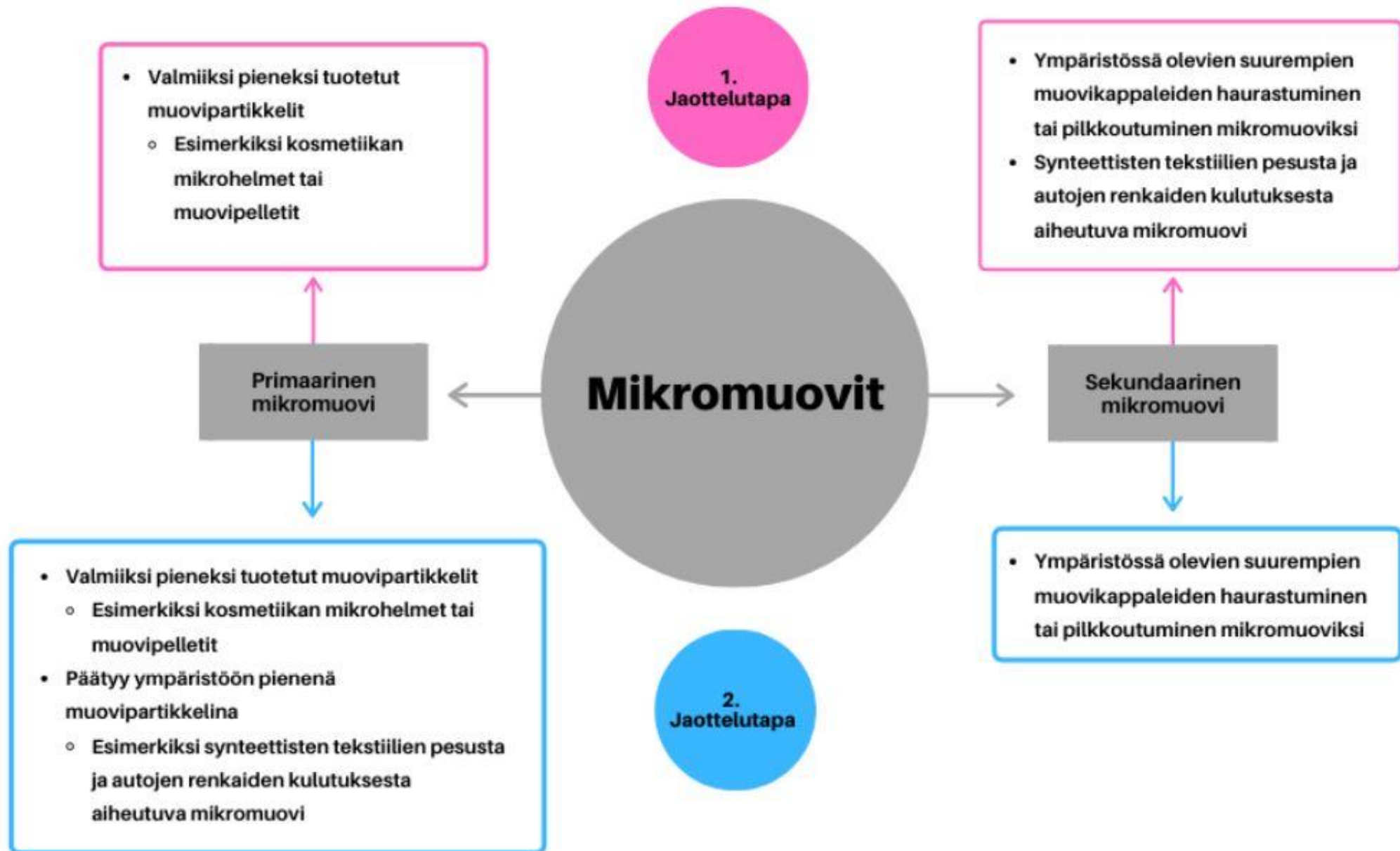
Mikromuovit yleisesti



Mikromuovi määritelmänä

- Pieni muovipartikkeli, joka on muodostunut synteettisistä polymeereistä
- Koon yläraja on yleensä alle 5 mm, mutta myös alle 1 mm ylärajaa on käytetty
 - Euroopan Komission tietoiskulehtisessä käytettiin kokomääritelmänä 0,0001- 5 mm
 - Euroopan kemikaalivirasto on määritellyt kooksi alle 5 mm ja kuidut alle 15 mm







Mikromuovin ympäristövaikutukset

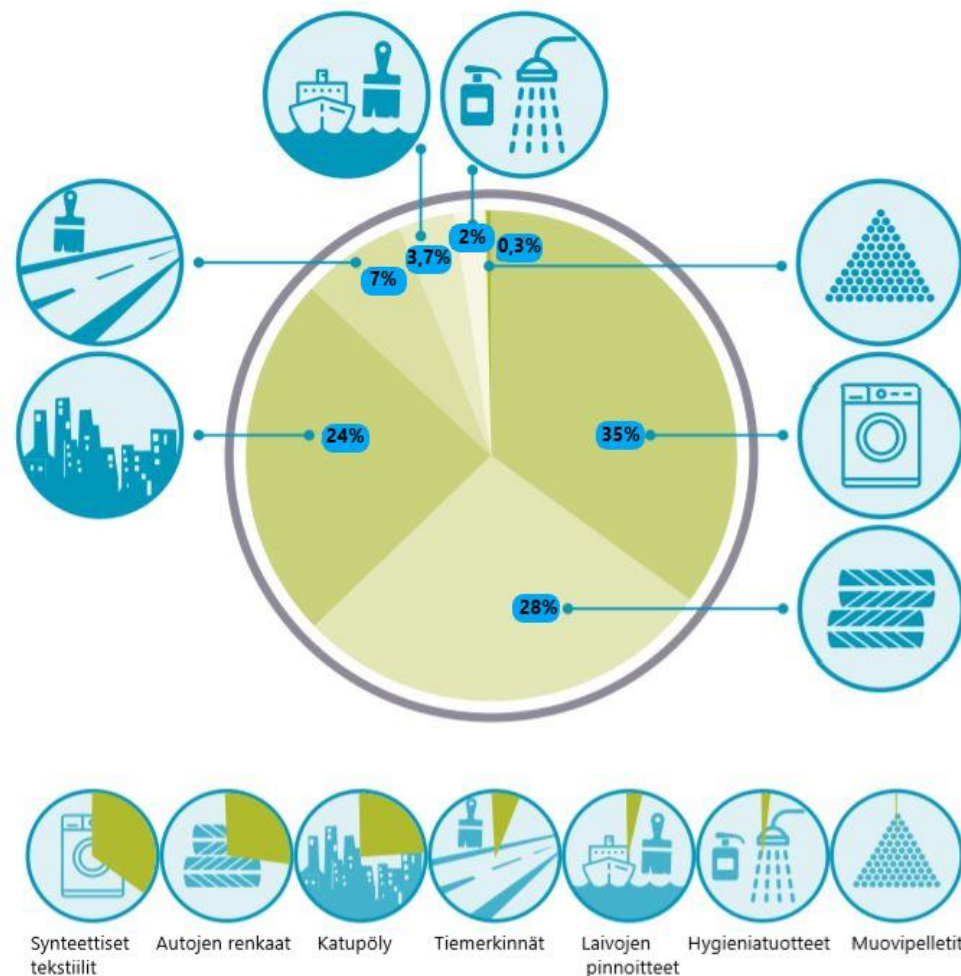
- Vain noin 1 % meren muovipäästöistä kerääntyy meriveden pinnalle
- Mikromuovien osuus valtameren pintakerroksen muovipäästöistä 13,8 %
- Jopa 1,9 miljoonaa mikromuovipalasta yhtä neliökilometriä kohden merenpohjassa
- Suomen mikromuovin lähteet mereen
 - Rengaskuluma 5 348-10 528 tonnia / vuosi
 - Tekokuituisten tekstiilin pesussa irtoava mikromuovi 5-289 tonnia / vuosi
- Muovi hajoaa luonnossa hyvin hitaasti
- Haitat jakaantuvat fysikaalisiin, biologisiin ja kemiallisiin vaikutuksiin



Tekstiilit ja mikromuovit

Tekstiiliteollisuus

- Ympäristövaikutukset mittavia ja laajalle levinneitä
- Pikamuoti lisää ympäristön kuormitusta
- Tekstiiliteollisuuden osuus maailman hiilidioksidipäästöistä arviolta jopa 8-10 %
- Primaarisesta mikromuovista jopa 35 % päätyy maailman meriin synteettisen tekstiilin pesusta



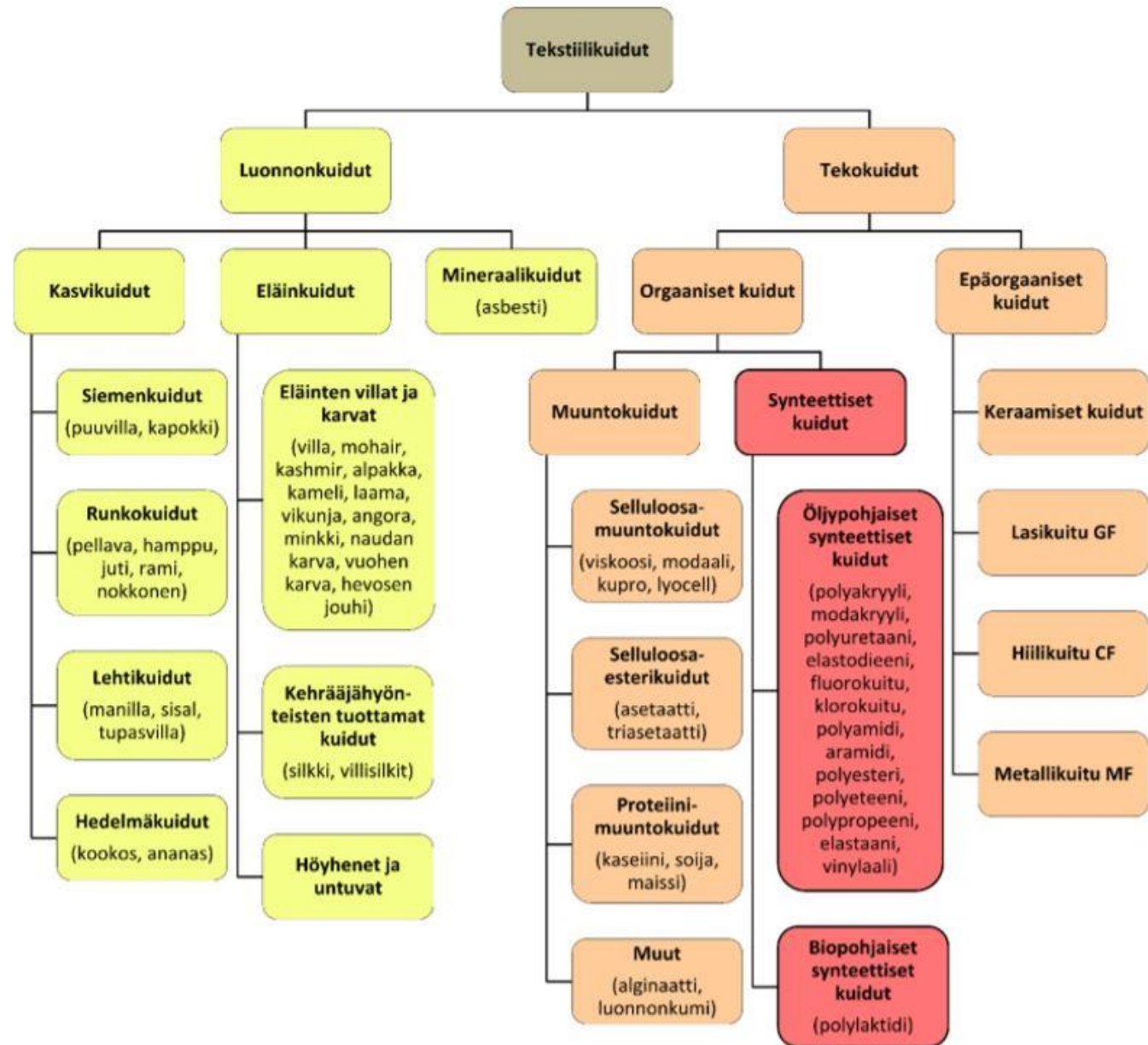


Tekstiilistä irtoavan mikromuovin luokittelu

- Mikrokuitu, synteettinen mikrokuitu, mikromuovikuitu vai kuitumainen mikromuovi?
- Mikrokuidulta puuttuu kansainvälinen määritelmä
- Tekstiilipuolen mikromuoveiksi luokitellaan öljypohjaiset tekokuidut



Kuvalähde: Markéta Machová, Pixabay





Muut kuin synteettiset kuidut

- Yleisesti ajateltu, että lyhyen hajoamisajan vuoksi eivät aiheuta haittaa ympäristölle
- Luonnonkuidut hallitsevat mikrokuitupopulaatiota niin vesistöissä kuin ilmakehässä
- Uusimman tutkimuksen mukaan meriympäristössä 90 % kuiduista on selluloosapohjaisia tai eläinperäisiä → synteettisiä kuituja vain 10 %
- Ei-synteettisten kuitujen mahdollinen ympäristökuormitus
 - Tuotannossa käytetyt haitalliset kemikaalit voivat pidentää kuitujen hajoamisaikaa
 - Asiaa tulisi tutkia lisää

Tekstiililaadun vaikutus mikromuovin irtoamiseen



- Tekstiililaatu vaikuttaa irtoavan mikromuovin määrään
- Eri tekstiililaaduista irtoavan mikromuovin määrää mitataan pesun avulla
- Synteettisestä kierrätetystä tai neitseellisestä materiaalista tehty tekstiili
 - Vertailua on tehty tähän mennessä vähän

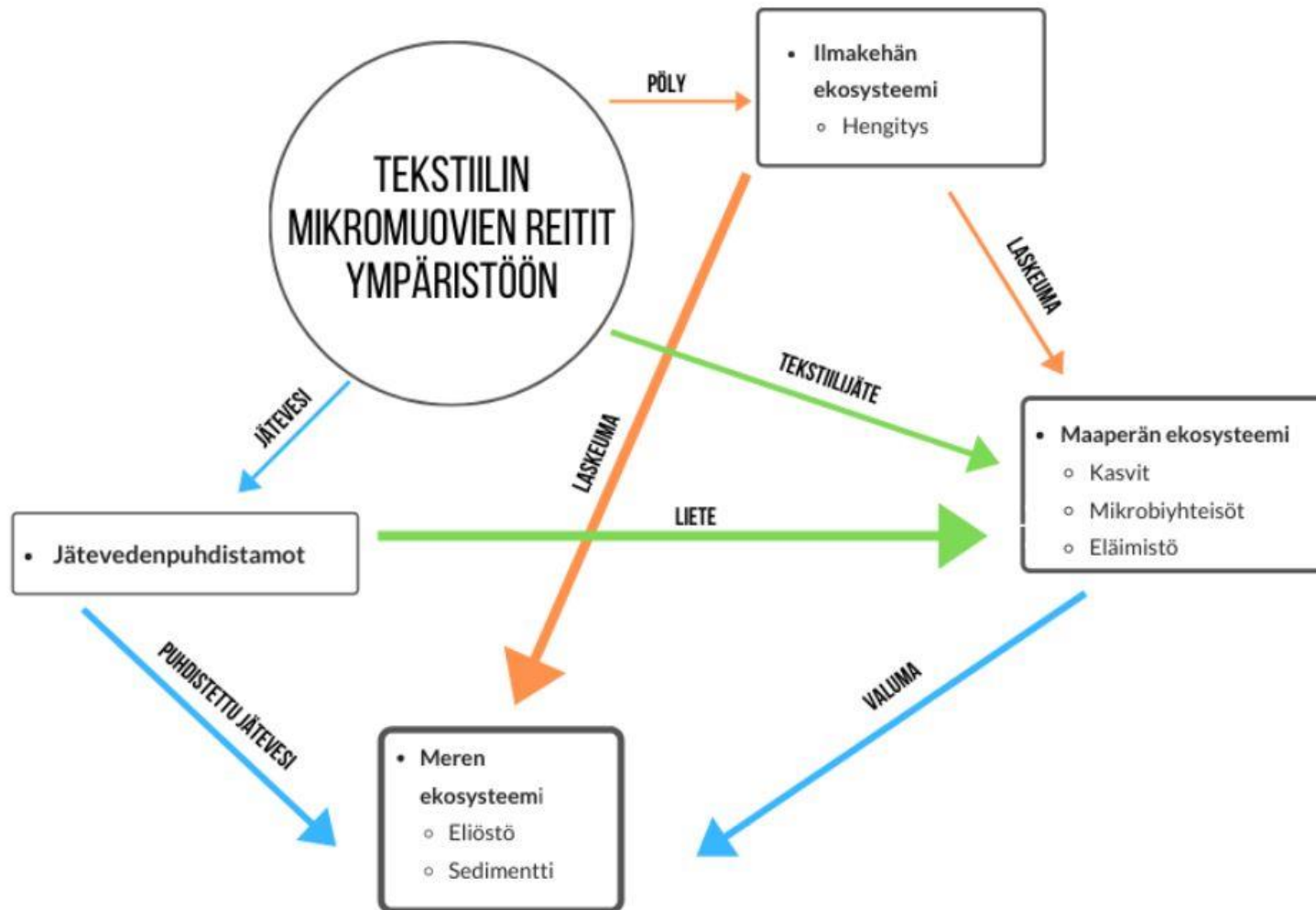


	Synteettinen kierrätystekstiili	Synteettinen neitseellinen tekstiili
Özkan & Gündoğdu 2020	4489,93 kuitua / L ⁻¹	2034,26 kuitua / L ⁻¹
Roos ym. 2017	843 kuitua / pesu	1890 kuitua / pesu
O'Loughlin 2018	Keskimäärin 0,0035 grammaa 100 kangasgrammaa kohden	Keskimäärin 0,0035 grammaa 100 kangasgrammaa kohden

Tekstiilistä irtoavan mikromuovin päätyminen ympäristöön



- Suoraan luontoon tai esimerkiksi pyykinpesun kautta jätevedenpuhdistamolle ja lopulta meriympäristöön
- Synteettiset kuidut toimivat yhtenä merkittävä mikromuovin lähteenä jätevedelle
 - Jätevedenpuhdistamot voivat poistaa jopa 99 % mikromuoveista
 - Suuren volyymin vuoksi mahdollisesti merkittävä mikromuovin lähde
 - Tekstiilin pesusta irronneita mikromuovikuituja meriin noin puoli miljoonaa tonnia / vuosi
 - Puhdistamolle jäävä mikromuovi kertyy lietteeseen
 - Lietettä käytetään maataloudessa → mikromuoveille reitti maaperään
 - Keinoja mikromuovin poistamiseen lietteestä kehitetään, esimerkkinä oliiviöljyä hyödyntävä metodi





Mikromuovit tekstiilin elinkaaren eri vaiheissa

Tuotesuunnittelu



- Suunnitteluvaiheen ratkaisut vaikuttavat muissa elinkaaren vaiheissa irtoavan mikromuovin määrään
 - Materiaalivalinnat ovat keskiössä
 - Kestävyys
 - Kierrätettävyys
 - Vastuullisuus
 - Huollettavuus



Kuvalähde: Shirley Hirst, Pixabay

Tuotanto



- Kenttätutkimuksia tekstiiliteollisuuden mikromuovipäästöistä on tehty hyvin vähän
- Arvioiden mukaan synteettisestä tekstiilimateriaalista syntyy hävikkiä kehruun ja puolauksen aikana noin 1,3 %
- Neulomisen ja kutomisen aikana irtoaa kuitupölyä
 - Kuitupölystä mikrokuitujen osuus 52-98 %
- Viimeistelyprosessit irrottavat myös mikrokuituja
- Tekstiiliteollisuuden jätevedet kuljettavat mikrokuituja ympäristöön
 - Tutkimuksessa tekstiiliteollisuuden läheisyydessä kuitujen osuus mikromuoveista vesistössä 95 %
 - Tekstiiliteollisuuden tuotannon läheisyydessä mitattiin vesistöstä suurempia mikromuovimääriä kuin varastoinnin alueella
 - Tyypillisessä tekstiiliteollisuuden jätevesiä puhdistavassa jätevedenpuhdistuslaitoksessa mikromuovien puhdistusteho keskimäärin 95 %

Käyttövaihe – tekstiilin mikromuovit ilmassa



- Ilmassa kulkeutuvien mikromuovien ja -kuitujen pitoisuutta sisä- ja ulkoilmassa on vaikea arvioida näytteenoton monimutkaisuuden takia
 - Toisaalta tutkimusta ei ole myöskään suuremmin kohdennettu ilmakehän mikromuovipäästöihin
- Äskettäin ilmestyneen tutkimuksen mukaan ilmaan irtoavaa kuitupölyä tulisi mahdollisesti tarkastella aivan yhtä tärkeänä päästölähteenä kuin vaatteiden pesuakin
 - Tutkimuksen mukaan mikromuovikuormitus on aliarvioitu, koska nykyiset arviot maailman meriin kohdistuvista tekstiilien mikromuovipäästöistä eivät ota huomioon ilmakehän laskeuman aiheuttamia päästöjä



Kohde			
Esiintyvyys		Synteettisten kuitujen osuus	
Dris ym. 2016	Pariisi, Ranska	2-355 partikkelia / päivä / m ²	Synteettisiä tai osittain synteettisiä kuituja kaikista kuiduista 29 %
Cai ym. 2017	Dongguan, Kiina	175-313 partikkelia / päivä / m ²	Kuidut hallitsivat mikromuovipäästöjä
Wright ym. 2020	Lontoo, Iso-Britannia	575-1008 partikkelia / päivä / m ²	Kaikista mikromuoveista kuituisten mikromuovien osuus 92 %

Käyttövaihe – tekstiilin pesussa irtoava mikromuovi



- Todennäköisesti yksi merkittävä ympäristön mikromuovipäästöjen aiheuttaja
 - Tekstiilin pesussa alettu kiinnittämään huomiota irtoavien kuitujen havaitsemiseen ja tunnistamiseen
- Tutkimuksia aiheesta on tehty jo jonkin verran



Kuvalähde: Ryan McGuire, Pixabay



	Tekstiililaatu	Kuidun irtoaminen	Huomioita
Browne ym. 2011	Polyesteri	1900 kuitua / vaatekappale	Fleecen pesuvesi sisälsi 180 % enemmän kuituja kuin muut polyesteritekstiilit.
Napper & Thompson 2016	Polyesteri, akryyli ja polyesterin & puuvillan sekoite	Polyesterista ensimmäisessä pesussa 2,79 milligrammaa, viidennessä pesussa 1,63 milligrammaa	Kuuden kilon koneellisesta akryylikangasta voi irrota yli 728 000 kuitua.
De Falco ym. 2018a	Kudottu polyesteri, kaksoisneulottu polyesteri ja kudottu polypropeeni	Kudottu polyesteri: ilman pesuainetta 163 ± 53 , nestemäisen pesuaineen 1273 ± 177 ja jauheisen pesuaineen kanssa 3538 ± 664 kuitua / g	Viiden kilon koneellisesta polyesterikangasta voi irrota pesun aikana pesuaineesta riippuen yli kuusi miljoonaa mikromuovia.
De Falco ym. 2019	Polyesteri, puuvilla ja modaali	640 000-1 500 000 mikrokuitua yhtä pestyä kangaskiloa kohden	-
Cai ym. 2020	Polyesteri	210-72 000 mikromuovikuitua yhtä pestyä tekstiiligrammaa kohden	Mikromuovikuiduista keskimäärin 84 % irtosi pesun aikana tekstiilin reunoilta.

Käytöstä poisto



- Maailmanlaajuisesti tekstiileistä noin 85 % päätyy kaatopaikalle tai energiakäyttöön → alle 15 % kierrätetään
- Kierrätyksessä mikrokuitua irtoaa käsittelyn ja prosessoinnin aikana
- Tekstiilin poltto voi myös toimia yhtenä mikrokuitupäästöjen lähteenä
- Kaatopaikat toimivat sekundaarisen mikromuovin lähteenä



Analyysimenetelmät



Analyysimenetelmät

- Standardisoitua mikromuovinäytteiden käsittelymenetelmää ei ole vielä laadittu
 - Vaikeuttaa tutkimusten keskinäistä vertailua
 - Työtä menetelmien yhtenäistämiseen tehdään jatkuvasti
- Selvityksessä läpikäytyjen tutkimusten analyysimenetelmiä
 - Suodatukseen ja mikroskooppiseen analyysiin tai painoanalyysiin pohjautuvat menetelmät
- Muita analyysimenetelmiä
 - Dynaaminen kuva-analyysi
 - Destruktiiviset eli näytteen hajottavat termodynaamiset menetelmät kuten pyrolyysi-kaasukromatografia yhdessä massaspektrometrian kanssa



Mikromuovin ehkäisy ja vähentäminen



Tuotesuunnittelu ja tuotanto

- Materiaalivalinnat tärkeässä roolissa
 - Elinkaarianalyysin käyttö tuotesuunnittelussa
 - Lyhyemmän kuidun välttäminen
 - Langan tiukempi kierre
 - Yhtäjaksoista filamenttikuitua
 - Kankaan suurempi tiheys
 - Neulomisen sijaan kutomisen suosiminen
 - Synteettisen tekstiilin korvaaminen
 - Luonnonkuidut rami, pellava ja hamppu
 - Selluloosamuuntokuidut kuten Ioncell-kuitu



Kuvalähde: Enkin Agyurt, Pixabay



Tuotesuunnittelu ja tuotanto

- Tekstiiliä ei tule nukata tai hioa
- Ultraäänileikkuun tai laserleikkuun suosiminen
- Linjastoon rakennettava imujärjestelmä
- Kankaiden huolellinen loppupesu tuotantovaiheessa
- CIA-sitoumus



Kuvalähde: Siggy Nowak, Pixabay



Käyttövaihe ja käytöstä poisto

- Tekstiilien pesu ja pesuprosessissa tehtävät muutokset
 - Sivulta täytettävän pyykinpesukoneen käyttö
 - Huuhteluaineen käyttö?
 - Lyhyempi pesuohjelma ja alempi pesulämpötila
 - Keräys- ja suodatinmenetelmät
- Synteettisen tekstiilin käytön vähentäminen
- Kierrätysprosessissa imujärjestelmän hyödyntäminen
- Kaatopaikkakäsittelyn minimoiminen



Yhteenveto



	Reitit ympäristöön	Analyysimenetelmät	Vähentäminen
Tuotesuunnittelu	-	-	Suunnittelussa tulisi keskittyä kestävyteen, synteettisten mikrokuitujen vähentämiseen, kierrätettävyyteen sekä kuidun ominaisuuksiin, kuten rakenteeseen ja pituuteen.
Tuotanto	Pölylaskeuma, jätevesi	Suodatukseen ja mikroskooppiseen analyysiin tai painoanalyysiin pohjautuvat menetelmät	Pinnan harjauksen vähentäminen ja ultraäänileikkuun tai laserleikkuun suosiminen tekstiilin leikkuuprosessissa. Imujärjestelmä, joka keräisi ylimääräiset mikrokuidut imun ja ilmansuodatuksen avulla.
Käyttövaihe - pesu	Jätevesi	Suodatukseen ja mikroskooppiseen analyysiin tai painoanalyysiin pohjautuvat menetelmät, dynaaminen kuva-analyysi	Sivulta täytettävän pesukoneen käyttö, lyhyempi pesuohjelma ja matalampi lämpötila, pesukertojen harventaminen, mikromuovin keräys- ja suodatinmenetelmien hyödyntäminen.
Käyttövaihe - ilma	Pölylaskeuma, valuma	Suodatukseen ja mikroskooppiseen analyysiin tai painoanalyysiin pohjautuvat menetelmät	Synteettisen tekstiilin käytön vähentäminen.
Käytöstä poisto	Pölylaskeuma, valuma	-	Kaatopaikkasijoituksen minimoiminen, kierrätysprosessissa kuitupölyn vähentäminen esimerkiksi imujärjestelmän avulla.

Lähteet



Arvez, E. 2020. Tekstiilit mikromuovien lähteenä - selvitys. Telaketju.

Selvityksessä käytettyjä lähteitä olivat muun muassa:

Browne, M. A., Crump, P., Niven, S. J., Teuten, E., Tonkin, A., Galloway, T. & Thompson, R. 2011. Accumulation of microplastic on shorelines worldwide: sources and sinks. Environmental science & technology, 45(21), 9175-9179 [viitattu 29.5.2020]. Saatavissa: https://imedeia.uib-csic.es/master/cambioglobal/Modulo_III_cod101608/tema%2011-invasoras%202013-2014/plastics/Browne_2011-EST-Accumulation_of_microplastics-worldwide-sources-sinks.pdf

Cai, Y., Yang, T., Mitrano, D. M., Heuberger, M., Hufenus, R. & Nowack, B. 2020. Systematic Study of Microplastic Fiber Release from 12 Different Polyester Textiles during Washing. Environmental science & technology, 54(8), pp. 4847-4855 [viitattu 9.6.2020]. Saatavissa: <https://pubs.acs.org/doi/abs/10.1021/acs.est.9b07395>

De Falco, F., Gullo, M. P., Gentile, G., Di Pace, E., Cocca, M., Gelabert, L. & Mossotti, R. 2018a. Evaluation of microplastic release caused by textile washing processes of synthetic fabrics. Environmental Pollution, 236, 916-925 [viitattu 5.6.2020]. Saatavissa: https://hs0010910.jnu.edu.cn/_upload/article/files/99/43/22e7ab944778a9b501a3eef5f328/6e9230ed-97d8-4ccd-9252-0c30e6705d73.pdf

Deng, H., Wei, R., Luo, W., Hu, L., Li, B., Di, Y. & Shi, H. 2020. Microplastic pollution in water and sediment in a textile industrial area. Environmental Pollution, 258 [viitattu 19.5.2020]. Saatavissa: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0269749119313740>

Dris, R., Gasperi, J., Mirande, C., Mandin, C., Guerrouache, M., Langlois, V. & Tassin, B. 2017. A first overview of textile fibers, including microplastics, in indoor and outdoor environments. Environmental Pollution, 221 pp. 453 - 458 [viitattu 1.6.2020]. Saatavissa: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0269749116312325>

Ellen MacArthur Foundation. 2017. A new textiles economy: Redesigning fashion's future. Ellen MacArthur Foundation [viitattu 24.4.2020]. Saatavissa: https://www.ellenmacarthurfoundation.org/assets/downloads/publications/A-New-Textiles-Economy_Full-Report_Updated_1-12-17.pdf

Napper, I. E. & Thompson, R. C. 2016. Release of synthetic microplastic plastic fibres from domestic washing machines: Effects of fabric type and washing conditions. Marine Pollution Bulletin, 112(1-2) [viitattu 15.5.2020]. Saatavissa: <https://pearl.plymouth.ac.uk/bitstream/handle/10026.1/8163/Napper%20et%20al%202016%20Release%20of%20Synthetic%20Microplastic%20Plastic%20Fibres%20From%20Domestic%20Washing%20Machines%20Effects%20of%20Fabric%20Type%20and%20Washing%20Conditions.pdf?sequence=1>

O'Loughlin, C. 2018. The impact of activewear/swimwear laundering: Investigating microplastic-fibre emissions from recycled and non-recycled synthetic textiles. Journal of the Home Economics Institute of Australia, 25(2) [viitattu 26.6.2020]. Saatavissa: <https://search.informit.com.au/documentSummary;dn=107251401188651;res=IELIND>

Roos, S., Levenstam Arturin, O. & Hanning, A-C. 2017. Microplastics shedding from polyester fabrics. Mistra Future Fashion [viitattu 11.6.2020]. Saatavissa: <http://mistrafuturefashion.com/wp-content/uploads/2017/06/MFF-Report-Microplastics.pdf>

Setälä, O. & Suikkanen, S. 2020. Suomen merialueen roskaantumisen lähteet. Suomen ympäristökeskus (SYKE) [viitattu 6.5.2020]. Saatavissa: <https://helda.helsinki.fi/handle/10138/313542>

WRAP. 2019. Banbury, Textile Derived Microfibre Release: Investigating the current evidence base. Resource Futures [viitattu 29.5.2020]. Saatavissa: https://www.wrap.org.uk/sites/files/wrap/Evidence%20of%20Microfibres_Full%20Report.pdf

Wright, S. L., Ulke, J., Font, A., Chan, K. L. A. & Kelly, F. J. 2020. Atmospheric microplastic deposition in an urban environment and an evaluation of transport. Environment International, 136, 105411 [viitattu 3.6.2020]. Saatavissa: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0160412019330351>



Kiitos!

Enni Arvez

Opiskelija

Energia- ja ympäristötekniikka

LAB-ammattikorkeakoulu

enni.arvez@student.lab.fi