

Opinnäytetyö (AMK)

Energia- ja ympäristötekniikka

2021

Milla Virtanen

PUHDISTUKSEN ROOLI KULUTTAJAPOISTOTEKSTIILIN KIERRÄTYKSEN TEHOSTAMISESSA

Milla Virtanen

PUHDISTUKSEN ROOLI KULUTTAJAPOISTOTEKSTIILIN KIERRÄTYKSEN TEHOSTAMISESSA

Nykyisenlainen tekstiiliteollisuus ja uusien tekstiilien tuotanto ei ole kestävää, eikä poistotekstiilien kierrätys ole pysynyt sen perässä. Tämän opinnäytetyön tavoitteena on kehittää kuluttajilta kerätyn poistotekstiilin mekaanista kierrätystä tekstiilien puhdistamisen osalta, että yhä suurempi osa poistotekstiiliksi päätyneestä materiaalista kierrätettäisiin. Kehittämistyö tehtiin Lounais-Suomen Jätehuolto Oy:lle ennen poistotekstiilien pilottilaitoksen valmistumista.

Kuluttajapoistotekstiileissä esiintyviä epäpuhtauksia ja niiden torjuntakeinoja selvitettiin pääosin kirjallisuudesta. Myös poistotekstiileille soveltuvia puhdistusmenetelmiä kartoitettiin kirjallisuudesta markkinakartoituksen lisäksi. Markkinakartoitus tehtiin sijainniltaan ja palveluiltaan sopivien sekä yhteistyöhalukkaiden puhdistuspalveluyritysten löytämiseksi. Lisäksi asiakasyritysten edustajia haastatteleamalla selvitettiin puhtaus- ja laatuvaatimuksia kierrätyskuidulle.

Kuluttajapoistotekstiilillä tarkoitetaan kuluttajien käytöstä poistamia tekstiilejä, joiden käsittely on kuntien vastuulla. Pilottilaitoksen mekaanisessa kierrätyslinjastossa tekstiilit silputaan ja avataan kuitutasolle. Kuluttajapoistotekstiilien ja siten myös kierrätyskuidun laatu voi vaihdella, minkä takia on tärkeää tietää asiakkaiden vaatimuksista. Puhdistuksella voidaan tehdä kuidusta osaltaan tasalaatuisempaa. Puhdistus kannattaakin toteuttaa materiaalien ja värien mukaisen lajittelun jälkeen ennen tekstiilien silppuamista.

Merkittävimpiä epäpuhtauksia kuluttajapoistotekstiilissä ovat erilaiset tekstiilituholaiset, lutikat, homeet sekä mikro-organismit. Parhaiten puhdistusmenetelmistä epäpuhtauksien torjumiseen soveltuu desinfektiopesu eli vesipesu peretikkahappopohjaisella pesuaineella vähintään 40 °C lämpötilassa. Myös höyrypesusta voi joissain tapauksissa olla hyötyä. Tarpeeseen soveltuvista puhdistuspalveluyrityksistä potentiaalisimmat yhteistyökumppanit olivat Vistan Pesula Oy ja Turun Suurpesula Oy.

Kuluttajapoistotekstiilien puhdistuksesta on siis hyötyä, jos ne muuten päätyisivät energiahyödynnykseen. Näin likaisetkin tekstiilit voidaan ohjata kierrätettäväksi ja jatkojalostukseen.

ASIASANAT:

tekstiiliteollisuus, tekstiilijätteet, kuluttajapoistotekstiili, kierrätyskuidut, kierrätys, uudelleenkäyttö, tekstiilihuolto

BACHELOR'S THESIS | ABSTRACT

TURKU UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Energy and environmental engineering

2021 | 44 pages, 2 pages in appendices

Milla Virtanen

THE ROLE OF CLEANING IN IMPROVING POST-CONSUMER TEXTILES RECYCLING

The current textile industry and the non-stop production of new textiles are not sustainable, and recycling of waste textiles has not kept up with the rate of the industry. The objective of this thesis was to develop the mechanical recycling of post-consumer textiles in terms of cleaning the textiles, so that an increasing part of the waste textile material would be recycled. This work was carried out for Lounais-Suomen Jätehuolto Oy before the pilot processing plant for waste textiles was in operation.

Impurities and their control measures in post-consumer textiles were researched in literature. Suitable cleaning methods were also studied in literature as well as via a market survey. The market survey was conducted to find suitable and cooperative laundry companies in terms of location and services provided. In addition, the purity and quality requirements for recycled fibers were defined by interviewing the customer companies' representatives.

Post-consumer textiles refer to any textiles discarded by consumers that are under the responsibility of municipalities. In the pilot plant's mechanical recycling line, textiles are shredded and pulled into individual fibers. The quality of post-consumer textiles and thus also recycled fiber can vary, which is why it is important to know the customers' requirements for the fiber. Cleaning of textiles can make the fiber more homogeneous. Purifying should be done after sorting textiles according to material and color, but before the shredding phase.

The most significant impurities in post-consumer textiles are textile pests, bedbugs, molds and other micro-organisms. The most suitable cleaning method for these impurities was disinfection wash, i.e. water washing with a peracetic acid-based detergent at a temperature of at least 40 °C. Steam cleaning can also be useful in some cases. Vistan Pesula Oy and Turun Suurpesula Oy were the most suitable laundry companies to potentially partner up with to carry out the purifying of sorted post-consumer textiles.

The cleaning of post-consumer textiles is beneficial if they were otherwise to end up being utilized for energy recovery. This way even dirty textiles can be sent for recycling and thus further processing.

KEYWORDS:

textile industry, textile waste, recycled fibers, recycling, reuse, textile care

SISÄLTÖ

KÄYTETYT LYHENTEET TAI SANASTO	6
1 JOHDANTO	7
1.1 Tekstiilit ja maailma	7
1.2 Ajankohtainen tutkimus Suomessa	9
1.3 Lounais-Suomen Jätehuolto Oy	10
2 TUTKIMUSMENETELMÄT	13
2.1 Tutkimuskatsaus	13
2.2 Haastattelut	13
2.3 Markkinakartoitus	14
3 POISTOTEKSTIILIT JA KIERRÄTYS	16
3.1 Mitä on kuluttajapoistotekstiili?	16
3.2 Mekaaninen kierrätys	17
4 POISTOTEKSTIILIEN EPÄPUHTAUDET JA NIIDEN TORJUNTA	20
4.1 Lutikat	20
4.2 Tekstiilituholaiset	21
4.3 Mikrobiologiset epäpuhtaudet	22
4.4 Muu likaisuus	24
5 MITEN POISTOTEKSTIILEJÄ PUHDISTETAAN?	26
5.1 Höyrypuhdistus	26
5.2 Kemiaallinen pesu	27
5.3 Vesipesu	27
6 PUHTAUSVAATIMUKSIA – PURE WASTE TEXTILES JA VAIMEE	30
6.1 Pure Waste Textiles Oy	30
6.2 Vaimee Oy	32
7 PUHDISTUSPALVELUIDEN TUOTTAJIA	34
8 RATKAISUEHDOTUS POISTOTEKSTIILIEN PUHDISTAMISELLE	37
9 JOHTOPÄÄTÖKSET	39

LIITTEET

Liite 1. Haastattelukysymykset.

KUVAT

Kuva 1. Pilottilaitokselle tuleva poistotekstiilin mekaaninen jalostuslinjasto (Lounais-Suomen Jätehuolto Oy n. d.).

KÄYTETYT LYHENTEET TAI SANASTO

Kierrätys	Jätettä jalostetaan ja muokataan uudeksi tuotteeksi tai sen raaka-ainemateriaaliksi. Tekstiilien kierrätys voidaan toteuttaa mekaanisesti, kemiallisesti tai termisesti. (Salmenperä 2017, 4.)
Kierrätyskuitu	Poistotekstiilistä jalostettua mekaanisesti kierrätettyä tekstiilikuitua, jota voidaan käyttää kierrätystuotteiden, esimerkiksi kuitukankaiden, uusien vaatteiden ja eristeiden, raaka-aineena (Lounais-Suomen Jätehuolto Oy 2020 b).
Kuluttajapoistotekstiili	Kuntien vastuulle kuuluvaa ja asumisessa syntyvää kuluttajien käytöstä poistamaa tekstiiliä, esimerkiksi rikkiäisiä vaatteita, pyyhkeitä ja lakanoita, mikä luokitellaan lajittelemattomana jätteeksi (Zitting 2020; Lounais-Suomen Jätehuolto Oy 2020 b).
Poistotekstiili	Omistajansa käytöstä poistamaa tarpeetonta tekstiiliä. Sisältää kierrätettävät tekstiilit eli tekstiilijätteet ja uudelleenkäytettävät tekstiilit eli tekstiilituotteet. Omistajaa ei ole määritetty. (Salmenperä 2017, 3.)
Uudelleenkäyttö	”Tuotteen tai sen osan käyttämistä uudelleen samaan tarkoitukseen kuin mihin se on alun perin suunniteltu”. Uudelleenkäytöksi lasketaan myös esimerkiksi jo käytetyn kankaan hyödyntämistä sellaisenaan uudessa tuotteessa. (Salmenperä 2017, 4).

1 JOHDANTO

1.1 Tekstiilit ja maailma

Tekstiilien, ja erityisesti uusien vaatteiden, tuotanto on lähes kaksinkertaistunut viimeisen 15 vuoden aikana. Uusia tyylejä julkaistaan jatkuvasti, vaatteiden hinnat halpenevat ja yhä useammalla on varaa ostaa uutta. Kyseistä ilmiötä kutsutaan pikamuodiksi. (Ellen MacArthur Foundation 2017, 18–21.)

Pikamuodilla ja uusien tekstiilien jatkuvalla ylituotannolla on tuhoisia vaikutuksia niin ympäristölle kuin ihmisillekin. Tekstiiliteollisuus vastaakin vuosittain yli 1,2 miljardin tonnin hiilidioksidipäästöistä maailmanlaajuisesti, mikä on enemmän kuin kaikki laiva- ja lentoliikenne yhteensä. Kasvihuonekaasupäästöjen lisäksi tekstiiliteollisuus ja neitseellisen puuvillan tuotanto käyttää lähes sata miljardia kuutiometriä vettä vuosittain. (Ellen MacArthur Foundation 2017, 18–21.). Puuvillantuotanto vaatii myös runsaasti pinta-alaa ja torjunta-aineita (Auranen 2018, 16). Kun otetaan huomioon, että puuvillaa tuotetaan alueille, joissa on muutenkin pulaa puhtaasta vedestä, aiheuttaa se myös sosiaalista epätasa-arvoa. Epätasa-arvoa lisäävät myös vaaralliset työolot, matalat palkat tai jopa orjuus sekä paikalliset ympäristöongelmat liittyen esimerkiksi tekstiilituotannon kemikaaleihin. (Ellen MacArthur Foundation 2017, 18–21.)

Näistä sosiaalisista ja ympäristölle haitallisista vaikutuksista huolimatta tekstiilejä käytetään yhä vähemmän aikaa, mikä asettaa lisää painetta tuottaa uutta vanhan tilalle. Tällainen toimintatapa ja lineaarinen malli ei ole kestävää, eikä tekstiilien kierrätys sellaisenaan tai materiaalina ole pysynyt uuden tuotannon perässä. (Ellen MacArthur Foundation 2017, 18–21.)

Suomessa poistotekstiiliä syntyykin vuosittain yli 70 miljoonaa kilogrammaa, joka vastaa lähes 13 kilogrammaa tekstiilijätettä jokaista suomalaista kohden. Valtaosa tästä tekstiilistä päätyy suoraan polttoon eli energiahävydönnöykseen (Mäki 2017.) Osa kerätystä tekstiilistä ei kelpaa kierrätykseen materiaaliakoostumuksensa tai esimerkiksi likaisuutensa takia. Vaikka energiahävydyntämiseen joutuvan tekstiilin määrää pyritäänkin vähentämään jatkuvasti erilaisilla kierrätysratkaisuilla, tutkimuksilla ja aktiivisilla kokeiluilla, energiana hävydyntäminen tulee varmasti pysymään vielä pitkään osana tekstiilien kiertoa. (Lounais-Suomen Jätehuolto Oy 2021b.) Kierrätyspotentiaali tekstiileillä on siis edelleen valtava. Kierrätyksen ja uudelleenkäytön tehokas toteutuminen kuitenkin vaatii myös

uusia käyttötarkoituksia ja innovaatioita jo käytöstä poistetuille ja alkuperäisessä tarkoituksessaan käyttökelvottomille tekstiileille. (Mäki 2017.) Kierrätyksessä tulisi ottaa huomioon lisäksi eettisyys ja sosiaaliset vaikutukset kaikissa sen vaiheissa (Ellen MacArthur Foundation 2017, 22). Poistotekstiileistä tuotetun kierrätyskuidun hyödyntämisellä pystytään välttämään lisäämästä neitseellisen puuvillan kasvatuksen ja osittain muun tekstiiliteollisuuden ympäristöä kuormittavia tekijöitä (Auranen 2018, 16).

Poistotekstiilien erilliskeräys tulee pakolliseksi EU-alueella vuonna 2025. Suomessa pyritään ottamaan etumatkaa ja saavuttamaan valtakunnallinen erilliskeräys poistotekstiileille vuoteen 2023 mennessä. Etumatkan tekeminen ja poistotekstiilien tehokas keräys ei kuitenkaan riitä, ellei tekstiilille ole määränpäättä materiaalina tai kuituna jonkin uuden raaka-aineena, sillä tekstiilin pelkkä varastointi ei tuota arvoa. Jotta materiaali päätyisi kiertoon, tarvitaan laajaa yhteistyötä ja järjestelmällisiä, yhtenäisiä toimintatapoja, sekä ratkaisuja kierrätyskuidun laadun ja puhtauden takaamiseksi. (Lounais-Suomen Jätehuolto Oy 2021b.)

Vielä nykyisin suurin osa poistotekstiilien jatkokäytöstä kohdistuu yritystoiminnan ja teollisuuden poistotekstiileihin ja ”Business to business” -liiketoimintaan kuluttajapoistotekstiilin sijaan. (Fontell & Heikkilä 2017, 26–35.) Kuluttajapoistotekstiilikeräykseen sopivat kaiken väriset ja laatuiset kodin tekstiilit materiaalikoostumuksesta riippumatta, mikä voi hankaloittaa jatkojalostusta verrattuna yritystoiminnan poistotekstiileihin, jossa muuttujat, kuten puhtaus, laatu ja materiaali tunnetaan. (Lounais-Suomen Jätehuolto 2018; Fontell & Heikkilä 2017, 26–35.)

Tekstiilin puhtaus tai likaisuus, materiaalikoostumus sekä vaurioituneisuusaste määrittävät sen, miten se kannattaa uudelleenkäyttää. Hyväkuntoiset tekstiilit ohjataan suoraan uudelleenkäyttöön ja vaurioituneet, mutta puhtaat voidaan kierrättää joko mekaanisesti, kemiallisesti tai termisesti. Likaisia tekstiilejä voi olla mahdollista kierrättää vain kemiallisesti. Kemiallisessa kierrätyksessä tekstiilit avataan molekyylitasolla ja ne voidaan järjestää uudelleen kemiallisten reaktioiden avulla. Näin kierrätystekstiili voidaan kierrättää edelleen useita kertoja säilyttäen laatu silti hyvänä. Termisellä kierrätyksellä voidaan lämpömuovata joitain materiaaleja uusiin tarkoituksiin. (Fontell & Heikkilä 2017, 26–35, 38.) Mekaaninen kierrätys on muita menetelmiä yksinkertaisempi, sillä siinä keskitytään vain materiaalilajitteluun, tekstiilin silppuamiseen ja silpun mekaanisesti avaamiseen kuitutasolle. Näin lanka tai kangas voidaan kehretä samasta materiaalista helposti uudelleen, eikä neitseellistä materiaalia tarvita yhtä paljon. (Auranen 2018, 16.)

Tässä työssä käsitellään mekaaniseen kierrätyslinjastoon liitettäviä puhdistustoimia, sillä vaikka poistotekstiilikeräykseen ei likaset vaatteet tai kodin tekstiilit kuulukaan, ei niiltä voida kuitenkaan täysin välttyä (Lounais-Suomen Jätehuolto Oy 2020 b). Puhdistus on jatkojalostuksen kannalta perusteltavaa, kun halutaan olla varmoja kuidun puhtaudesta ja hygieenisyydestä, sillä mekaaninen kierrätys ei toimintona vaikuta kuidun puhtauteen muiden kierrätysmekanismien tavoin ((Heikkilä, Määttänen, Jetsu, Kamppuri & Paunonen 2020, 10). Kun likaisetkin tekstiilit voitaneen tulevaisuudessa puhdistaa ja sen jälkeen hyödyntää materiaalina, tulee se entisestään pienentämään energiahyödynnyksen roolia tekstiilien kierrossa.

1.2 Ajankohtainen tutkimus Suomessa

VTT eli teknologian tutkimuskeskus on vuoden 2020 lopulla julkistanut tutkimuksen sairaalaympäristössä käytettävien kuitukankaiden raaka-ainetekstiilien puhdistamisesta sekä valkaisusta. Tutkimuksessa käytetyt raaka-ainemateriaalit olivat kuluttajapoistotekstiilejä ja Pure Wastelta vastaanotettuja tekstiiliteollisuuden poistotekstiilejä. Vaikka tutkimus on tehty kuitukankaiden tuotannon näkökulmasta, voidaan VTT:n tutkimusta käyttää tässä työssä hyödyksi kuitujen kierrätettävyyden ja puhdistuksen osalta, sillä samasta puuvillakuidusta voisi olla mahdollista myös kehrätä lankaa ja niin myös uusia tekstiilituotteita. (Heikkilä ym. 2020.) VTT on toteuttanut viime aikoina myös useita muita tutkimuksia poistotekstiileihin liittyen.

Telaketju-verkosto, eli Tekstiilien lajittelu- ja hyödyntämisketju ja sen muodostama verkosto on kehitetty edistämään tekstiilien kierrätystä ja kiertotaloutta. Telaketju-verkosto koostuu monialaisesta yhteistyöstä, jossa on mukana yrityksiä kaikkialta tekstiilien kierrosta poistotekstiilin kerääjistä sen hyödyntäjiin ja jalostajiin. Telaketju-hanke on aloitettu vuonna 2016 sitä edeltävän pilottihankkeen jatkoksi. Ensimmäinen vaihe päättyi vuoden 2019 alussa ja toinen vaihe, jossa keskitytään kokonaisuuksiin ja liiketoimintaan, alkoi toukokuussa 2019. Telaketjun ensimmäistä vaihetta on rahoittanut mm. Ympäristöministeriö ja Tekes. Toista, toimeenpanevaa vaihetta ja sen projekteja rahoittaa nyt Business Finland sekä monet mukaan lähteneet yritykset. Myös aiemmin mainittu VTT on mukana Telaketjun julkisessa tutkimuksessa. (Telaketju 2020.) Telaketju on siis verrattain uusi verkosto, mutta se on jo ehtinyt tehdä valtavasti tutkimusta ja tuonut yrityksiä yhteen. Vaikuttaisi siis siltä, että halukkuutta ratkaista tekstiilien kierrätysongelmaa ei puutu, ja hyviä tuloksia voidaan saada suhteellisen lyhyelläkin aikavälillä.

Poistotekstiilin puhdistusmenetelmistä on Ilona Engblom kirjoittanut Turun AMK:ssa insinöörityön, jossa on selvitetty poistotekstiilien suurimmat laadun pilaaajat sekä pohdittu puhdistuskeinoja niiden poistamiseksi lajitteluvaiheessa. Työssä paneudutaan aiheeseen myös työturvallisuuskulmasta. (Engblom 2019.) Anneli Aurasen opinnäytetyössä (2018), jonka toimeksiantajana on toiminut VTT, käsitellään tässäkin työssä tärkeää linkkiä eli mekaanista kierrätystä ja sitä, mihin mekaanisesti kierrätettyä kuitua voidaan hyödyntää. Aurasen työstä voidaan hyödyntää mekaanisen kierrätyksen teknisen puolen lisäksi myös sitä, miten kierrätyskuitujen laatu tai sen puute määritellään.

Tämä opinnäytetyö tuo jatkuvuutta poistotekstiilien kiertotalouden kehittämiseen palakerrallaan, kun katsotaan samaa aihetta toisesta näkökulmasta ja pystytään rakentamaan informaatiota jo olemassa olevan tiedon ja tutkimuksen päälle. Myös tämä opinnäytetyö linkittyy ja on yhteydessä Telaketju-verkostoon Lounais-Suomen Jätehuolto Oy:n (myöhemmin LSJH) kautta.

1.3 Lounais-Suomen Jätehuolto Oy

Tämän opinnäytetyön toimeksiantajana toimii Lounais-Suomen Jätehuolto Oy, joka on nimensä mukaan Lounais-Suomen alueella toimiva jätehuoltoyritys. Yrityksen omistaa alueen 17 kuntaa, joiden puolesta se hoitaa kuntien asukkaiden jätehuollon ja jäteneuvonnan. LSJH:n toiminta-alueella asuukin yli 400 000 asukasta. (Lounais-Suomen Jätehuolto Oy 2021a.)

LSJH yhdessä muiden Suomen jätelaitoksen kanssa ovat Suomessa ja Pohjoismaissa poistotekstiilin kierrätyksen edelläkävijöitä, ja LSJH rakentaakin Suomeen ensimmäistä teollista pilottilaitosta poistotekstiilin lajitteluun (Lounais-Suomen Jätehuolto 2020b). Pilottilaitoksella toteutetaan nimensä mukaisesti pilotteja yritysysteistyössä. Pilottilaitoksen linjasto, joka tulee valmistumaan Paimioon kesällä 2021, pystyy käsittelemään vuosittain jopa 12 000 tonnia tekstiilijätettä. Pilottilinjasto ja yrityskokeilut antavat arvokasta tietoa täyden mittakaavan jalostuslaitoksen suunnitteluun ja toteutukseen, jota on suunniteltu rakennettavaksi Turkuun Topinpuiston alueelle vuonna 2023. Täyden mittakaavan laitoksella pystyttäisiinkin käsittelemään jo valtakunnallisesti koko Suomen kotitalouksilta saapuvat poistotekstiilit. (Jylhä 2021; Lounais-Suomen Jätehuolto Oy 2020a.)

Täyden mittakaavan jalostuslaitoksen toimivuuden mahdollistamiseksi tarvitaan kaikkien Suomen kuntien jätelaitosten yhteistyötä sekä lainsäädännön kehittämistä niin, että

tekstiilien erilliskeräys toteutettaisiin kaikkialla samoin kriteerein ja toimintatavoin (Lounais-Suomen Jätehuolto Oy 2021b). Tässä auttaa myös Telaketju-verkosto (Telaketju 2020). Investointituet ja yhteistyö tulee myös toteuttaa niin, että ne mahdollistavat yrittäjälle helpon ja edullisen markkinaympäristön, jossa hyödyntää kuluttajapoistotekstiilistä tuotettua kierrätysraaka-ainetta. (Lounais-Suomen Jätehuolto Oy 2021b.)

Poistotekstiilin keräys ja etusijajärjestyksen mukainen hyödyntäminen korkeimmalla jalostusasteella tulee kierrätysraaka-aineen lisäksi tuottamaan Suomeen ja laajentueeseen myös muualle maailmalle työpaikkoja laajasti niin työllistämispalveluiden kautta, uudelleenkäyttömyymälöissä ja poistotekstiilin hyödyntäjillä sekä myös kuljetusalalla. (Lounais-Suomen Jätehuolto Oy 2021b.)

Suomessa on siis tehty poikkeuksellisen laajaa yhteistyötä kunnallisten jätelaitosten kesken tekstiilikeräyksen yhtenäistämiseksi, ja se kiinnostaa nyt myös muualla EU:ssa. Koska Suomessa poistotekstiilien erilliskeräys tulee voimaan jo 2023, voidaan täällä kehitettyä teknologiaa ja osaamista potentiaalisesti viedä myös muihin EU-maihin, joissa erilliskeräys tulee voimaan myöhemmin, kuitenkin viimeistään 2025. (Lounais-Suomen Jätehuolto Oy 2021b.)

Pilottilaitoksen ja suunnitellun täyden mittakaavan jalostuslaitoksen lopputuotteena on siis kierrätyskuitu, jota voidaan edelleen kehrätä langaksi ja jalostaa tuotteisiin kuten vaatteisiin ja muihin tekstiileihin, kuitukankaisiin ja suodatinmateriaaleihin. (Lounais-Suomen Jätehuolto Oy 2020a.) Kotitalouksien poistotekstiileistä tuotettu kierrätyskuitu ei sellaisenaan kuitenkaan kelpaa kaikkiin jatkokäytön tarkoituksiin. Kuluttajapoistotekstiili voi sisältää epäpuhtauksia, kuten esimerkiksi hometta ja hyönteisiä sekä niiden toukkia, joten kierrätyskuitu ei sellaisenaan, puhdistamattomana, kelpaa esimerkiksi uuden vaateen tuotantoon tai muihin tarkoituksiin, joissa hygieniä on ensiarvoisen tärkeää. Tällöin tekstiili tai jo revitty kierrätyskuitu tulee pestä ja puhdistaa. Poistotekstiilin puhdistukseen ei ole kuitenkaan vielä vakiintuneita tapoja tai puhdistuspalveluiden tuottajia. (Engblom 2019.)

Tämän työn tarkoituksena on selvittää LSJH:lle, miten poistotekstiilien puhdistaminen kannattaa toteuttaa käytännössä eli missä vaiheessa kierrätysprosessia, millä menetelmällä ja kenen kanssa puhdistus voitaisiin toteuttaa. Työ on siis LSJH:lle seuraava askel Engblomin opinnäytetyöstä, sillä kun puhdistusmenetelmiä on jo jonkin verran käsitelty, niin seuraavaksi selvityksen alla on se, miten ja kenen kanssa yhteistyössä puhdistus kannattaa toteuttaa käytännössä.

Työn luvussa 3 esittelen tarkemmin kuluttajapoistotekstiiliä ja mekaanista kierrätyslinjastoa. Luvussa 4 tutkin ja selvitin mitä epäpuhtauksia tekstiileissä esiintyy ja miten niitä voidaan ehkäistä tai puhdistaa. Sen jälkeen arvioin luvussa 5 puhdistusmenetelmien soveltuvuutta ja monikäyttöisyyttä poistotekstiilien puhdistamiseen. Monikäyttöisyydellä tarkoitetaan sitä, että puhdistusmenetelmät soveltuisivat laajasti kotitalouksien poistotekstiilien puhdistamiseen materiaalista riippumatta ja niin, että asiakkaatkin olisivat tyytyväisiä pesutulokseen. Puhdistusmenetelmien skaalautuvuus eri mittakaavoihin on myös etu, sillä poistotekstiilien puhdistus toteutettaisiin vain tarvittaessa ja tilatulle määrälle tekstiiliä (Jylhä 2021). Luvussa 6 esittelenkin kahden erilaisen mahdollisen asiakasyrityksen toisistaan poikkeavia tarpeita ja vaatimuksia kierrätyskuidulle. Kun tarve puhdistamiselle on määritelty ja toivottavat puhdistusmenetelmät kartoitettuna, selvityksen osana tutkin, onko Lounais-Suomen Jätehuollon toiminnan lähialueella mahdollisia palveluntarjoajia poistotekstiilin puhdistamiselle, tästä lisää luvussa 7. Työn lopussa luvussa 8 esitän ratkaisuehdotuksen tähän kehittämistarpeeseen siitä, miten, missä vaiheessa ja kenen kanssa LSJH:n kannattaisi poistotekstiilien puhdistus toteuttaa, kun puhdistaminen siis pyritään toteuttamaan yhteistyönä palveluntarjoajan kanssa poistotekstiileihin parhaiten sopivalla ja mahdollisimman monikäyttöisellä puhdistusmenetelmällä.

Työn lähtökohtana on siis kierrätyskuituasiakkaan laatuvaatimus, joka lajitellun ja mekaanisesti kierrätetyn poistotekstiilin tulisi täyttää. Laatuvaatimuksista tärkeimpiä ovat kuidun pituus, materiaalin puhtaus ja sen tasalaatuisuus. Kuluttajapoistotekstiilistä tuotettua kierrätyskuitua, joka täyttäisi kaikki mainitut kriteerit, ei vielä ole laajasti saatavilla, sillä pitkään keskityttiin lähinnä helposti hyödynnettävissä oleviin tekstiiliteollisuuden ja yritystoiminnan poistotekstiileihin (Fontell & Heikkilä 2017, 26–35). Näihin laatuvaatimuksiin ja kriteereihin pyritään vastaamaan paremmin, kun pilottilinjasto tekstiilien käsittelyyn valmistuu ja voidaan tutkia ja testata ratkaisuja teollisessa mittakaavassa, sekä laajentaa yhteistyötä edelleen. (Lounais-Suomen Jätehuolto Oy 2021b.) Tämän työn avulla voidaan vastata paremmin laatuvaatimuksista materiaalin puhtauteen ja myös soveltuvuuteen osin sen tasalaatuisuuteen.

2 TUTKIMUSMENETELMÄT

Vastatakseni LSJH:n kehittämistyön toimeksiantoon ja esittääkseni ratkaisuehdotukseni poistotekstiilien puhdistamisen käytännön toteutukselle käytin laadullisen tutkimuksen välineitä, eli luin ja arvioin kirjallisuutta, haastattelin asiakasyritysten edustajia ja lisäksi kartoitin puhdistuspalveluiden markkinoita. Luvussa 8 esitettyyn kehittämistyön ratkaisuehdotuksen laatimiseen täten sain tietoa niin tutkimuskatsauksesta, kierrätyskuituasiakkaiden haastatteluista sekä markkinakartoituksesta, johon liittyi myös pesupalveluiden hintatietoja.

2.1 Tutkimuskatsaus

Kirjallisuudesta ja ajankohtaisesta tutkimuksesta etsin, mitä poistotekstiileistä tulee poistaa puhtauden takaamiseksi. Lisäksi kartoitin ja arvioin sitä, mitä puhdistusmenetelmiä on olemassa ja miten ne soveltuvat juuri kuluttajapoistotekstiilien puhdistamiseen.

Tutkimuskatsauksen tein keräämällä tietoa jo olemassa olevasta tutkimustiedosta ja kirjallisuudesta liittyen poistotekstiileihin sekä niiden puhdistukseen. Lisäksi kartoitin eri tahojen laatuvaatimuksia tekstiileille. Pääasiassa hakupalveluina toimivat Turun ammattikorkeakoulun kirjasto- ja tietopalveluiden Finna-hakupalvelu, Vaski-kirjastojen Finna-hakupalvelu sekä myös Google ja Google Scholar. Näistä tietokannoista löytyi kattavasti ajantasaista tutkimuskirjallisuutta. Esimerkiksi Teknologian Tutkimuskeskus VTT on tehnyt kattavaa tutkimusta poistotekstiileistä Suomessa. Turun ammattikorkeakoulun Finna-palvelusta sekä Ammattikorkeakoulujen rehtorineuvosto Arene ry:n tarjoamasta Theseus-palvelusta tutkittiin myös aiheeseen liittyviä opinnäytetöitä, joita on viime vuosien aikana tehty kasvavaan tahtiin.

2.2 Haastattelut

Asiakkaiden vaatimusten ja tarpeiden selvittämiseksi opinnäytetyöhön valittiin yhdessä toimeksiantajan kanssa kaksi erilaista yritystä, joilla on erilaiset lähtökohdat ja käyttötarkoitukset poistotekstiilistä tuotetulle kierrätyskuidulle. Juuri Vaimee Oy:n (myöhemmin Vaimee) ja Pure Waste Textiles Oy:n (myöhemmin Pure Waste) valitsemiseen

opinnäytetyön lähtökohtien määrittelemiseksi paneudutaan paremmin luvussa 6. Yritysten avulla sain kosketuspintaa kierrätyskuidun tarpeisiin ja poistotekstiilien puhdistamiseen.

Haastatteluihin valittiin Pure Wasten hallituksen puheenjohtaja Jukka Pesola sekä Vaimeen toimitusjohtaja ja omistaja Mika Latvala. Haastateltaviksi oli luonnollista valita LSJH:lle potentiaalisia asiakkaita. Haastateltavat Pesola ja Latvala asemansa perusteella tuntevat liiketoimintansa varsin hyvin.

Haastattelut toteutettiin käytännössä etäyhteyksinä sähköpostiviestein helmi-huhtikuussa vuonna 2021, sillä sopivan ajankohdan sopiminen haastattelulle kasvokkain osoittautui haastavaksi. Haastattelukysymykset olivat avoimia kysymyksiä. Haastateluun valitut kysymykset liittyivät LSJH:n poistotekstiilien lajittelulinjaston optimoimiseen monelta kantilta, kuitenkin keskittyen kierrätyskuidun tarpeen mittakaavaan, puhdistustoimenpiteisiin ja sen ajoittamiseen linjastossa. Haastatelluilta selvitin yritysten puhtaus- ja laatuvaatimuksia kierrätyskuidulle ja mitä puhtaus heille ylipäänsä tarkoittaa. Haastattelussa kysyin myös yleisempiä mielipiteitä ja asenteita kuluttajapoistotekstiiliä kohtaan, sekä sen käytön vaikutuksia yritysten liiketoimintaan. Kysymykset ja niiden tarkennukset Vaimeen Latvalalle ja Pure Wasten Pesolalle erosivat hieman toisistaan, mutta runko oli kuitenkin samankaltainen. Haastattelukysymykset löytyvät liitteestä 1.

2.3 Markkinakartoitus

Tein markkinakartoituksen työssä tarvittavien ja sopivien puhdistusmenetelmien ja -palveluiden tuottajayritysten löytämiseksi. Markkinakartoituksen toteutin käytännössä hakeamalla Google-hakupalvelusta ja muualta internetistä teollisen mittakaavan pesuloita, jotka pystyisivät vastaamaan tarvetta. Vaikkei teollinen mittakaava ei olekaan kynnyskysymys ainakaan pilottilaitoksen kohdalla, se helpottaa varmasti pesutilausten toteuttamista. Varsinais-Suomen alueelta löysin useita pesuloita ja pesupalvelun tuottajia, joiden verkkosivuja selasin tarkemmin. Jos verkkosivuilta jo kävi ilmi, ettei haluttua palvelua ole tarjolla, en näihin yrityksiin ollut yhteydessä eikä niitä tässä työssä käydä enempää läpi. Potentiaalsiin yrityksiin otin yhteyttä yhteydenottolomakkeilla, sähköpostein sekä myös puhelimitse. Yhteydenotoilla selvitin yrityksen innokkuutta poistotekstiilien puhdistusta kohtaan ja yhdessä yritysten kanssa punnittiin myös mahdollisuuksia yhteistyöhön. Näiden yhteydenottojen ja yritysten verkkosivustojen mukaan valikoin yrityksiä, jotka

esitellään tarkemmin luvussa 7. Vaikka opinnäytetyössä en yritysten palveluiden hintatietoja itse käsitellytkään, toimitin kaiken saadun aineiston toimeksiantajalle.

3 POISTOTEKSTIILIT JA KIERRÄTYS

Tässä luvussa määritellään, mitä kuluttajapoistotekstiili on. Lisäksi syvennytään siihen, miten ja miksi mekaaninen kierrätysmenetelmä on tärkeä linkki kuluttajapoistotekstiilien kiertotaloudessa.

3.1 Mitä on kuluttajapoistotekstiili?

Poistotekstiilillä tarkoitetaan tekstiiliä, joka on omistajalleen tarpeetonta. Poistotekstiili sisältää niin tekstiilijätteen eli lumpun mutta myös käytettyjä ja ehjiä tekstiilejä eli tekstiilituotteita. Tekstiilijäte on usein rikkinäistä ja likaista, ja sitä voidaan joko kierrättää mekaanisesti, kemiallisesti tai termisesti, tai muuten hyödyntää materiaalina. Tekstiilituotteita eli ehjiä tekstiilejä voidaan vielä tarvittaessa uudelleenkäyttää. (Salmenperä 2017.) Poistotekstiiliä syntyy niin asumisesta kuin myös yritystoiminnasta. Kuluttajapoistotekstiilillä tarkoitetaan siis asumisesta syntyvää kuluttajalta poistuvaa tekstiiliä, mikä kuuluu kuntien jätelaitosten vastuulle. Yritystoiminnan poistotekstiilit eli esimerkiksi tekstiiliteollisuuden poistotekstiilit eivät kuulu kuntien jätelaitosten vastuulle, eivätkä näin ole tämän opinnäytetyön kohteena. (Zitting 2020.)

Kuluttajapoistotekstiili ei aina ole tasalaatuista. Laadun epätasaisuus johtuu siitä, että osa kuluttajan käytöstä poistamista tekstiileistä voi olla uudelleenkäyttökelpoista, jopa myyntikelpoista, kun taas osa tekstiileistä on jo vaurioituneita ja loppuun kulutettuja. Tämän lisäksi keräykseen kuuluvat kodin tekstiilit materiaalikoostumuksesta riippumatta. Selkeästi likaiset tekstiilit eivät kuitenkaan poistotekstiilikeräykseen kuulu. Vaikka tekstiilit olisivat puhtaita kuluttajan tuodessa niitä keräykseen, voivat ne vielä vahingoittua tai kastua matkalla tarkempaan lajitteluun. Tästä syystä kuluttajan tulisi pakata poistotekstiilit tiiviisti lisävahinkojen kuten homehtumisen minimoimiseksi. (Lounais-Suomen Jätehuolto 2018.)

Kuluttajapoistotekstiilin laadun epätasaisuus verrattuna yritystoiminnan poistotekstiileihin usein rajaa mahdollisuuksia jalostaa kierrätyskuitua korkeamman jalostusasteen tuotteisiin (Fontell & Heikkilä 2017, 26–35.) Kuluttajapoistotekstiilien kuitulujuus ja pituus sekä muut parametrit ovat yleensä heikompia ja vaihtelevia verrattuna uusiin tekstiileihin johtuen useista pesukerroista, käytöstä ja materiaalien kirjosta. (Auranen 2018, 28; Heikkilä ym. 2020, 12). Kuluttajapoistotekstiilien materiaalikoostumus voidaan selvittää ja

varmistaa esimerkiksi Suomessa kehitetyllä sensorilla, joka tunnistaa tekstiilin materiaalin ja sen osuuden myös sekoitemateriaaleista, jos sellainen löytyy pilveen tallennetusta tekstiilikirjastosta. Sensori on kevyt, helppokäyttöinen ja liikuteltavissa, eli sen käyttöön-otto on vaivatonta erilaisiin projekteihin ja kohteisiin. Tällainen materiaalien tunnistusteknologia takaa asiakkaille laadukkaan materiaaliraaka-aineen. (Lounais-Suomen Jätehuolto Oy 2021b.)

Tässä työssä keskitytään kuitenkin kuluttajapoistotekstiilikuidun laadun ja käyttömahdollisuuksien parantamiseen puhtausnäkökulmasta. Kuluttajapoistotekstiilin puhdistamisen myötä likaisetkin tekstiilit voitaneen tulevaisuudessa uudelleenkäyttää, kierrättää ja hyödyntää sellaisenaan tai materiaalina vähentäen energiahyödynnyksen tarvetta entisestään.

3.2 Mekaaninen kierrätys

Poistotekstiileiden kiertotaloudessa juuri nyt keskeinen linkki on mekaaniseen kierrätykseen soveltuva käsittelylinjasto, joka on tähän asti puuttunut Suomesta. Kuluttajapoistotekstiileille optimoidulla mekaanisella käsittelylinjastolla lajiteltu tekstiili voidaan avata kierrätyskuiduksi. Paimioon tulevan käsittelylinjaston laitetoimittajana toimii ranskalainen Laroche SA, joka käyttää laitteissaan vain Euroopassa valmistettuja osia. (Lounais-Suomen Jätehuolto Oy 2021b.)

Mekaaninen kierrätys on teknologiana ollut tunnettu jo vuosisatoja, ja ainakin 1950-luvulle saakka sitä pidettiin myös yleisenä kierrätyskäytäntönä. Tekokuitujen kehittämisen ja pikamuodin myötä kierrätys ja uudelleenkäyttö on vähentynyt, kun raaka-aineita ja kuluttajalle uusia tekstiilejä on ollut saatavilla halvalla. Vasta viime aikoina on herätty tekstiilijätteen ongelmallisuuteen sekä myös siinä piileviin kiertotalouden liiketoimintamahdollisuuksiin, jolloin mekaaninen kierrätysmenetelmä on kaivettu uudelleen esiin. Samalla on kehitetty myös muita käsittelymenetelmiä kuten kemiallinen ja terminen kierrätys. (Auranen 2018.)

Mekaaninen kierrätys heikentää tekstiilikuidun laatua verrattuna neitseelliseen kuituun. Kuluttajapoistotekstiilien kierrätys on jäänyt taka-alalle juuri sen takia, että mekaaninen kierrätystekniikka heikentää poistotekstiilin jo valmiiksi heikompaa laatua edelleen. Kierrätyskuitu voi silti sopia sellaisenaan tai sekoitettuna neitseelliseen kuituun vielä moniin käyttötarkoituksiin uudesta langasta kuitukankaisiin. (Auranen 2018.)

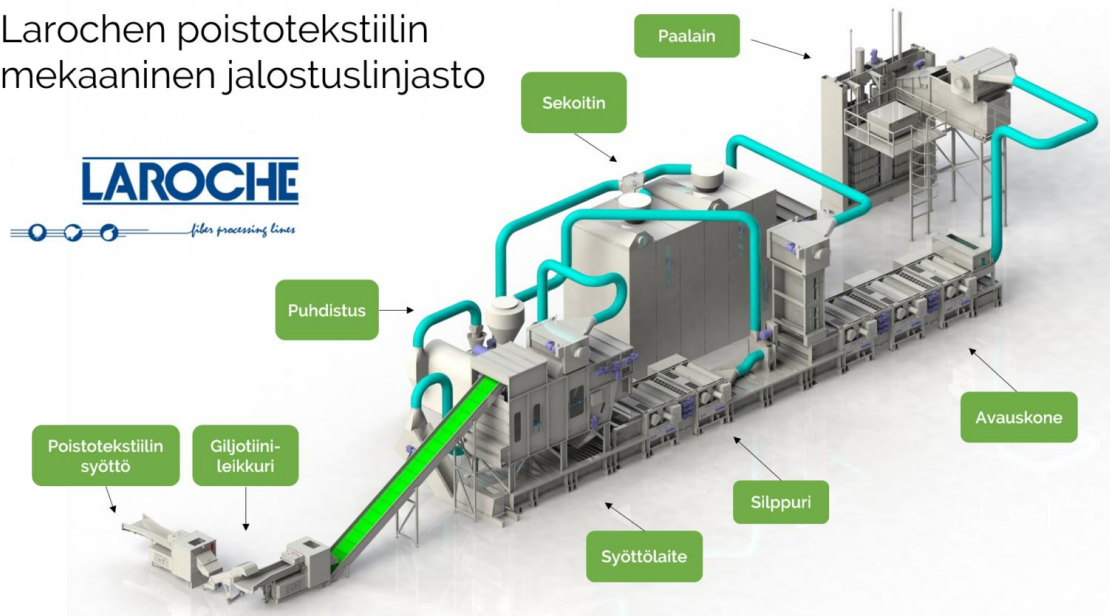
Jotta mekaanisen kierrätyksen lopputuotetta kierrätyskuitua voitaisiin käyttää uusien vaatteiden ja kodintekstiilien tuottamiseen, tulee poistotekstiilin lajittelun olla tarkkaa ennen kierrätyslinjastoa. Kun kuituja käytetään pääasiassa eristeinä tai sen kaltaisina, voi lajittelu kuitenkin olla epätarkempaa siinä mielessä, että näissä käyttökohteissa sekoitemateriaaleja voitaneen mahdollisesti käyttää. Mekaaniseen kierrätykseen kuitenkin parhaiten soveltuvat tekstiilit, jotka ovat materiaalikoostumukseltaan vain yhtä kuitua, esimerkiksi 100 % puuvillaa. Niin orgaaniset kuidut, kuten puuvilla, kuin myös tekokuidut voidaan kierrättää mekaanisesti. Monet tekstiilit ovat nykyisin seoksia puuvillan ja teko-kuitujen välillä, ja pesulappujen puuttuminen sekä väärät merkinnät haittaavat tarkkaa lajittelua. Pinnoitetut tekstiilit tai monista urheiluvaatteistakin löytyvä venyvä elastaani eivät sovi mekaanisesti kierrätettäväksi, ja ne voivatkin suurissa määrissä aiheuttaa ongelmia käsittelylinjastoon. Yleisesti tärkeää mekaanisessa käsittelyprosessissa on, että tekstiilien materiaalikoostumus tunnetaan, jotta koneisto voidaan säätää siihen sopivaksi. (Auranen 2018.)

Materiaalikoostumuksen mukaisen lajittelun lisäksi värien mukaan lajitteleminen on usein hyödyllistä mekaanisessa kierrätysprosessissa, sillä kierrätettävän tekstiilin ja niin myös kierrätyskuidun väri päätyy yleensä suoraan valmiiseen tuotteeseen, ellei niitä erikseen vielä värjätä. (Auranen 2018.) Myös työssä mukana olevan Pure Wasten tuotteiden väri heijastaa nykyisin kierrätyskuidun alkuperäistä väriä, sillä kuitua ei erikseen värjätä eikä valkaista (Pure Waste 2020). Jos tekstiilit lajitellaan materiaalikoostumuksen ja värin mukaan eikä lopputuotetta värjätä, säästyy ympäristö myös värjäykseen käytetyiltä kemikaaleilta. Vaikka poistotekstiiliä ei lajiteltaisikaan värien mukaan, voidaan tekstiilejä joissain tapauksissa valkaista, mikä ainakin mahdollistaisi uudelleenvärjäyksen. Valkaistua kierrätyskuitua voitaisiin myös käyttää korkean hygieniatason tekstiileissä, mikäli muut puhtausvaatimukset täyttyvät ja tekstiilejä on mahdollista tuottaa. (Auranen 2018; Heikkilä ym. 2020, 25–28.) VTT:n tutkimuksen mukaan värinpoistossa valkaistu ei kuitenkaan aina tuota toivottua lopputulosta, sillä täydellistä ja tehokasta värinpoistoa ei laboratorioympäristössä saavutettu. Värinpoiston ja valkaisun todettiin myös heikentävän materiaaleja, mikä vaikeuttaa uudelleenkäyttöä entisestään. (Heikkilä ym. 2020, 25–28).

Mekaaninen kierrätys alkaa poistotekstiilien lajittelusta esimerkiksi materiaalin ja värin mukaan, ja jatkuu kovien osien, kuten nappien, vetoketjujen ja paksujen saumojen poistolla. Tämä vaihe tehdään yleensä vielä käsin siihen sopivalla laitteella. Sen jälkeen

poistotekstiilit syötetään kierrätyslinjastolle. (Lounais-Suomen Jätehuolto n.d.) Kuvasta 1 nähdään LSJH:lle tilatun linjaston kuvaus ja sen vaiheita.

Larochen poistotekstiilin mekaaninen jalostuslinjasto



Kuva 1. Pilottilaitokselle tuleva poistotekstiilin mekaaninen jalostuslinjasto (Lounais-Suomen Jätehuolto Oy n. d.).

Tekstiilien kovien osien poiston jälkeen seuraa tekstiilien silppuaminen kuvan 1 giljotiini-leikkurivaiheessa. Tekstiilit silputaan noin 10 cm² kokoisiksi paloiksi. Silpusta poistetaan vielä magneetilla siihen mahdollisesti jääneet metallit kuvan 1 puhdistusvaiheessa. Silputtu tekstiili avataan edelleen kuiduksi siihen tarkoitettujen avaajien avulla kuvan 1 linjaston mukaisesti. Silpun avausvaihe voidaan toistaa useampiakin kertoja, jotta tuloksena on halutunlaista kuitua. Jos kuitenkin halutaan säästää kuitupituutta, vaihetta toistetaan vain sen verran, kuin on tarpeellista, sillä jokaisella avauskerralla kuidun pituus lyhenee noin kahteen kolmasosaan alkuperäisestä. Villaisia neuleita voidaan myös repiä kokonaisina ilman silppuamista, jolloin kierrätyskuidun pituus säilyy pidempänä. Avatussa kierrätyskuidussa on usein seassa myös lankajäämiä, ja kuidun laatu heijastaakin siihen käytetyn tekstiilin laatua. (Auranen 2018; Lounais-Suomen Jätehuolto n. d.) Tästä seuraavat käsittelyvaiheet riippuvat täysin siitä, mihin kierrätyskuitua halutaan käyttää. Poistotekstiilien puhdistaminen epäpuhtauksista voidaan toteuttaa lajittelun jälkeen ennen mekaanista kierrätystä, muttei ole mahdollista, että jo avattuakin kuitua puhdistettaisiin.

4 POISTOTEKSTIILIEN EPÄPUHTAUDET JA NIIDEN TORJUNTA

Tässä luvussa esitellään yleisimpiä sekä suurimpina uhkina koettuja poistotekstiilien epäpuhtauksia. Sen arvioinnissa, mitkä epäpuhtaudet koetaan suurimpina uhkina, hyödynsin aiempaa tutkimustietoa, mutta myös soveltuvien osin vallitsevaa pesuloiden hygieniastandardia EN-SFS 14065, joka määrittelee toimenpiteet mikrobien ja muiden haittojen minimoimiseksi pesulaympäristössä. Lisäksi löytyy monipuolisia oppaita epäpuhtauksien poistamiseksi. Erilaiset epäpuhtaudet voivat vaatia erilaista käsittelyä niiden torjumiseksi, joten on tärkeää tiedostaa minkälaisia epäpuhtauksia voidaan havaita, ja mitä niiden poistaminen tekstiileistä vaatii. Näitä tietoja käytetään hyödyksi arvioitaessa sekä vertaillen puhdistusmenetelmiä ja niiden tehokkuutta.

4.1 Lutikat

Suomessa esiintyvät lutikat *Cimex lectularius* ja niiden trooppiset sukulaiset *Cimex hemipterus* ovat pieniä noin 5–8 mm kokoisia tumman ruskeita hyönteisiä. Lutikat ovat syö-päläisiä ja imevät verta ihmisestä imukärsällensä. Lutikat tunnetaan myös nimellä seinälude, ja ovatkin tunnettuja ja pahamaineisia riesoja asunnoissa. Ne liikkuvat ja syövät öisin, ja päivisin lutikoita voikin olla hyvin vaikea löytää, sillä ne hakeutuvat piiloon esimerkiksi huonekalujen tai seinien rakoihin. Luteet kuitenkin tunnistaa helposti niiden jättämistä jäljistä ihoon, verijäljistä lakanoissa sekä tummista pienistä ulostepilkuista. (Helsingin kaupungin ympäristöpalvelut 2020.)

Vaikka lutikat elävätkin lähellä sänkyä ja yöllistä ravinnonlähdettä eli ihmistä, ne leviävät helposti erilaisten tekstiilien välityksellä. Lakanoiden vaihdon yhteydessä niihin jääneet lutikat ja munat voivat levitä pyykkikorin muihin tekstiileihin ja näin koko asuntoon, mikäli pesu ei ole tarpeeksi tehokas tuhoamaan niitä. Tällöin lutikat voivat levitä myös pesukoneesta. Ne voivat myös levitä toisiin asuntoihin rakenteiden rakojen ja kolojen kautta. Lisäksi matkustaessa lutikoilta on lähes mahdotonta suojautua niiden vaikean havaitavuuden takia, jolloin ne voivat tarttua mukaan ja levitä kotiin. (Helsingin kaupungin ympäristöpalvelut 2020.)

Lutikat ovat hyvin kestäviä, ja niiden torjunta on vaikeaa. Parhaiten niihin tehoaa kuitenkin pitkäaikainen kuumuus tai kylmyys. Lutikat tottuvat myrkkyihin ja myrkytyksiin nopeasti, joten niistä ei ole suurta apua lutikoiden torjuntaan. Tekstiileissä lutikat ja niiden munat tuhoutuvat yli 60 °C vesipesussa. Lisäksi kaksi tuntia kuivausrummussa yli 45 °C lämpötilassa tai puoli tuntia 60 °C lämpötilassa tuhoaa lutikoiden munat ja toukat. Kuivausrummussa tulee käyttää siihen tarkoitettua suojapussia. Näiden lisäksi kemiallisella pesulla voidaan tuhota tekstiileistä lutikoiden kaikki kehitysasteet. Jos lämpökäsittelyä ei voida tehdä, voidaan lutikoiden kaikki kehitysasteet tuhota myös pakkasella. Vähintään -18°C pakkasta riittää, mutta aikaa kuluu huomattavasti kauemmin kuin lämpökäsittelyssä, jopa viikko. (Helsingin kaupungin ympäristöpalvelut 2020.)

Lutikoiden torjunta-ainekestävyyden ja verrattain helpon leviämisen sekä ihmiselle haitallisuuden vuoksi ne vaikuttavat olevan poistotekstiilien jalostuksen kannalta suuri uhka, vaikka ne eivät olekaan tekstiilituholaisia tai tarvitse tekstiileitä selviytyäkseen. Lutikoita sisältävät tekstiilit eivät myöskään poistotekstiiliin kuuluisi, vaikka niitä sinne voi huolimattoman käsittelyn vuoksi kulkeutuakin. Tekstiileiden mukana kulkeutuvat aikuiset lutikat tai niiden munat tulisi siis poistaa joko pesemällä tai muuten varmistamalla, ettei tällaisia epäpuhtauksia kulkeutuisi kierrätyskuituun ja sen mukana uusiin tuotteisiin. Varsinkin kierrätyskuidun laadun ja maineen kannalta voidaan olettaa olevan ensiarvoisen tärkeää, ettei poistotekstiilikuidun ja uusien tuotteiden mukana lutikat kulkeutuisi ja leviäisi uusiin asuntoihin tai tiloihin.

4.2 Tekstiilituholaiset

Tekstiileissä esiintyviä inhottavina pidettyjä tuholaisia ovat luteiden lisäksi turkiskuoariaiset, ihrakuoriaiset sekä vaatekoit. Turkiskuoariaisia esiintyy Suomessa kahdenlaisia, vyö-turkiskuoariaisia ja pilkkuturkiskuoariaisia. Molemmat ovat pituudeltaan noin 0,5 cm kokoisia tummia kuoriaisia. Pilkkuturkiskuoariaiset ovat Suomessa luonnonvaraisia. Niiden naaraat munivat lintujen pesiin, joista toukat voivat kulkeutua lämpimiin sisätiloihin. Vyö-turkiskuoariaisia ei löydy Suomen luonnosta, vaan ainoastaan lämmitetyistä tiloista. Turkiskuoariaiset suosivat pimeitä paikkoja ja leviävät tekstiilien, kuten vaatteiden ja päällystettyjen huonekalujen, välityksellä paikasta toiseen. (Helsingin kaupungin ympäristöpalvelut 2020.)

Turkiskuoariaisten toukat syövät reikiä tekstiileihin, erityisesti turkiksiin, mutta myös pel-lava-, villa-, ja puuvillatekstiileihin. Vyö-turkiskuoariaisen toukan jättämät reiät ovat

teräväreunaisia, kun pilkkuturkiskuoriaisen toukat jättävät sileäreunaisia reikiä jäljiksi ruokailuistaan. (Helsingin kaupungin ympäristöpalvelut 2020.)

Myös museokuoriaisten toukat voivat syödä tekstiileihin ja turkiksiin reikiä. Luonnossa toukat syövät höyheniä sekä muita kuolleita hyönteisiä. Vahingot sisätiloissa ovat usein vähäisiä. Museokuoriaisia voidaan torjua poistamalla asunnon sisä- ja ulkopuolilta lintujen pesät ja eläinten raadot, mutta myös sama käsittely tehoaa museokuoriaisiin kuin muihinkin tekstiilituholaisiin. (Helsingin kaupungin ympäristöpalvelut 2020.)

Vyöihrakuoriainen, joka tunnetaan myös vain ihrakuoriaisena, on turkiskuforiaista hieman kapeampi kovakuoriainen. Se on noin 1 cm mittainen musta kuoriainen, jonka selässä on keskellä vaalea raita. Ihrakuoriainen syö kuolleita eläimiä ja löytyykin Suomen luonnosta lähinnä raadoista. Sisätiloihin joutuessaan ihrakuoriaiset syövät ruoantähteitä tai kuolleita kärpäsiä, mutta ne voivat myös vahingoittaa tekstiilejä. (Helsingin kaupungin ympäristöpalvelut 2020.)

Vaatekoi on lutikoiden ja turkiskuforiaisten tavoin tunnettu tekstiilituholainen, vaikka onkin nykyään harvinainen. Vaatekoi on kellertävä noin 1–1,5 cm kokoinen perhoslaji, jonka noin senttimetrin mittainen toukka tekee vahinkoa villaisiin kankaisiin. Vaatekoin toukka elää nukasta itse tekemässään putkimaisessa kotelossa syöden reikiä villaisiin tekstiileihin. Koiperhosen esiintymistä voidaan ehkäistä pakkaamalla käyttämättömät tekstiilit, erityisesti villaiset tekstiilit, tiiviisiin muovipusseihin tai laatikoihin. Vaatekoita torjutaan samoin kuin muitakin tekstiilituholaisia. (Helsingin kaupungin ympäristöpalvelut 2020.)

Tekstiilituholaiset ovat yleisiä, eivätkä ne levitä tauteja. Niitä ei siis tarvitse pelästyä, vaikkakin työläisiin torjuntatoimiin tulisi alkaa välittömästi. Kaikki tekstiilien säilytystilat tulee tyhjentää ja käsitellä torjunta-aineilla. Myös asunnon kolot ja raot, joissa hyönteisiä voi piileskellä tulee käsitellä torjunta-aineilla. Tekstiilit vesipestaan vähintään 60 °C lämpötilassa tai pakastetaan vähintään viikon ajan -20 °C lämpötilassa. Tekstiilit voidaan myös käsitellä niille sopivalla torjunta-aineella. Aineista voi kuitenkin jäädä värjäymiä tekstiileihin. (Helsingin kaupungin ympäristöpalvelut 2020.)

4.3 Mikrobiologiset epäpuhtaudet

Mikrobeja eli bakteereja, viruksia, homeita ja muita silmälle näkymättömiä organismeja, joita voidaan tekstiileissä pitää epäpuhtauksina, löytyy kaikkialta ja lähes kaikenlaisista olosuhteista niin maaperästä, ilmasta aerosoleina ja pölynä sekä myös sisätiloista.

(Kansallisarkisto 2020.) Tekstiileissä mikrobiologisia epäpuhtauksia voidaan tavata, vaikka silmällä katsoen tekstiili näyttäisikin puhtaalta (Rajanen 2013, 20). Mikrobiologisten epäpuhtauksien torjuminen poistotekstiilissä nostaa sen laatua ja avaa uusia mahdollisia käyttötarkoituksia poistotekstiilille, esimerkiksi lääketieteelliset kuitukankaat ja muut puhtautta vaativat käyttökohteet (Heikkilä ym. 2020, 16).

Sieniksi luokiteltuja homeita on lukuisia erilaisia. Ne muodostavat paljaalla silmällä nähtäviä rihmastoja kasvaessaan ja leviävät usein ilmaitse homeitiöiden avulla. Homeet kasvavat parhaiten kosteissa ja lämpimissä olosuhteissa kun ilman suhteellinen kosteus on yli 65 % ja lämpötila +4...+30 °C välillä. Homeet tarvitsevat lisäksi happea ja ravintoa. Homeet hajottavat ravinnokseen eloperäistä ainesta, ja kotitalouksista helpoiten homeita löytääkin biojätteen ja kompostin seasta. (Kansallisarkisto 2020.) Hometta voi löytää myös tekstiileistä ja talojen rakenteista. Jos hometta ei näy, sen voi tunnistaa myös hajuna. Erityisesti homeen haju imeytyy huokosiin tekstiileihin, vaikkei niissä muita homevaurioita, kuten näkyviä homepilkkuja, olisikaan. Kaikki irtaimisto, myös tekstiilit, voivat homehtua näkyvästikin, mikäli homeiden kasvulle on suotuisat olosuhteet. (Työterveyslaitos 2016.)

Monia homeita käytetään eri teollisuudenaloilla hyödyksi, kun taas toiset voivat aiheuttaa ihmiselle haittoja. Osa homelajeista tuottaa homemyrkyjä eli mykotoksiineja, joiden avulla ne kilpailevat muiden mikrobien kanssa, mutta jotka huomataan myös ihmisellä oireiluna ja terveysriskinä. (Kansallisarkisto 2020.)

Homeen poiston oppaita tekstiileille ja muulle irtaimistolle on tehnyt muun muassa Työterveyslaitos. Monia muita oppaita ja tietopaketteja, esimerkiksi talojen rakenteiden homeesiivouksiin, löytyy erilaisilta rakentamisen asiantuntijoilta. Homeet ovatkin tekstiileissä selkein mikrobiologisista epäpuhtauksista, sillä ne aiheuttavat helposti havaittavaa haittaa eli hajua, mahdollista oireilua ja homepilkkuja.

Tekstiilien homevaurioita voi olla mahdotonta poistaa, joten tekstiilit ja muu irtaimisto tulisi siirtää homevaurioituneesta tilasta pois mahdollisimman nopeasti. (Työterveyslaitos 2016.) Selvästi homeiset ja homeelle haisevat tekstiilit tulee heittää pois eli lajitella polttokelpoiseen jätteeseen. Poistotekstiilikeräykseen eivät homeiset tekstiilit siis edes kuulu, ja väärin lajitellut ja pakkaamattomat homeiset tekstiilit voivat pilata jopa kokonaisen tekstiilikuorman. Poistotekstiiliä voi homehtua myös kuljetuksen ja varastoinnin aikana, eikä siihen auta aina edes oikeaoppinen lajittelu. (Lounais-Suomen Jätehuolto Oy 2018.)

Jos tekstiilit eivät kuitenkaan merkittävästi haise eikä näkyvää homeetta löydy, riittää niille perusteellinen puhdistus. Tällaisia puhdistettuja tekstiilejä voidaan poistotekstiilinä vastaanottaa, sillä ne eivät puhdistamisen jälkeen enää kannalta poikkeavaa määrää eikä kasvavaa homeetta. Tekstiilien puhdistukseen homeesta on olemassa useita toimivia tapoja. Vesipesu yli 60 °C lämpötilassa toimii, mikäli tekstiilit kuivataan tehokkaasti pesun jälkeen. Homeen hajun poisto voi vaatia useamman pesukerran, mutta myös tekstiilien silittäminen voi saada aikaan hajuttoman lopputuloksen. Homeen ja sen hajun poistossa tehokkainta on kuitenkin kemiallinen pesu. (Työterveyslaitos 2016.)

Bakteereja voidaan myös löytää tekstiileistä. Bakteerit voidaan lokeroida soluseinän rakenteen mukaan gram-negatiivisiin ja gram-positiivisiin. Soluseinän rakenne vaikuttaa siihen, miten tekstiilejä tulisi puhdistaa haitallisilta bakteereilta. Bakteerien lisääntyminen on nopeaa, joten mikrobiologisesti likaiset tekstiilit tulisi pestä mahdollisimman nopeasti välttämällä kontaktia puhtaiden tekstiilien kanssa, sillä bakteerit tarttuvat helposti kosketuksen välityksellä. Elävät bakteerit voidaan puhdistaa tekstiileistä 60 °C vesipesulla, mutta kaikki bakteerien itiöt ja muut muodot tarvitsevat jopa 120 °C lämpötilan tuhoutuakseen. (Rajanen 2013, 22.) Kyseessä ollessa poistotekstiilit, tarpeelliseen puhtauteen kuitenkin riittänee bakteerikasvu huomioiden vesipesu 60 °C:ssa sillä yli sadan asteen lämpötiloilla tavoitellaan jo sterilisointia, mitä vaaditaan pääasiassa puhdastilojen, kuten leikkaussalien ja laboratorioden, tekstiileiltä.

Bakteerien lisäksi tekstiileissä saattaa esiintyä viruksia ja hiivoja sekä muita mikrobeja, ja vaikka jotkin niistä voivatkin aiheuttaa haittaa ihmiselle, on niiden määrä usein vähäistä. Muita mikrobeja myös torjutaan ja puhdistetaan tekstiileistä samoin keinoin ja paras tulos saadaan yli 70–80 °C lämpötiloissa. (Rajanen 2013, 22–23.) Mikrobien torjunnassa tulee myös pesun yhteydessä varmistaa, etteivät vielä likaiset ja pesemättömät tekstiilit pääse kontaktiin tai pölyttämään mikrobeja jo pestyihin tekstiileihin. Tästä puhutaan ristiin kontaminoitumisena, ja se voidaan estää esimerkiksi väliseinällä puhtaiden ja likaisten pyykkien välillä. (Tekstiilihuollon hygieniatoimikunta 2018.)

4.4 Muu likaisuus

Hyönteisten ja mikro-organismien lisäksi poistotekstiilin joukossa voi esiintyä satunnaisesti hiiriä sekä niiden jätöksiä. Niitä voi kulkeutua poistotekstiilin joukkoon niin keräyksen, kuljetuksen kuin varastoinninkin aikana. Näin suuret epäpuhtaudet irtoavat tekstiileistä lähes millä tahansa puhdistusmenetelmällä. (Engblom 2019, 18.) Hiiret ja rotat

voivat kuitenkin levittää ulosteen välityksellä haitallisia bakteereja, joten tekstiilit, joista jätöksiä löytyy, tulisi tarvittaessa käsitellä kuten liiallisten bakteerienkin poistossa eli vähintään 60 °C vesipesulla (Rajanen 2013, 22). Tässä tapauksessa voidaan luonnehtia pesun olevan ratkaisu tarvittaessa, sillä poistotekstiileistä voidaan jalostaa myös sellaisia tuotteita, joissa pieni määrä bakteereja tai muita epäpuhtauksia eivät ole merkityksellisiä. Kuitenkin selkeästi likaiset ja tahriintuneet tekstiilit joutavat esilajitteluvaiheessa jo polttopolttokelpoiseksi jätteeksi (Lounais-Suomen Jätehuolto 2018).

Kaiken likaisuuden ja epäpuhtauksien poistossa tulee myös ottaa huomioon, etteivät tekstiilit kontaminoituisi uudelleen tai pilaantuisi. Tällaisia tapauksia voidaan minimoida esimerkiksi kuivaamalla ja mankeloimalla tekstiilit heti vesipesun jälkeen, sillä homeet sekä osa bakteereista eivät kasva kuivassa ympäristössä. (Tekstiilihuollon hygieniatoimikunta 2018.)

5 MITEN POISTOTEKSTIILEJÄ PUHDISTETAAN?

Tässä luvussa ensin esittelen ja sitten analysoin kuluttajapoistotekstiilien puhdistamiseen soveltuvia menetelmiä. Jokaisella menetelmällä on puolensa, joita arvioin juuri kuluttajapoistotekstiilin puhdistuksen kannalta. Pesu- ja puhdistusmenetelmät ja niiden tehokkuus vastata tarpeeseen on mekaanisen kierrätyksen yhteydessä tärkeä työvaihe, sillä mekaanisella kierrätyksellä ei työvaiheena ole itsessään vaikutusta kuidun puhtautteen tai hygieenisyyteen, toisin kuin kemiallisella ja termisellä kierrätyksellä, joilla pystytään samanaikaisesti neutraloimaan epäpuhtauksia. (Heikkilä ym. 2020, 10.)

5.1 Hörypuhdistus

Ilona Engblom opinnäytetyössään (2019) toteaa hörypuhdistuksen olevan kuluttajapoistotekstiileille tehokas puhdistusmenetelmä, jolla voidaan poistaa ja torjua mikrobeja ja niiden hajuja, lutikoita kaikissa sen kehitysmuodoissa sekä myös näkyvää likaa, mikäli lika pyyhitään tekstiilistä höyrykäsittelyn jälkeen. Höyryn tehokkuus piilee sen korkeassa lämpötilassa sekä siinä, ettei höyryn kanssa tarvita erikseen pesuaineita. Hörypuhdistuksessa käytännössä tekstiileihin puhalletaan kuumaa vesihöyryä, joka irrottaa likaa ja desinfioi samalla jättämättä tekstiilejä kosteiksi. Vaikka hörypuhdistuksen tehokkuudesta turkiskuoriaisten tai muiden tekstiilituholaisten torjunnassa ei ole varmuutta, Engblom toteaa sen olevan riittävä niiden tuhoamiseen vedoten höyryn korkeaan yli 60 °C lämpötilaan, mikä pelkältä vesipesultakin yleensä vaaditaan tuholaisten torjunnassa. Hörypuhdistus on myös ympäristöystävällistä verrattuna vesipesuun, sillä vedenkulutus on huomattavasti pienempää, eikä tekstiilejä tarvitse kuivattaa erikseen puhdistuksen jälkeen. (Engblom 2019.) Höyrypesu ei kuitenkaan sellaisenaan poista likatahroja, vaikka lika kuidusta irtoaakin, joten voidaan todeta hörypuhdistuksen vaativan erillistä työtä pyyhkiä lika tekstiilin pinnoilta pois. Tämä saattaa johtaa siihen, että pienetkin näkyvät lika- tai rasvatahrat aiheuttavat tekstiilin soveltumattomuuden kierrätettäväksi, kun puhdistuksen työmäärä kasvaa. Hyvin vähäiselle lialle ja puhtauden periaatteelliseen varmistamiseen hörypuhdistus kuitenkin sopinee, varsinkin jos muiden prosessien hukkalämpöä voitaisiin tässä käyttää hyödyksi.

5.2 Kemiallinen pesu

Kemiallisella pesulla tarkoitetaan sellaista tekstiilien pesumenetelmää, jossa käytetään pesuaineen ja vesiliuoksen sijasta orgaanista liuotinta. Kemiallinen pesu sopii parhaiten vesipesuun sopimattomille ja herkille tekstiileille sekä sellaisille, joiden lika on selkeästi rasvaliukoista. Kemialliseen pesuun liitetään kuivatusvaihe, jossa pesuun käytetyt kemikaalit haihdutetaan tekstiileistä lämmön avulla. Kemiallisessa pesussa kemikaalit kiertävät suljetussa järjestelmässä. (Rajanen 2013, 15.) Kemiallinen pesu vaikuttaa siis tehoavan kaikkiin työssä käsiteltyihin epäpuhtauksiin, etenkin lutikoihin ja homeeseen, mikä tekee siitä halutun ja tehokkaan menetelmän. Kemiallinen pesu on kuitenkin monesti kalliimpaa kuin tavallinen vesipesu. Tästä syystä kemiallinen pesu ei ole poistotekstiileille optimaalinen, sillä kallis pesu nostaa myös poistotekstiilikuidun jälleenmyyntihintaa. Jos neitseellinen kuitu on edullisempaa kuin kierrätyskuitu, voi olla vaikeampaa saada tekijöitä yhteistyöhön kuidun jalostamiseksi.

5.3 Vesipesu

Vesipesu on yleisnimitys kaikille pesutypeille, jotka tapahtuvat vesiliuoksissa. Vesipesuja voidaan luokitella käytetyn lämpötilan tai pesuaineen mukaan. Teollisen mittakaavan pesuloissa käytetään standardisoituja prosesseja tekstiilien puhdistamiseksi mahdollisimman pienin negatiivisin vaikutuksin. Näissä prosesseissa siis esimerkiksi vedenkulutus ja pesuaineiden syöttö on automaattista ja optimoitua. (Paukkunen 2021.) Vesipesussa käytettävä vesi on puhdasta vesijohtovettä, mikä tulisi olla pH arvoltaan 6–8 ja kovuudeltaan alle 2 °dH (Rajanen 2013, 9–10).

Vesipesun lian ja epäpuhtauksien poiston tehokkuuden kannalta tärkeimmät tekijät ovat lämpötila, pesun kesto, mekaniikka eli esimerkiksi pesukoneen rummun linkous sekä kemia eli veden ja pesuaineiden ominaisuudet. Näistä merkittävin likatahroihin, on mekaniikka, koska likaa irtoaa tehokkaasti liikkeen avulla tekstiilien hangatessa toisiinsa ja rumpuun vesiliuoksessa. Lämpö tehostaa pesuaineiden vaikutusta, sekä riittävän pitkä pesu tarpeeksi lämpimässä tuhoaa tekstiilituholaisten elinmahdollisuudet. (Rajanen 2013, 14; Helsingin seudun ympäristöpalvelut 2020.)

Yleensä kaikkein paras pesutulos saadaan yli 60 °C lämpötilassa, kun osa epäpuhtauksista tuhoutuu jo pelkän lämmön vaikutuksesta. Kaikkia tekstiilejä ei kuitenkaan

suositella pestävän niin kuumassa, jolloin 40 °C lämpötila voi olla riittävä, kun valitaan pidempi pesuohjelma ja sopivat pesuaineet. Valkaisuaineistakin voi olla hyötyä. (Heikkilä ym. 2020, 18.) Sopivat pesuaineet sisältävät useimmiten tensidejä, fosfaattia, stabilointiainetta sekä mahdollisesti valkaisuaineita, kuten vetyperoksidia, peretikkahappoa tai natriumhypokloriittia. Tensidit ja fosfaatit ovat aineita, jotka vesiliuoksessa irrottavat likaa ja tahroja tekstiilin pinnoilta. Stabilointiaineet alentavat pintajännitystä ja näin parantavat pesutulosta. Valkaisuaineet poistavat tarvittaessa väriaineita tai värillisiä tahroja tekstiileistä hapettamalla. (Rajanen 2013, 12–13.)

Vaikka vesipesu 40 °C lämpötilassa hapettavan kemikaalin kanssa voi olla riittävä korvaamaan käsittelyn korkeammassa lämpötilassa, se ei kuitenkaan tehoa kaikkiin vaativimpiin mikrobiologisiin epäpuhtauksiin yhtä hyvin kuin 60 °C ja sitä kuumemmat pesuohjelmat. Kun kuivaus toteutetaan kuivausrummussa, voidaan kuitenkin saavuttaa lähes yhtä hyvä pesutulos. (Heikkilä ym. 2020, 18–19.)

VTT:n toteuttaman tutkimuksen mukaan synteettinen tekstiilikuitu pysyy mekaanisilta ominaisuuksiltaan parhaimmassa kunnossa matalammissa, enintään 60 °C lämpötiloissa. Puuvillakuitu reagoi erilaisiin pesuihin toisin, korkeampi 70 °C lämpötila ei vahingoittanut puuvillakuituja samoin kuin tekokuituja. Vähiten puuvillakuitukin vahingoittui kuitenkin 60 °C pesussa. Parhain pesutulos saatiin tutkimuksessa niin polyesterin kuin puuvillakin osalta käyttämällä pesuaineena Peracid Fortea eli peretikkahapon, etikkahapon ja vetyperoksidin seosta. (Heikkilä ym. 2020, 19–23.) Tämän perusteella poistotekstiilejä kannattaa pestä lämpötiloissa ja aineilla, joista niiden laatu kärsii vähiten, tinkimättä kuitenkaan puhtaudesta. Desinfektiovesipesu 60 °C ja 40 °C lämpötiloissa pesuaineena Peracid Forte, tai sitä vastaava, voisi siis sopia LSJH:n poistotekstiilien puhdistustarpeeseen, sillä se tehoaa kaikkiin työssä merkityksellisiin epäpuhtauksiin. Toisaalta vesipesu kuluttaa huomattavasti enemmän vettä kuin esimerkiksi höyrypesu, mutta veden kulutus pesussa jo tuotettuja kuituja kohden on pienempää kuin kokonaan uuden neitseellisen kuidun tuotanto. (Chapagain ym. 2005, 23). Jos kuitujen käyttöikä voidaan tehokkaalla pesulla siis pidentää, niin kannattaa se tehdä myös ajatellen kokonaisvedenkulutusta.

Lämpökäsittely on toinen tehokas tapa tuhota epäpuhtaudet. Lämpökäsittely toteutetaan yli 70 °C lämpötilassa ja yli kymmenen minuutin ajan. Lämpökäsittelyllä voidaan varmasti tuhota tekstiilituholaiset, mutta käsittely korkeassa lämpötilassa kuluttaa huomattavasti energiaa sekä voi heikentää tekstiilikuitujen laatua. Lämpökäsittely voidaan tehdä erikseen tai vesipesun yhteydessä. (Heikkilä ym. 2020, 18.) Koska kyse on poistotekstiileistä ja askeleesta kohti kiertotaloutta, olisi perusteltua välttää suurta energiankulutusta, jos

vähäisemmällä energialla voidaan saavuttaa lähes yhtä puhdasta. Lisäksi lämpötilan vaikutus kuidun laatuun voi vähentää kierrätyskelpoista materiaalia entisestään. Kun yhtälöön lisätään, että tekstiilien tulisi olla jo puhdasta keräykseen tullessa eikä näin lämpökäsittelylle tulisi olla tarvetta, voidaan se sivuuttaa sopivana puhdistusmenetelmänä, ellei asiakas sitä määrittäisi vaatimukseksi.

6 PUHTAUSVAATIMUKSIA – PURE WASTE TEXTILES JA VAIMEE

Koska poistotekstiilin hyödyntäjäyritysten tarpeet ja laatuvaatimukset voivat erota toisistaan merkittävästikin, tähän työhön valittiin kuluttajapoistotekstiilistä ja siitä tuotetusta kierrätyskuidusta kiinnostuneet yritykset Pure Waste Textiles Oy ja Vaimee Oy edustamaan tarpeita ja vaatimuksia kierrätyskuidulle sekä niiden eroavaisuuksia. Nämä yritykset ovat potentiaalisia LSJH:n yritysasiakkaita, jotka ovat mukana poistotekstiilien jalostuslaitoksen piloteissa. Yritykset edustavat toisistaan poikkeavia kierrätyskuidun käyttötarkoituksia. Koska yritysten tarpeet kierrätyskuidulle ovat myös erilaiset, pystytään työssä arvioimaan puhdistusprosesseja ja muita työn parametreja monipuolisesti niin, että ne mahdollistavat laajasti erilaisten yritysten yhteistyön.

Tässä opinnäytetyössä Pure Waste edustaa asteen tiukempaa puhtaus- ja laatuvaatimusta kierrätyskuidulle, sillä kuidusta jalostettuja tuotteita käytetään esimerkiksi vaatteena ja ihoa vasten, ja sillä materiaali koostumuksella ja kuidun laadulla on merkitystä. Vaimee Oy edustaa puolestaan yritystä, jolle tietyt seikat, kuten puhtaus, ovat todella tärkeitä, mutta toiset seikat, kuten materiaalin väri ja kuidun laatu, eivät ole yhtä tarkasti määriteltyjä.

6.1 Pure Waste Textiles Oy

Pure Waste Textiles Oy on suomalainen tekstiilialan yritys, joka valmistaa vaateteollisuuden leikkuujätteestä mekaanisesti kierrätettynä lankaa, kangasta sekä valmiita vaatteita ja tekstiilejä. Pure Wastella valmiin tuotteen väri määräytyy heille saapuvan leikkuujätteen värin mukaan, eikä näin erillistä värjäystä tarvitse tehdä. Pure Waste pyrkii kehittämään tekstiiliteollisuutta kestävämmäksi niin ympäristön sekä myös sosiaalisen yhdenvertaisuuden kannalta. Pure Wasten tuotanto tapahtuu nykyisin Intiassa, jossa raaka-aine kierrätystekstiileille löytyy läheltä. (Pure Waste 2020.)

Pure Wasten hallituksen puheenjohtaja Jukka Pesola (2021) kertoo, että Pure Wasten laatuvaatimuksia kemialliselta näkökulmalta määrittää esimerkiksi Euroopan Unionin REACH-asetus, jonka nykyisin Intiassa valmistetut tuotteet jo pitkälti täyttävät, sillä jo

raaka-aineeksi tullut leikkuujäte on yleensä peräisin yrityksiltä, jotka tuovat tuotteitaan Eurooppaan. Ainoastaan tietyt väriaineet ja käsittelykemikaalit voivat aiheuttaa haittaa. Lisäksi jokainen saapuva erä tarkistetaan ja testataan tarkasti, jottei vahinkoja tapahtuisi. (Pesola 2021.)

REACH-asetuksella tarkoitetaan kemikaalien, kemikaaliseosten ja kemikaalituotteiden rekisteröintiä, valvontaa, arviointia, lupamenettelyjä ja rajoituksia. REACH koskee kaikkia yrityksiä, jotka valmistavat kemikaaleja, tuovat maahan kemikaaleja tai kemikaalituotteita, kuten käsiteltyjä tekstiilejä, tai myyvät, varastoivat tai jatkokäyttävät kemikaaleja ja niiden seoksia yritystoiminnassaan. Asetus siis vaikuttaa lähes kaikkiin yrityksiin Euroopan talousalueella. Tekstiileissä kemikaaleja käytetään esimerkiksi värjäykseen. (Your Europe 2020.) Koska myös poistotekstiilit voivat sisältää jäämiä niissä alun perin käytetyistä kemikaaleista tai pesuaineista, on asetus otettava huomioon myös niiden osalta.

Koska kaikki tekstiilituotteet EU:n alueella täyttävät REACH kriteerit, on puhdas suomalainen kuluttajapoistotekstiilikin siis hyödynnettävissä, kun puhtaudella viitataan esimerkiksi monien pesuloiden käyttämään hygieniastandardiin SFS-EN 14065 (Tekstiilit. Pesulassa huolletut tekstiilit. Mikrobiologisen puhtauden hallinta), mitä vaaditaan myös terveydenhuollon tekstiileiltä. Tämän standardin mukaan voidaan varmistaa käyttötarkoitukseen sopiva mikrobiologinen puhtaustaso ja pesun laadukas lopputulos vahingoittamatta turhaan tekstiilien kuituja (Tekstiilihuollon hygieniatoimikunta 2018).

Pesolan (2021) mukaan puhtaus ei Pure Wastelle ole kuitenkaan yksiselitteistä. Se on kuitenkin selvää, että Pure Wastelle saapuvan kuidun, tässä tapauksessa poistotekstiilistä valmistetun kierrätyskuidun, laadun tulisi olla hyvää eikä se saisi olla liian vaurioitunut pesun tai valkaisun johdosta. Tärkeimmät kriteerit ovatkin Pesolan mukaan materiaalikoostumus ja väri. Kuluttajapoistotekstiilikuidulta odotetaan puhtauden puolesta samankaltaista laatua kuin nykyisiltäkin raaka-aineilta Intiassa. (Pesola 2021.)

Pure Wasten laatuvaatimus on siis riittävä puhtaus ilman kiellettyjä kemikaaleja ja lajittelu materiaalikoostumuksen ja värien mukaan. Oletan, että materiaalikoostumuksella tarkoitetaan 100 % puuvillaa, sillä Pure Waste on ollut mukana VTT:n tutkimuksessa (Heikkilä ym. 2020), jossa tutkittiin juuri poistotekstiilipuuvillan soveltuvuutta langan kehärykseen. Lisäksi oletan, että kuidulta vaaditaan myös sopivaa pituutta ja lujuutta, jotta uutta lankaa ja kankaita voidaan tuottaa. Riittävän puhtauden arvelen olevan sellaista, mitä kuluttajakin vaatii omilta tekstiileiltään, sillä suurta osaa Pure Wasten tuotteista on

tarkoitettu käytettäväksi vaatteina tai asusteina, eli ei näkyvää likaa, tekstiilituholaisia, hometta tai sen hajua, eikä myöskään haitallisia määriä mikrobiologisia epäpuhtauksia.

6.2 Vaimee Oy

Vaimee Oy on suomalainen yritys, joka valmistaa korkealaatuisia ja kustomoituja akustiikkapaneeleita ja äänenvaimentimia vähentämään kaikua. Vaimee tarjoaa nykyisellään kahta eri sarjaa akustiikkapaneeleita, luonnonpintaisia sekä Based-sarjan kierrätetystä PET-muovista valmistettuja. (Vaimee Oy 2021.) Vaimeen Based-sarjan materiaaleilla on M1-sisäilmaluokitus (Vaimee Oy 2021), joka on rakennusmateriaalien päästöluokista vähäpäästöisin. Tällä siis tarkoitetaan sitä, että Vaimeen materiaalit ja tuotteet vapauttavat mahdollisimman vähän epäpuhtauksia ja orgaanisia yhdisteitä sisäilmaan. Myöskään tuotteet eivät haise. (Rakennustietosäätiö 2021.)

Vaimeen toimitusjohtaja Mika Latvala (2021) kertoi haastattelussa, että vuoden 2021 aikana Vaimee lanseeraa uudenlaisen äänenvaimenninmallin, mikä toteutetaan Vaimee Based-sarjan akustiikkalevystä rakennetusta kotelosta, joka täytetään kuidulla, mahdollisesti siis LSJH:n poistotekstiilistä tuotetulla kierrätyskuidulla. Kierrätyskuidun tulisi kuitenkin Latvalan mukaan olla puhdasta sen hyödyntämisen mahdollistamiseksi tähän tarkoitukseen. Varsinkin hyönteiset kuten lutikat ja niiden munat koetaan suurena uhkana, joten niiden päätyminen kierrätyskuituun on ehdottoman kiellettyä. (Latvala 2021.)

Latvala (2021) toteaa, ettei kierrätyskuitu saisi myöskään haista, vaikkei M1-sisäilmaluokitusta kierrätyskuituiselle akustiikkatuotteelle tehtäisikään. Kuitenkaan esimerkiksi kierrätyskuidun värillä ei ole merkitystä, sillä Vaimeella monet tuotteet läpivärjätään, ja uudessa mallissa kierrätyskuitu jäisi akustiikkatuotteen kotelon sisään. Materiaalillekaan ei ole Latvalan mukaan rajattu laatuvaatimuksia sen suhteen, että tuleeko kuidun olla esimerkiksi täyttä puuvillaa, mikäli kuitu on kuitenkin aina tasalaatuista. Oletan siis, että sekakuitujakin voitaisiin akustiikkatuotteissa hyödyntää, mikäli materiaalikoostumus pysyisi aina samana. Kuitenkin Latvala kokee puuvillan tiheydensä vuoksi ainakin parempana täytteenä kuin polyesterin. (Latvala 2021). Sekakuitujen hyödyntämisen mahdollisuus voisi lisätä tekstiilien kierrätysastetta edelleen, sillä nykyisellään sekakuitujen hyödyntäminen on hyvin vähäistä muihin käyttötarkoituksiin.

Vaimeen laatuvaatimus on siis materiaalikoostumukseltaan ja siten myös tiheydeltään tasalaatuinen ja tarpeeksi puhdas kierrätyskuitu, jonka värillä ja ulkonäöllä ei kuitenkaan

ole merkitystä. Puhtaus on kuitenkin Vaimeelle hyvin tärkeää, eikä kuitu saa missään tapauksessa sisältää tekstiilituholaisia. Kierrätyskuidun tulee myös olla mahdollisimman hajutonta. Arvelen, että puhtaus olisi myös mikrobiologisesta näkökulmasta Vaimeelle riittävää, mikäli puhdistus on yhtä tehokasta, mitä kuluttajakin vaatii omilta kodin tekstiileiltään, eli haitallisia tai haitallissa määrin mikro-organismeja ei kuituun kaivata.

7 PUHDISTUSPALVELUIDEN TUOTTAJIA

Markkinakartoitusta tehdessä pidin mielessä LSJH:n asiakkaiden tarpeet ja muut vaatimukset pesulayrityksille. Näitä tarpeita olivat siis laadukas puhtaustulos poistotekstiileille sopivalla menetelmällä, esimerkiksi desinfioivalla vesipesulla, teollinen mittakaava tai ainakin sen mahdollisuus, etäisyys jalostuslaitokselta ja kuljetusmahdollisuus sekä kiinnostus yhteistyöhön.

Kartoituksessa ilmeni useita erilaisia pesulayrityksiä Varsinais-Suomen alueelta, jopa niinkin läheltä uutta jalostuslaitosta kuin Paimiosta ja Turusta. Tässä luvussa esitellään niitä potentiaalisia yrityksiä pesupalvelun tuottajista, joihin otettiin työssä yhteyttä ja syntyi keskusteluyhteys. Koska työn aikataulu oli nopea, ei työssä käsitelty enempää yrityksiä kuin ne, jotka pystyivät vastaamaan kyselyihin ja tarjouspyyntöihin kuukauden kuluessa. Tässä työssä ei käsitellä myöskään yritysten tarjouspyyntöjen hintatietoja tai tarkkoja prosessikuvauksia.

Turun Suurpesula Oy on Turussa hyvien kulkuyhteyksien varrella sijaitseva laitospesula, joka tarjoaa pesulapalveluita kaikille tekstiileille. Myös kuljetuspalvelu on mahdollinen tarvittaessa. Turun Suurpesula tarjoaa erilaisia vesipesuja sekä kemiallista pesua, joista poistotekstiileille käytettäisiin desinfektiopesua, eli vesipesua desinfioivilla kemikaaleilla. Tällaisella pesulla voidaan varmistaa, ettei tekstiileihin jää tuhohyönteisiä tai muuta mahdollista likaisuutta. (Elers 2021.) Turun Suurpesulan toimitusjohtajan Elersin (2021) mukaan yrityksellä on toiminnassa Tekstiilihuollon hygieniatoimikunnan antamien RABC-ohjeiden mukainen laadunvalvonta, eli tekstiilien puhtauden voidaan olettaa olevan riittävää myös vaativammille asiakkaille raaka-aineeksi. Desinfektiopesu ei kuitenkaan välttämättä riitä takaamaan riittävää mikrobiologista hygieniää esimerkiksi puhdas-tilakäyttöön tai sairaalatekstiileihin, jolloin tulee turvautua esimerkiksi lämpökäsittelyyn. Tuholaisiin, homeeseen, muuhun likaan ja tavanomaiseen mikrobiologiseen puhtauteen desinfektiopesu kuitenkin riittää.

SOL Pesulapalvelut Oy:n pesuloita löytyy ympäri Suomen. SOL Pesulapalvelut myöskin tarjoavat pesua kaikenlaisille tekstiileille. Poistotekstiileille palvelupääällikkö Paukkunen (2021) suosittelee desinfektiopesua joko 40 °C tai 60 °C lämpötiloissa. Molemmat desinfektiopesut riittävät poistamaan tuhohyönteisiä, tavallista likaa ja jonkin verran myös homeetta. Todella voimakkaan hajuisista tekstiileistä kaikkea hajua ei välttämättä pystytä poistamaan. Verrattain matala lämpötila kuitenkin säästää tekstiilin kuituja, mikä

parantaa kierrätettävyyttä. Lisäksi mikrobiologisen puhtauden laadunvarmistuksessa SOL Pesulapalvelut käyttävät Hygicult-nimisiä testejä tekstiilien pintojen matalan bakteerimäärän osoittamiseen. (Paukkunen 2021.) Voitaneen siis todeta tämän pesutekniikan tuottaman pesutuloksen sopivan laajasti asiakkaille, mikäli voimakkaan hajuiset tekstiilit lajitellaan muuhun käyttöön tai jos hajuilla ei ole merkitystä asiakkaan näkökulmasta.

SOL Pesulapalveluilta löytyy lähialueelta pienempiin eriin sopivia pesuloita jo Turun keskusta-alueelta, mutta yleisimmin yritysasiakkaiden suuremmat erät pestään Hämeenlinnassa, jossa pesukapasiteetti on huomattavasti suurempi. Pienemmissä pesuloissakin näitäkin poistotekstiilejä voitaisiin pestä, mutta se vie luonnollisesti enemmän aikaa. Kuljetus Hämeenlinnaan asti toisaalta on hintavampaa ja työläämpää, vaikka pesutulos saataisiinkin nopeammin. SOL Pesulapalvelut tarjoavat myös nouto- ja palautuspalvelua, jolla kuljetus kauemmaksikin hoituisi helposti. (Paukkunen 2021.)

Vistan Pesula Oy on Paimiossa vain muutaman kilometrin päässä pilottilaitokselta sijaitseva monipuolista puhdistuspalvelua tarjoava pesulayritys. Poistotekstiileille toimitusjohtaja Mäkeläinen (2021) suosittelee desinfektiopesua eli vesipesua perettikahapolla 60 °C lämpötilassa. Vaikka peretikkapohjaiset pesuaineet tehoaisivat tekstiilituholaisiin ja muuhun likaan jo esimerkiksi 30 °C lämpötilassa, korkeammassa lämpötilassa voidaan varmistaa desinfektio myös lämpötilan vaikutuksesta. (Mäkeläinen 2021.)

Mäkeläinen (2021) kertoo myös, että Vistan Pesulassa ympäristöystävällisyys ja hiilijalanjäljen pienentäminen on ollut tärkeää jo vuosikymmeniä, mikä tarkoittaa käytännössä, että pesulassa tarvittava energia tuotetaan nestekaasulla, laitteistojen ylijäämähöyryillä lämmitetään esimerkiksi pesuvesiä ja huuhteluvesiä kierrätetään. Lisäksi laitteistoja uusitaan säännöllisesti. Tekstiilien pesu on siis laadukasta mutta myös energiatehokasta. (Mäkeläinen 2021.) Tämän voidaan ajatella olevan tärkeää, kun puhdistuksen tarpeessa ovat kierrätykseen ohjautuvat poistotekstiilit, joiden kierrätyksellä jo itsessään pyritään resurssitehokkuuteen niin, että energiaa kuluisi merkittävästi vähemmän kuin neitseellisen kuidun tuotantoon.

Vistan Pesulalla Mäkeläisen (2021) mukaan pestään kesäisin noin 4–5 tuhatta kilogrammaa tekstiilejä päivässä. Kun pelkästään Pure Wasten tavoitteena olisi tulevaisuudessa tuottaa Suomessa noin 6–9 tuhatta kilogrammaa kierrätystekstiiliä, josta osa tulisi olemaan poistotekstiilikuitua ja osa muita kuituja, päivässä (Pesola 2021), voi LSJH:n puhdistustarve olla liian suurta verrattuna Vistan Pesulan puhdistuskapasiteettiin.

Pilottilaitoksen toimintaan kapasiteetti oletettavasti riittäisi. Mäkeläinen (2021) kuitenkin toteaa Vistan Pesulan olevan myös hyvin kiinnostunut yhteistyöstä ja mahdollisuuksien mukaan myös laajentamaan pesulatoimintaa tarpeiden mukaiseksi esimerkiksi valtakunnallisen mittakaavan jalostuslaitoksen valmistuessa.

Edellä esiteltyjen yritysten lisäksi työssä selvitin seuraavien yritysten mahdollisuuksia ja halukkuutta yhteistyöhön: Viherpesu Oy, Lindström Group, Salon Mattopesupojat Oy ja Lännen Tekstiilihuolto Oy.

8 RATKAISUEHDOTUS POISTOTEKSTIILIEN PUHDISTAMISELLE

Tässä luvussa esittelen näkemykseni siitä, miten, missä vaiheessa ja kenen kanssa kuluttajapoistotekstiilien puhdistus kannattaisi LSJH:n toteuttaa. Miten viittaa käytettävään puhdistusmenetelmään, sopivalla vaiheella kierrätysprosessin eri vaiheita ja niiden järjestämistä, ja kenen kanssa viittaa markkinakartoituksessa esiin tulleisiin pesulayrityksiin.

Pure Wastelle tekstiilin värillä ja materiaalikoostumuksella on merkitystä, joten niiden mukaan lajittelu ennen tekstiilin pesua ja mekaanista kierrätystä olisi hyödyllistä. Pure Wastelle voitaisiin valikoida hyväkuntoisia 100 % puuvillaa sisältäviä tekstiilejä tilatussa värissä. Vaimeella tekstiilin värillä ei ole merkitystä, ja materiaalikoostumukseen liittyvät tarpeetkaan eivät ole yhtä tarkat, kunhan laatu on tasaista. Näin siis Vaimeelle voitaisiin ohjata muuten vaikeasti hyödynnettäviä sekoitemateriaaleja, joiden tiheys ja siten materiaalikoostumus, esimerkiksi suurimmaksi osaksi puuvillaa sekoitettuna muihin materiaaleihin, pysyisi kuitenkin aina vakiona. Tässäkin tapauksessa puhdistus voitaisiin ajoittaa lajittelun jälkeen ja ennen silppuamista, niin kuidut pysyvät vielä yhtenäisenä pesuvaiheessa.

Ottaen huomioon erilaisten kierrätyskuituasiakkaiden kuten Pure Wasten ja Vaimeen puhdistustarpeet, kuluttajapoistotekstiilin puhdistamiseen soveltuisi parhaiten desinfektiopesu, eli vesipesu yhdistettynä peretikkahappopohjaisiin pesuaineisiin, joko 40 °C tai 60 °C lämpötilassa. Näin voidaan tehokkaimmin varmistua yleisestä puhtaudesta ja esimerkiksi tuholaiten kaikkien kehitysmuotojen tuhoutumisesta. Höyrypuhdistusta taas voidaan ajatella vaihtoehtona, jos asiakkaalle on tärkeää, ettei puhdistus kuluttaisi enempää tekstiilikuituja kuin mitä ne ovat jo kuluttajapoistotekstiiliksi päätyessään kuluneet. Lisäksi jos puhdistettava tekstiili on jo silminnähden puhdasta ja hajutonta, voisi höyryä käyttää nopeaan desinfioinnin viimeistelyyn, mikäli asiakas sellaista edellyttää.

Esittelin ylempänä kolme potentiaalista yhteistyökumppania kuluttajapoistotekstiilien puhdistuksen toteuttajiksi: Turun Suurpesulan, SOL Pesulapalvelut ja Vistan Pesulan. Näistä voidaan karsia vielä SOL Pesulapalvelut, sillä suuremman mittakaavan pesulan sijainti on muita huomattavasti kauempana Hämeenlinnassa asti, jolloin puhdistuksessa

kestäisi todennäköisesti hieman kauemmin ja kuljetuskustannukset kasvaisivat suuriksi Turun Suurpesulaan ja Vistan Pesulaan verrattuna.

Niin Turun Suurpesula kuin Vistan Pesulakin vaikuttavat lupaavilta yhteistyökumppaneilta, ja molemmat pesulat suosittelevat ja tarjoavat samankaltaista palvelua, desinfiointipesua, kuluttajapoistotekstiileille. Turun Suurpesula sijaitsee nimensä mukaan Turussa, kauempana pilottilaitosta kuin Vistan Pesula, mutta vain lyhyen matkan päässä Topinojalta, jonne valtakunnallisen mittakaavan jalostuslaitosta on kaavailtu. Vistan Pesula taas sijaitsee hyvin lähellä, vain muutaman kilometrin päässä Paimion pilottilaitoksesta. Vistan Pesulan toimitusjohtaja Mäkeläinen (2021) ilmaisi myös kiinnostuksensa liiketoimintansa laajentamisesta tarvittaessa täyden mittakaavan jalostuslaitoksen kapasiteettiin, mikäli yhteistyötä syntyy ja se on järkevää. Molempien, Turun Suurpesulan ja Vistan Pesulan, kapasiteetti nykyisin kuitenkin riittänee pilottilaitoksen kierrätyskuituasiakkaiden puhdistustarpeisiin.

Koska Vistan Pesula muiden mahdollisuuksien lisäksi panostaa aktiivisesti toiminnassaan korkean laadun lisäksi myös ympäristöystävällisyyteen ja resurssitehokkuuteen mm. hukkalämmön hyödyntämisellä ja päästöjen minimoimisella, voidaan yrityksen ajatella sopivan juuri kuluttajapoistotekstiilien puhdistustarkoitukseen muita paremmin. Puhdistuksen hinta ei kuitenkaan saisi ympäristöystävällisyyden myötä nousta muita huomattavasti korkeammaksi. Kuluttajapoistotekstiili on kuitenkin lajittelemattomana jätettä, mitä pyritään ohjaamaan uudelleenkäyttöön ja kierrätykseen puhdistuksen kautta. Resurssitehokkuus ja ympäristöystävällisyys on siis etu, kun voidaan sekä vähentää neitseellisten kuitujen tarvetta ja samalla minimoida uudelleenkäytön ja kierrätyksen negatiivisia vaikutuksia ympäristöön. Jos kierrätystekstiili on hintavampaa kuin neitseellisestä kuidusta tuotettu tekstiili, voi sen hyödyntäminen olla vaikeaa, joten puhdistuksenkin tulee olla muiden tekijöiden lisäksi edullista.

9 JOHTOPÄÄTÖKSET

Tämä opinnäytetyö oli poistotekstiilien puhdistamiseen liittyvä selvitys LSJH:lle, jossa selvitin kirjallisuuden, potentiaalisten asiakasyritysten haastatteluiden ja markkinakartoituksen avulla poistotekstiilien puhdistukseen liittyviä parametrejä. Näihin kuului puhdistuksen ajoittamisen optimointi kierrätysprosessissa, soveltuvien puhdistusmenetelmien valinta, ja puhdistusta toteuttavien yritysten kartoittaminen ja niiden vertailu.

Opinnäytetyön tekeminen alkoi helmikuussa 2021, ja työ valmistui huhtikuun 2021 lopussa. Aikataulu oli siis verrattain nopea, eikä sen takia esimerkiksi kierrätyskuituasiakaiden haastatteluista saatu järjestettyä kasvokkain, eikä kaikkiin markkinakartoituksen yhteydenottoihin kevään aikana tullut vastausta. Kuitenkin poistotekstiileissä esiintyviin epäpuhtauksiin sekä kierrätyskuidun laatuvaatimuksiin sain hyvin vastauksia ja työtä oli mielekäästä tehdä.

Luvussa 8 esitetyn ratkaisuehdotuksen mukaan kuluttajapoistotekstiilin puhdistus kannattaisi siis toteuttaa tekstiilien lajittelun jälkeen vielä ennen mekaanisen kierrätyksen linjastoa. Puhdistukseen soveltunee desinfektiopesu eli vesipesu peretikkahappopohjaisen puhdistusaineen kera joko 40 °C tai 60 °C riippuen puhdistustarpeesta. Tällaista puhdistusta tarjoaa esimerkiksi Turun Suurpesula ja Vistan Pesula. Vistan Pesula näistä valikoitui potentiaalisemmaksi yhteistyökumppaniksi perustuen yrityksen omaan vilpittömyyden haluun parantaa resurssitehokkuutta ja vähentää haitallisia ympäristövaikutuksia, mikä sopii hyvin poistotekstiilien kiertotalouden kehittämiseen ja LSJH:n imagoon.

Mikäli mahdollista, puhdistusmenetelmiä voisi tutkia yhdessä puhdistuspalveluiden tuottajien ja kierrätyslaitteistojen toimittajien kanssa siitä näkökulmasta, että olisiko mekaanisen kierrätyksen linjastoa mahdollista kehittää niin, että tekstiilien kaikkiin epäpuhtauksiin soveltuva pesu ja mahdollinen kuivaus tapahtuisi linjastossa automaationa. Näin ei tarvitsisi erikseen lajitella ja laittaa syrjään puhdistusta vaativia tekstiilejä, vaan ne voitaisiin suoraan syöttää avausprosessiin. Lisäksi myös kuidun avauksen helpottaminen pesuprosessissa voisi olla hyödyllistä. Pure Wasten Pesolaa (2021) kiinnostaa myös tekstiilien värin poiston kehittäminen tehokkaammaksi puhdistusprosessissa, sillä nykyisellään valkaisulla ei toivottuja tuloksia saada (Heikkilä ym. 2020). Myös muiden kuluttajapoistotekstiilien laatutekijöiden, esimerkiksi kuidun pituus ja lujuus, parantamisen tai kompensoinnin tutkimisesta ja kehittämisestä voisi olla hyötyä.

Mekaaninen kierrätysmenetelmä on tunnettu ja ollut käytössä jo pitkään, ja se on toimiva myös vahvoille ja laadukkaille poistotekstiileille (Auranen 2018). Nykyisin pikamuodin aikakautena kuitenkin kuluttajien tekstiilit ovat usein heikkolaatuisempia. Kuluttajapoistotekstiilien mekaanisella kierrätyksellä menetetään paljon materiaalia pölynä, sillä heikkolaatuisten tekstiilien kuitujen pituus on usein liian lyhyttä korkean jalostusasteen tuotteisiin. (Kamppuri, Heikkilä, Pitkänen, Saarimäki, Cura, Zitting, Knuutila & Mäkiö 2019.) Mekaanista kierrätyslinjastoa voisi olla mielenkiintoista kehittää poistotekstiileille ja varsinkin heikkolaatuisimmille kuluttajapoistotekstiileille ystävällisemmäksi niin, että avausprosessi olisi hellävaraisempi kuiduille, vaikka kuitenkin tehokas avaamaan tekstiilit kuituiksi asti. Näin yhtä paljon materiaalia ei menisi hukkaan tekstiilipölynä. Tällainen optimointi ei poistaisi pikamuodin ja heikkolaatuisten tekstiilien massatuotannon ongelmaa, mutta voi minimoida sen seurauksia.

Parhaiten tekstiileistä saadaan kierrätettyä puuvillakuituja. Vaikeammaksi kierrätettäväksi on osoittautunut sekakuidut eli puuvillan ja tekokuitujen sekoitemateriaalit. Niiden ominaisuudet ovat usein huonompia käyttötarkoitukseen nähden verrattuna homogeenisiin kuituihin. Koska kuitenkin iso osa tekstiileistä on nykyisin erilaisia sekoitteita, olisi niiden kierrätyksen tehostaminen todella tärkeää. Kamppuri ym. (2019) tutkimuksessaan toteavat, että sekakuituja voidaan kierrättää mekaanisesti, jolloin kierrätyskuitu on myös heterogeenistä, mutta sekoitemateriaalien kierrätyksessä voi olla mahdollista hyödyntää niin kemiallista kuin mekaanista kierrätystä samassa prosessissa. Kun sekoitteet kierrätetään ensin mekaanisesti kuiduksi, jonka jälkeen tekokuidut erotetaan orgaanisista kuiduista kemiallisen kierrätyksen menetelmin, orgaanisen kuidun, kuten puuvillan, seassa olleet epäpuhtaudet tuhoutuvat eikä sekoitemateriaaleille näin erillistä puhdistusta tarvittaisi (Heikkilä ym. 2020). Tällaista prosessia hyödyntämällä erillinen puhdistus saattaisi vain heikentää kuituja, joten omat erityiset ja tarkoituksenmukaiset kierrätyslinjastot eri materiaalijakeille voisivat olla tehokkaita, vaikkakin hintavia. Sekakuituja voitaisiin tietenkin käyttää myös sellaisenaan mekaanisesti kierrätettynä, mikäli niille löytyy käyttötarkoituksia.

Tekstiilien pituus ja lujuus ovat laatutekijöistä verrattain helppo määritellä, sillä voidaan käyttää selkeitä lukuarvoja. Puhtaus, ja samalla myös epäpuhtaus ja likaisuus voi kuitenkin tarkoittaa laajasti eri asioita, kun otetaan huomioon monia näkökulmia. Jos puhtautta katsotaan sairaalatekstiilien näkökulmasta, on visuaalisen puhtauden lisäksi tärkeää silmälle näkymätön mikrobiologinen puhtaus hygienian varmistamiseksi. Toisaalta jos pohditaan öljynimeytysmattoja, joiden pääasiallinen tarkoitus on sitoa

mahdollisimman paljon öljyä itseensä vuotamatta, niin ei ole suurta merkitystä, onko sen tuottamiseen käytetty kierrätyskuitu mahdollisesti kontaminoitunut hiiren jätöksistä tai harmittomista bakteereista. Väliin jää lukemattomia käyttötarkoituksia, joissa kaikissa oletettavasti toivotaan puhdasta, sillä likainen koetaan yleensä vähempiarvoisena. Puh-
tautta on kuitenkin vaikea määritellä, vaikka sitä usein toivotaankin. Toiselle puhtaudeksi riittää visuaalinen puhtaus, toisille saman tasoinen, mitä kuluttaja itsekin vaatii omilta kodin tekstiileiltään, ja joihinkin vaaditaan paljon enemmän. Skaala on suuri, ja käyttö-
tarkoitusten lisääntyessä voi olla järkevää tarjota puhtautta eri asteisesti riippuen asiak-
kaasta.

LÄHTEET

Auranen, Anneli 2018. Tekstiilijätteestä mekaanisesti kierrätetty kuitu ja sen soveltuvuus eri prosesseihin. Metropolia Ammattikorkeakoulu: Vestonomi. Opinnäytetyö. Viitattu 22.2.2021. https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/153658/Auranen_Anneli.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Chapagain, A.K., Gautam, R., Hoekstra, A.Y. & Savenije, H.H.G. 2005. The water footprint of cotton consumption. Unesco- IHE Institute for Water Education. Value of water research report series no. 18. Viitattu 6.4.2021. <https://waterfootprint.org/media/downloads/Report18.pdf>

Elers, Minna 2021. Puhelinkeskustelu Turun Suurpesulan toimitusjohtajan kanssa 18.3.2021.

Ellen MacArthur Foundation 2017. A new textiles economy: redesigning fashion's future – summary of findings. Viitattu 8.4.2021. <https://www.ellenmacarthurfoundation.org/publications/a-new-textiles-economy-redesigning-fashion-future>

Engblom, Ilona 2019. Home, hyönteiset ja hiirenkakka – kuluttajapoistotekstiilien puhdistus lajitelussa. Turun Ammattikorkeakoulu: Energia- ja ympäristötekniikka. Opinnäytetyö. Viitattu 15.2.2021. <https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/161035/Engblom%20Ilona.pdf?sequence=2&isAllowed=y>

Fontell, Paula & Heikkilä, Pirjo 2017. Model of circular business ecosystem for textiles. Teknologian tutkimuskeskus VTT Oy. Viitattu 17.2.2021. <https://www.vttresearch.com/sites/default/files/pdf/technology/2017/T313.pdf>

Heikkilä, P., Määttä, M., Jetsu, P., Kamppuri, T., & Paunonen, S. 2020. Nonwovens from Mechanically Recycled Fibres for Medical Applications. Teknologian tutkimuskeskus VTT Oy. VTT Research Report No. VTT-R-00923-20. Viitattu 14.2.2021. <https://cris.vtt.fi/en/publications/nonwovens-from-mechanically-recycled-fibres-for-medical-applicati>

Helsingin kaupungin ympäristöpalvelut 2020. Sisätilojen tuholaiset. Viitattu 1.3.2021. <https://sisatilojentuholaiset.fi/>

Jylhä, M 2021. Yksityinen sähköpostiviestiketju Lounais-Suomen Jätehuolto Oy:n tutkimus- ja kehitysvastaavan kanssa 10.3.2021-3.5.2021. Viestin saaja: Milla Virtanen.

Kansallisarkisto 2020. Mitä home on? Viitattu 5.3.2021. <https://arkisto.fi/fi/palvelut/saeilyttaaminen/ohjeet-homeisen-aineiston-kaesittelyyn/mitae-home-on>

Kamppuri, T., Heikkilä, P., Pitkänen, M., Saarimäki, E., Cura, K., Zitting, J., Knuutila, H., & Mäkiö, I. (2019). Tekstiilimateriaalien soveltuvuus kierrätykseen. VTT Technical Research Centre of Finland. VTT Tutkimusraportti Nro VTT-R-0091-19. Viitattu 29.4.2021. https://cris.vtt.fi/ws/portal-files/portal/24225719/VTT_R_00091_19.pdf

Latvala, Mika 2021. Poistotekstiilin puhdistustarve ja hyödyntäminen. Yksityinen sähköpostiviestiketju Vaimee Oy:n toimitusjohtajan kanssa aikavälillä 10.2.2021-9.4.2021. Viestin saaja: Milla Virtanen

Lounais-Suomen Jätehuolto Oy 2018. Tekstiilien kierrätystä ratkotaan paita kerrallaan. Uutinen 18.1.2018. Viitattu 17.2.2021. <https://www.lsjh.fi/fi/tekstiilien-kierratysta-ratkotaan-paita-kerrallaan/>

Lounais-Suomen Jätehuolto Oy 2020 a. Pohjoismaiden ensimmäinen laajamittainen poistotekstiilien jalostuslaitos avataan Paimioon 2021. Uutinen 18.8.2020. Viitattu 10.2.2021. <https://www.lsjh.fi/fi/pohjoismaiden-ensimmainen-laajamittainen-poistotekstiilien-jalostuslaitos-avataan-paimioon-2021/>

Lounais-Suomen Jätehuolto Oy 2020 b. Valtakunnallinen poistotekstiilinkeräys laajenee – käsittelyn pilottilinjasto rakennetaan Paimioon. Mediatiedote 5.3.2020. Viitattu 17.2.2021. <https://www.lsjh.fi/fi/valtakunnallinen-poistotekstiilinkerays-laajenee-kasittelyn-pilottilinjasto-rakennetaan-paimioon/>

Lounais-Suomen Jätehuolto Oy 2021a. Yritys ja ympäristö: Lounais-Suomen Jätehuolto Oy. Viitattu 10.2.2021. <https://www.lsjh.fi/fi/yritys-ja-ymparisto/lounais-suomen-jatehuolto-oy/>

Lounais-Suomen Jätehuolto Oy 2021b. Kohti poistotekstiilin jalostuslaitosta: Poistotekstiilin jalostuslaitoksen kehitys ja vaikuttavuus 2021. Telaketju TEM-hanke. Viitattu 21.2.2021. <https://indd.adobe.com/view/96f0f95b-3a49-4ad6-a8c1-bdc641d253ff>

Lounais-Suomen Jätehuolto Oy n. d. Poistotekstiilin jalostuslaitos. Viitattu 22.4.2021. <https://poistotekstiili.lsjh.fi/poistotekstiilin-jalostuslaitos/>

Mäkeläinen, Jari 2021. Puhelinkeskustelu Vistan Pesula Oy:n toimitusjohtajan kanssa 13.4.2021.

Mäki, Satumaija 2017. Kiertotalous. Suomen Tekstiili & Muoti ry. Viitattu 10.2.2021. <https://www.stjm.fi/toiminta-alueemme/vastuullisuus/kiertotalous/>

Paukkunen, Henna 2021. Puhelinkeskustelu SOL Pesulapalveluiden palvelupäällikön kanssa 25.3.2021.

Pesola, Jukka 2021. Opinnäytetyö poistotekstiilin puhdistuksesta. Yksityinen sähköpostiviestiketju Pure Waste Textiles Oy:n hallituksen puheenjohtajan kanssa aikavälillä 12.2.2021-9.4.2021. Viestin saaja: Milla Virtanen

Pure Waste 2020. Ihana, kamala Intia – Wonderful, horrible India. Blogiteksti 24.2.2020. Viitattu 12.2.2021. <https://www.purewaste.com/fi/think-again/ihana-kamala-intia>

Rajanen, Jenni 2013. Opetuspesulan laadunhallintajärjestelmä. Tampereen teknillinen yliopisto: Kuitu- ja tekstiiliteknikan koulutusohjelma. Diplomityö. Viitattu 8.3.2021. <https://trepo.tuni.fi/handle/123456789/21613>

Rakennustietosäätiö 2021. Mikä on M1?. Viitattu 14.2.2021. <https://cer.rts.fi/rakennusmateriaalien-paastoluokitus-m1/mika-on-m1/>

Salmenperä, Hanna 2017. Poistotekstiileihin kytkeytyvät juridiset ja hallinnolliset tulkinnot sekä menettelyt. SYKE. Viitattu 18.4.2021. https://storage.googleapis.com/turku-amk/2018/02/termit-ja-lainsaadanto_syke.hannasalmenpera.2017.pdf

Tekstiilihuollon hygieniatoimikunta 2018. Pesuloiden RABC ja pesuprosessin laadunvarmistus. 18.6.2018, versio 1.3. Viitattu 14.2.2021. <http://tekstiilihuolto.web31.neutech.fi/doc/RABC-ja-pesuprosessin-laadunvarmistus-18062018-versio-1.3.pdf>

Telaketju 2020. Mitä Telaketju tekee? Viitattu 24.2.2021. https://telaketju.turkuamk.fi/mita_telaketju_tekee/

Työterveyslaitos 2016. Ohje siivoukseen ja irtaimiston puhdistukseen kosteus- ja homevauriokorjausten jälkeen. Viitattu 5.3.2021.

Vaimee Oy 2021. FAQ – Usein kysytyt kysymykset. Viitattu 14.2.2021. <https://vaimee.fi/uk/>

Your Europe 2020. Kemikaalien rekisteröinti – REACH-asetus. Viitattu 14.2.2021. https://europa.eu/youreurope/business/product-requirements/chemicals/registering-chemicals-reach/index_fi.htm

Zitting, Jaakko 2020. Poistotekstiilin valtakunnallinen keräys kunnallisen jätehuollon toimesta. Lounais-Suomen Jätehuolto Oy. Viitattu 18.4.2021.

https://telaketju.turkuamk.fi/uploads/2020/03/61895b05-2020-03-26_telaketju_ilmonen_poisto-tekstiilin-valtakunnallinen-kerays.pdf

Haastattelukysymyksiä

Kysymykset Pure Waste Textiles Oy:n Jukka Pesola

- Miten/millaisena näet kuluttajapoistotekstiilin? Mitä ajatuksia tai mielikuvia se herättää?
- Entä miten näet poistotekstiilistä valmistetun kuidun ominaisuudet raaka-aineena?
- Miksi kierrätyskuitu kiinnostaa, vaikka se onkin työläämpää?
- Miten teillä Pure Wastella nykyisin varmistetaan saapuvan leikkuujätteen puhtaus?
- Voisitko kuvailla laatuvaatimuksia, puhtausvaatimuksia ja muita kriteereitä, jollaisia teillä on saapuvalle tekstiilikuitumateriaalille? Tulisiko esim. materiaalin olla valkaistua? Kuinka puhdas on tarpeeksi puhdas?
- Minkälaista protokollaa teillä noudatetaan liittyen tekstiilien puhtauteen ja laadunvarmistukseen?
- Voitteko kuvailla teidän tuotantoanne nykyhetkellä?
- Kuvaile kierrätyskuidun hyödyntämiseen liittyviä haasteita teidän näkökulmastanne. Onko puhtaus ollut haaste koskaan teollisuuden leikkuujätteen kanssa?
- Onko teillä tiedossa teidän tuotannollenne sopivia pesuprosesseja, tai minkä tyyppistä pesua tuotantonne poistotekstiililtä vaatii? Onko puhdistusmenetelmän valinnalla teille merkitystä?
- Nettisivullanne kerrotaan tuotteen värin tulevan suoraan teille saapuvan leikkuujätteen väristä. Kun kyseessä on kaiken väriset kuluttajapoistotekstiilit, toivotteko esimerkiksi lajittelua värien mukaan? Mikä merkitys on materiaalikoostumuksella?
- Miten poistotekstiilin käyttö vaikuttaa liiketoimintaanne?
- Kuinka suurella mittakaavalla kierrätyskuitua teillä voitaisiin hyödyntää?
- Mitä toivomuksia teillä on LSJH:ta kohtaan?
 - o Entä tätä opinnäytetyötä?
 - o Onko jotakin, mitä julkisesta versiosta tulisi jättää pois?
- Pure Waste on ollut mukana VTT:n tutkimuksessa liittyen kierrätyskuidun soveltuvuuteen langaksi. Tutkimuksessa käy ilmi, että iso osa kierrätyskuidusta on

kuitupituudeltaan liian lyhyttä kehrättäväksi. Onko teillä ollut uutta kehitystä tämän ongelman selättämiseksi?

Kysymykset Vaimee Oy:n Mika Latvala

- Miten/millaisena näet poistotekstiilin? Mitä ajatuksia tai mielikuvia se herättää?
 - o Entä poistotekstiilistä valmistetun kuidun ominaisuudet raaka-aineena?
- Miksi juuri kierrätyskuitu kiinnostaa?
- Voitteko kuvailla laatuvaatimuksianne kierrätyskuidulle, esimerkiksi. värin tai materiaalin (puuvilla, tekokuitu, yms.) osalta? Entä kuinka puhdasta kuidun tulisi olla? Mitä puhtaus teille tarkoittaa?
- Voitteko kuvailla mitä tuotannossanne tapahtuu?
- Teillä on nykyisin käytössä PET-pohjaisia ratkaisuja akustiikkapaneeleihin. Miten tekstiilikuidun hyödyntäminen eroaa nykyisestä?
- Kerroit, että on ensiarvoisen tärkeää, että tekstiilikuidussa ei ole lutikoita tai muita tuholaisia tai voimakkaita hajuja. Nettisivultanne myös löytyy maininta M1-sisäilmaluokituksesta. Aiotteko hakea luokitusta myös kierrätyskuituisille akustiikkaratkaisuille?
- Teidän nettisivuillanne mainitaan, että suuri osa tuotteista läpivärvätään. Onko siis tekstiilikuidun tai silpun värillä merkitystä? Entä jos tekstiili eroteltaisiin värin mukaan, voitaisiinko värjäysvaiheelta säästyä tuotannossa?
- Onko teidän akustiikkaratkaisujen kannalta merkitystä kuidun materiaaliakoostumuksella? Esimerkiksi 100 % puuvillaa, tekokuituja tai niiden seoksia.
- Minkälainen suuruusluokaltaan olisi tekstiilikuidun käyttö tuotannossanne?
- Miten poistotekstiilin käyttö voi vaikuttaa liiketoimintaan?
- Mitä toivomuksia teillä on LSJH:ta kohtaan?
- Entä tätä opinnäytetyötä?
 - o Onko jotain, mitä tulisi jättää teidän osaltanne julkisesta versiosta pois?