



TALLINNA TEHNIKAÜLIKOOL  
TALLINN UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

POLÜMEERMATERJALIDE INSTITUUT  
TEKSTIILITEHNOLOOGIA ÕPPETOOL

## **TEKSTIILIDE ÜMBERTÖÖTLEMINE JA TAASKASUTUS**

**Bakalaureusetöö**

**Merili Närep**

Juhendaja: Tiia Plamus, tekstiili tehnoloogia õppetool, lektor

Puidu- ja tekstiilitehnoloogia õppekava KAOB 02/06

Tallinn 2015

## **AUTORIDEKLARATSIOON**

Deklareerin, et käesolev bakalaureusetöö, mis on minu iseseisva töö tulemus, on esitatud Tallinna Tehnikaülikooli bakalaureusekraadi taotlemiseks ja et selle alusel ei ole varem taotletud akadeemilist kraadi.

Kõik töö koostamisel kasutatud teiste autorite tööd, olulised seisukohad, kirjandusallikatest ja mujalt pärinevad andmed on viidatud või (avaldamata tööde korral) toodud autorlus välja põhitekstis.

Merili Närep

# SISUKORD

## Sissejuhatus

1	Tekstiili ja rõivamaterjalide valmistamisel kasutatavad tekstiilkiud.....	7
1.1	Tekstiilkiudude liigitamine .....	7
1.1.1	Kiudude liigitus päritolu järgi.....	8
1.1.2	Kiudude liigitus keemilise koostise järgi.....	14
2	Tekstiili- ja rõivatööstuse mõju keskkonnale .....	15
3	Tekstiiljäätmete Ümbertöötlemine ja taaskasutus .....	19
3.1	Tekstiiljäätmete liigitamine.....	19
3.2	Tekstiiljäätmete ümbertöötlemine.....	20
3.2.1	Sorteerimise protsess .....	22
3.2.2	Tekstiilmaterjalide ümbertöötlemine kiuks .....	23
3.3	Tekstiiljäätmete ümbertöötlemisel kasutatavad seadmed .....	27
3.4	Ümber töödeldud tekstiilide kasutusvaldkonnad .....	29
4	Tekstiilide ümbertöötlemine ja taaskasutamine Eestis .....	31
4.1	Humana Estonia .....	31
4.1.1	Ettevõttest .....	31
4.1.2	Kuhu ja mida annetada.....	32
4.1.3	Sorteerimiskeskus .....	34
4.2	Toom Tekstiil AS.....	37
4.2.1	Ettevõttest .....	37
4.2.2	Ümbertöötlemine .....	38

4.3	Mistra-Autex AS .....	39
4.4	MTÜ Eesti kirbuturg .....	41
4.5	Reet Aus .....	42

Kokkuvõte

Resume

Kasutatud kirjandus

## SISSEJUHATUS

Läänelik elustiil mõjutab suuresti prügi tekkimist. Probleemiks ei ole mitte ainult liigne tarbimine, vaid ka ülepakendamine, tekitades seetõttu veelgi suuremal hulgal jäätmeid. Kuna prügilate mahutavus aina väheneb, siis prügi ladestamise hinnad aina kasvavad. Tõusvad hinnad on suureks mureks paljudele ettevõtetele ja nad otsivad erinevaid võimalusi tootmise kulude vähendamiseks. Selleks on mitmed ettevõtted hakanud tegema koostööd materjalide ümbertöötlemise firmadega. Mõned ettevõtted on ka ise endale ehitanud ümbertöötlemise tehaseid või soetanud vastavaid masinaid. Nii säästetakse jäätmete ladestamise, toormaterjalide ja muude kulude pealt. Samuti on ümbertöötlemine palju keskkonnasõbralikum kui toormaterjalist uue produkti valmistamine ja viimistlemine.

Käesoleva bakalaureusetöö eesmärgiks on anda ülevaade tekstiilide ümbertöötlemisest ja taaskasutamisest üldiselt, tuua välja tekstiilkiudude liigitus ning kirjeldada erinevaid tekstiilmaterjalide ümbertöötlemise protsessis kasutatavaid seadmeid. Lisaks anda lühiülevaade tekstiilitööstuse ja selle toodete tarbimise keskkonnamõjudest ning uurida Eestis tekstiili ümbertöötlemise ja taaskasutamisega tegelevate ettevõtete kohta.

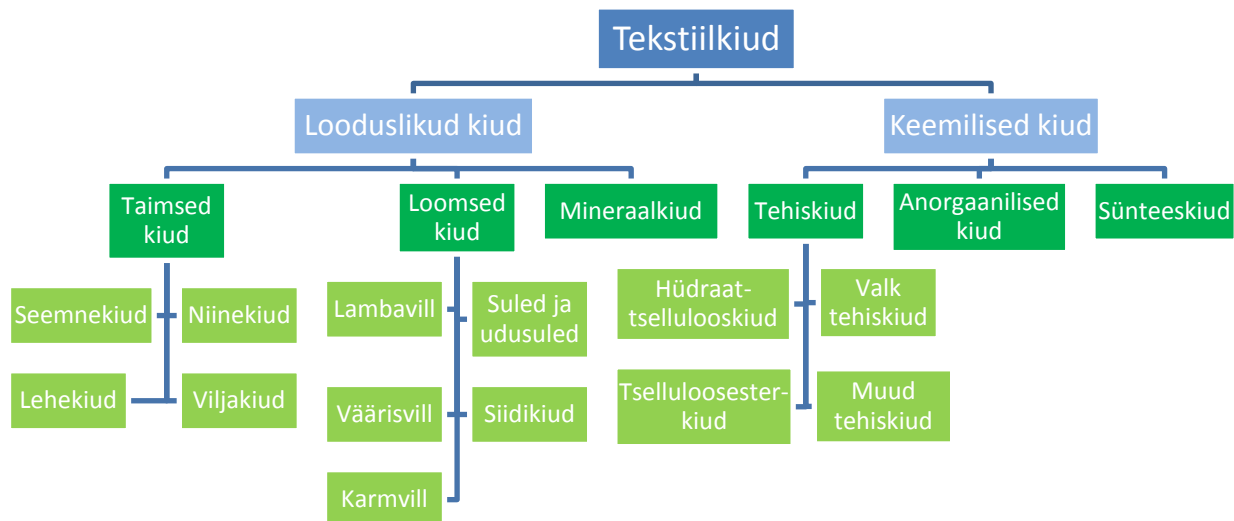
Bakalaureusetöös antakse esmalt ülevaade tekstiilkiudude liigitusest nii päritolu kui keemilise koostise järgi. See on vajalik, kuna tekstiilmaterjalide ümbertöötlemise protsess on iga materjali puhul pisut erinev ja seetõttu on oluline teada kiudude päritolu kui ka keemilist koostist. Järgnevalt antakse lühiülevaade tekstiilitööstuse üldistest keskkonnamõjudest ning tekstiiljäätmete ümbertöötlemisest ja taaskasutusest. Pikemalt tutvustatakse tekstiiljäätmete liigitamist, ümbertöötlemiseks kasutatavaid masinaid, erinevate kiudude/materjalide ümbertöötlemist ja taaskasutamist ning ümber töödeldud tekstiilide kasutusvaldkondi. Bakalaureusetöös antakse ülevaade ka tekstiili- ja rõivatööstuses tekkivate jäätmete ümbertöötlemise ning taaskasutamisega tegelevatest ettevõtetest Eestis. Uuritakse, mida ja kuidas ümber töödeldakse ning millised on ümbertöötlemise saadused.

Bakalaureusetöö raames külastati ettevõtte Humana Sorteerimiskeskust, kus saadi hea ülevaate sorteerimise protsessist. Samuti külastati ettevõtet Mistra-Autex, kus tutvuti erinevate toodete tootmisprotsessidega ja uute plastijäätmete ümbertöötlemiseks mõeldud masinatega.

# 1 TEKSTIILI JA RÕIVAMATERJALIDE VALMISTAMISEL KASUTATAVAD TEKSTIILKIUD

## 1.1 Tekstiilkiudude liigitamine

Tekstiilkiude liigitatakse päritolu ja keemilise koostise järgi (vt tekstiilkiudude liigitamise skeemi jooniselt 1). Kiudude päritolu määrab toodete füüsikalise-mehaanilised omadused, väljanägemise ja kulumiskindluse. Samuti mõjutavad kiudude päritolu ja keemiline koostis toodete valmistamise tehnoloogiliste protsesside parameetreid.



Joonis 1 Tekstiilkiudude liigitamine [7]

### 1.1.1 Kiudude liigitus päritolu järgi

Rahvusvahelistes standardites (ISO 2076:1989 *Textiles – Man-made fibres – Generic names* ja ISO 6938:1984 – *Natural fibers – Generic names and definitions*) liigitatakse tekstiilkiude nende päritolu järgi looduslikeks kiududeks ja keemilisteks kiududeks. Looduslikud kiud on kiud, mis esinevad looduses, neid võib liigitada nende päritolu järgi loomseteks, taimseteks ja mineraalkiududeks (vt tabel 1). Keemilised kiud on kiud, mis saadakse sünteetilisest või keemiliselt töödeldud looduslikest kõrgmolekulaarsetest ühenditest [1].



Joonis 2 Puuvilla põld [16]

#### 1.1.1.1 Looduslikud kiud

##### 1. Taimsed kiud

- a) Seemnekiud – üherakulise struktuuriga, moodustuvad seemne epidermaalsetest rakkudest ja peaaegu täielikult tselluloosist (nt puuvill vt joonis 2);
- b) Niinekiud – on komposiitkiud, mida saadakse teatavate taimede vartest ja need koosnevad põhiliselt tselluloosist. Lina on üks tuntumatest niinekiududest. Joonisel



3 on toodud lina taimest lõngaks saamise viis erinevat etappi vasakult paremale: kitkutud lina, leotatud lina, ropsitud lina, soetud lina ja kedratud lina;



**Joonis 3** Lina taimest lõnga saamise viis erinevat etappi [32]

- c) Lehekiud – on komposiitkiud, mis saadakse taimede lehtedelt ja need koosnevad peamiselt tselluloosist. Näiteks sisal (vt joonis 4), mida kasutatakse klaaskiu asendamiseks komposiitmaterjalides, milledest valmistatakse auto ja mööbli osi. Sisal on liiga jämedakoeline, et sellest teha riideid ja polsterdusmaterjali;
- d) Viljakiud – on komposiitkiud, mis saadakse taimede viljadelt ja need koosnevad peamiselt tselluloosist. Viljakiud on näiteks kookoskiud (vt joonis 5), mida kasutatakse madratsites. See muudab madratsi jäigemaks ja on erakordse õhu läbilaskuvusega. Kuna kookoskiud ei talu suuri keharaskusi ja hüppeid voodi peal ei ole kookoskiust valmistatud madrats väga pika elueaga [2], [3], [18], [32], [37].



**Joonis 4** Sisal (*Agave sisalana*) [52]



**Joonis 5** Kookoskiud [17]

2. Loomsed kiud – moodustuvad loomade elutegevuse tagajärjel. Näiteks erinevate putukate poolt eritatavad ning teatud loomade villaku, kasuka, laka või saba karva folliikulitest saadavad kiud. Loomsed kiud jagunevad villa- ja karvakiududeks ning siidikiududeks. Eraldi võidakse välja tuua ka suled ja udusuled. Villakiud omakorda jagunevad loomade sugukondade järgi, kelle karvkattest villakiud pärit on, näiteks kašmiirkitsedelt (vt joonis 6) saadakse kašmiirvilla. Siidikiude vormivad siidiliblikate tõugud enne nukkumist. Ehtsaks siidiks peetakse ainult mooruspuu siidiliblika poolt toodetud kiudu, teistelt siidiliblikatelt saadavat kiudu nimetatakse metsiksiidiks [15].
3. Mineraalsed kiud – saadakse kiulise struktuuriga mineraalidelt, mis koosnevad põhiliselt silikaatidest. Ainus looduslik mineraal, mis sobib ketramiseks, on asbest. Seda kasutatakse põhiliselt tehniliseks otstarbeks [2], [3].



**Joonis 6** Kašmiirkitsed [21]

**Tabel 1****Looduslikud kiud [1]**

<b>Taimsed kiud</b>	<b>Loomsed kiud</b>	<b>Mineraalkiud</b>
<b>Seemnekiud</b> Puu vill, kapok	<b>Lambavill</b>	<b>Asbest</b>
<b>Niinekiud</b> Lina, harilik kanep, džuuut, ramjee, genista, sunn, kenaff, rosella jt	<b>Väärivill</b> Kitsevill (harilik kits, angoorakits, kašmiirkits, kašgoorakits) ja kaamellaste sugukonda kuuluvate loomade vill (kaamel, laama, alpaka, guanako, vikunja)	
<b>Lehekiud</b> Manillakanep (abaka), sisal, esparto, halfa, henequen (heneken), maguey (kantal) jt	<b>Karmvill</b> Karusloomavill (angooraküülik, naarits, kobras jt) ning jõhv ja harjased	
<b>Viljakiud</b> Kookoskiud	<b>Suled ja udusuled</b>	
	<b>Siidiliblikatelt saadav kiud</b> Siid ja metsiksiid	

**1.1.1.2 Keemilised kiud**

Keemilised kiud liigitakse standardites esmalt kolme rühma: tehiskiud, sünteetilised kiud ja anorgaanilised kiud.

1. Tehiskiud ehk regenereeritud kiud on valmistatud looduslike kiudude keemilise muundamise või lahustamise teel (vt tabel 2) [1].

**Tabel 2****Tehiskiud [1]**

<b>Hüdraattsellulooskiud</b>	<b>Tselluloosesterkiud</b>	<b>Valktehiskiud</b>	<b>Muud tehiskiud</b>
Vaskammoniaakkiud	Atsetaat	Loomse päritoluga: kaseiinist, fibroiinist	Alginaat
Viskoos ja modaal	Triatsetaat	Taimse päritoluga: maapähkli-, soja- ja maisivalkudest	Looduslik kummi
Lyocell			Paberlõng
Deatsetüülitud atsetaatkiud			

2. Sünteeskiud on kiud, mille valmistamine toimub põhimõtteliselt kahes etapis:
- a) madalmolekulaarsetest lähteainetest valmistatakse tekstiilkiudude tootmiseks sobivaid kõrgmolekulaarseid ühendeid (polümeere);
  - b) saadud kõrgmolekulaarsetest ühenditest valmistatakse tekstiilkiud.
- Sünteeskiud on näiteks: aramiid, elastaan, kloorikiud, modakrüülkiud, polüamiid (nailon), polüeteenkiud, polüuretaankiud, polüester jt [1].
3. Anorgaanilised keemilised kiud on süsinikkiud, keraamilised kiud, klaaskiud, metallkiud ja metalliseeritud kiud. Süsinikkiude kasutatakse näiteks sarrusena epoksüvaikudes ning teistes termoreaktiivsetes materjalides. Joonisel 7 on kujutatud jahvatatud süsinikkiud [14], [1].



**Joonis 7** Jahvatatud süsinikkiud [14]

### 1.1.2 Kiudude liigitus keemilise koostise järgi

Keemilise koostise järgi liigitamist vajatakse eelkõige uurimaks kiudude keemilisi reaktsioone värvimisel, viimistlemisel ja puhastamisel. Keemilise koostise järgi jaotuvad tekstiilkiud kaheks: orgaanilised kiud ja anorgaanilised kiud (vt tabel 3). Orgaaniliste kiudude hulka kuuluvad kõik loodusliku päritoluga taimsed ja loomsed kiud ning mõned tehis- ja sünteetskiud [1].

**Tabel 3**  
**Keemiline liigitus [1]**

<b>Orgaanilised kiud</b>	<b>Anorgaanilised kiud</b>
<b>Tsellulooskiud</b> Looduslikud taimsed kiud (puuvill, lina jt) Regeneeritud tsellulooskiud (viskoos, modaali jt)	<b>Mineraalkiud</b> (asbest)
<b>Tselluloosesterkiud</b> Atsetüülitud tsellulooskiud (atsetaat, triatsetaat)	<b>Anorgaanilised tehiskiud</b> (klaaskiud, keraamilised kiud)
<b>Proteiinkiud</b> Looduslikud loomsed kiud (lambavill, siid jt) Valktehiskiud (kaseiin)	
<b>Sünteetskiud</b> (Sünteetilised kiud) Polüamiid, polüester	

Keemilise päritolu järgi samasse rühma kuuluvatel tekstiilkiududel on teatavaid ühesuguseid omadusi, millega arvestatakse tekstiili värvimisel ja viimistlemisel, aga samuti ka kasutamisel ja puhastamisel. Näiteks on tsellulooskiud hügrokoopseid, halvasti happeid taluvad, hästi leeliseid taluvad, kergsüttivad, sulamatud, kergvärvitavad, kergpuhastatavad ja isegi steriliseeritavad. Proteiinkiud on aga niiskust imavad, halvasti leeliseid, kuid hästi happeid taluvad, rasksüttivad, üsna halvasti päikesevalgust taluvad ning ettevaatlikku puhastamist vajavad. Sünteetskiud ei ima niiskust, on üldiselt kemikaalikiindlad, kergesti elektriseeruvad, tugevad ning pillinguallid [1].

## **2 TEKSTIILI- JA RÕIVATÖÖSTUSE MÕJU KESKKONNALE**

Rõivatootmise ning tekstiiltoodete keskkonnamõjude hindamisel võetakse aluseks nn sünnisturmani põhimõte ehk toote elutsükli analüüs. Toote elutsükkel uurib mismoodi tootmine, tarbimine, hooldamine ja toote hävitamine mõjutab keskkonda ja inimesi. Tekstiilmaterjalide keskkonnamõjudest on vaid 1/3 seotud tootmisega ning 2/3 toote kasutamise ja hooldamisega. Seega saavad keskkonnahoidlikkusele väga palju panustada tekstiilesemete tarbijad [47], [4].

Tekstiilmaterjalide tootmisprotsessidest mõjutavad keskkonda kõige enam värvimis- ja viimistlusprotsessid. Lisaks energiale kulub veel ka suurel hulgal vett ja mitmesuguseid kemikaale, mis võivad tekstiiltoodete tarbijatel põhjustada allergiaid. Samuti saastatakse tekstiili värvimisel vett. Lõnga-, riide- ja trikookanga tootmisel kulutatakse suhteliselt vähe energiat ning sellega kaasnev keskkonna saastatus on väike. Siiski võivad tolm ja müra põhjustada töötajatele tervisehäireid ning vähesel määral tekib ka kiu- ja tekstiilijäätmeid. Tekstiiltoodete õmblusprotsess tekitab tekstiilitolmu ning juurdelõikusjäätmeid, millest suurem osa viiakse prügilasse. Võrreldes ülejäänud tootmisprotsessidega on energiakulu õmblemisprotsessis siiski vähene. Rõivatootmise keskkonnamõju oleneb ka tootmise ja lõpptarbijate asukohast üksteise suhtes kuna kaubavedu sadade või tuhandete kilomeetrite kaugusele põhjustab keskkonnale lisakoormust [47].

Looduslikest ja tehiskiududest valmistatud tekstiiltooted on sünteeskiududest toodetud rõivaesemetest keskkonnasõbralikumad kuna neid valmistatakse suhteliselt kiiresti uuenevatest loodusvaradest ning neid on hõlpsam taaskasutada. Teisest küljest aga kulub sünteeskiududest tekstiiltoodetele märgatavalt vähem keskkonda koormavaid viimistlusaineid ning nende hooldamise keskkonnamõju on väiksem. Samuti on sünteeskiududest valmistatud tekstiiltooted tugevamad ja kulumiskindlamad. Need omadused pikendavad rõivaste kasutusaega ja on seetõttu keskkonnahoidlikumad. Kahjuks ei suuda sünteeskiud korvata looduslike ja tehiskiudude head veeimavusvõimet ning meeldivaid kasutusomadusi [47].

Olulisel määral mõjutavad keskkonda ka tekstiiltoodete kasutajad. Viimase sajandi jooksul on inimeste tekstiili- ja rõivatoodete tarbimine dramaatiliselt suurenenud, mis on kaasa toonud materjalide ning rõivaste tootmise meeletu kasvu. See omakorda nõuab suuremat energiakulu ning tõhusamat transporti. Tiheda turustamise konkurentsi tõttu eeldatakse ka odavamaid tootmise tingimusi. Veel kulutatakse rõivaeseme kasutamise jooksul energiat toodete pesemiseks, kuivatamiseks ja triikimiseks. Toodete hävitamiseks kaalutakse pinnase täitmist või mõnda muud võimalust.



**Joonis 8** Teksapüksid [53]

Toote keskkonnaohhtlikkuse üle otsustamisel on olulised ka sellised näitajad nagu veetarbimine ning vee ja õhu saaste. Taimsete kiudude puhul pööratakse tähelepanu pinnase ja pestitsiidide kasutamisele ning alaliikide aretamisele. Näiteks hektari puuvilla kasvatamisel kasutatakse umbes kilo jagu mürke. Peale selle, et pestitsiidid rikuvad ökosüsteemi loomulikke protsesse,



kahjustavad mürgid ka põllul töötavate inimeste tervist. Märkimisväärne on ka see, et iga kilo puuvilla kasvatamiseks kulub üks kuupmeeter vett, teksapaari (vt joonis 8) tootmiseks aga koguni 8000 liitrit vett. Kui soovitakse endale soetada mingit keskkonnasõbralikumat puuvillast toodet, siis tasuks jälgida „Öko-Tex Standard 100” märgistust, mida on näha joonisel 9. Keemiliste kiudude osas on põhi rõhk tootmisprotsessis kasutatavatel kemikaalidel ja nende keskkonnamõjule ning kiu töötlemiseks kasutatavale energiale ja selle kogusele. Püütakse leida turvalisemaid kemikaale ning töötatakse välja kogumis- ja korduvkasutusmeetodeid. Tekstiili tootmisprotsessides võetakse kasutusele seadmeid, mis säästavad vett, energiat ja kemikaale ning seejuures koormavad ka vähem keskkonda [47], [23].



**Joonis 9** Öko-tex Standard 100 märgistus [36]

Enamus rõivastest, mille müük ja kaubandus toimuvad arenenud maades, on toodetud arengumaades. Rõivaste tootmise ja transportimise käigus tekkinud keskkonnakahjustused ning inimressursside ärakasutamine arengumaades on tihtilugu lõpptarbijatele teadmata teemad. Suureks probleemiks arengumaade tekstiilitööstuses on väga halvad töötingimused. Tavalisteks nähtusteks tekstiilitootmise tehastes on inimväärse palga puudumine, pikad tööpäevad, tasustamata ületunnid, olematud ohtusunõuded, lapstööjõu kasutamine, seksuaalsed ahistamised ja füüsilised karistused. Samuti kuumus, müra ja töö ohtlike kemikaalidega, mis võivad kahjustada töötajate tervist. Kui alltöövõtja püüab töötingimusi parandada, kaasneb sellega tootmise hinna tõus ning lääneriigi firmad otsivad kiiresti uue odavama tehase, et kasum

ei väheneks. Enamus Euroopa ja Põhja-Ameerika ettevõtteid ei kavatsegi kehvade töötingimuste ja madalate palkade eest vastutust võtta kuna suurem osa tooteid valmistatakse nende tellimusel alltöövõtjate poolt [22].

### **3 TEKSTIILIJÄÄTMETE ÜMBERTÖÖTLEMINE JA TAASKASUTUS**

Tekstiilide ümbertöötlemisega on tegeletud juba üle 100 aasta. Ümbertöötlemine tähendas põhiliselt kokku kogutud vanade rõivaesemete taaskasutamist ja erinevate puhastuslappide tootmist kasutuskõlbmatutest tekstiilijäätmetest. Pärast seda kui sünteetilised kiud 20. sajandil turule tulid muutus tekstiilide ümbertöötlemine palju keerulisemaks. Põhjusteks olid kiu tugevuse suurenemine, mistõttu oli tooteid palju raskem purustada ning segatud kiud, mille pärast oli rõivaesemeid väga vaevaline sorteerimisel eraldada [10].

Kuna tekstiilmaterjalid on peaaegu 100% ümbertöödeldavad ei tohiks tekstiili- ja rõivatööstuses midagi raisku lasta. Lisaks on võimalik töödelda 93% kasutuskõlbmatuid tekstiilmaterjale ilma ühegi uue ohtliku jäätme või kõrvalprodukti juurde tekitamiseta. Kahjuks visatakse 70% kogu tekstiiljäätmetest olmeprügi hulka ja nii ladestatakse see prügilatesse. Ülejäänud 30% annetatakse tarbijate poolt taaskasutusse, millest üle poole pannakse uuesti müüki. Allesjäänud osa läheb ümbertöötlemiseks [6], [28].

#### **3.1 Tekstiilijäätmete liigitamine**

Tekstiili- ja rõivatööstuses tekkivaid jäätmeid võib jagada kahte klassi: tootmisjärgsed jäätmed ja tarbijajärgsed jäätmed.

1. Tootmisjärgsed jäätmed on tekstiilmaterjalide, kiudude ja muude tekstiili tootmisprotsesside kõrvalproduktid ja ülejäägid.
2. Tarbijajärgseteks jäätmeteks nimetatakse igat tüüpi rõivaesemeid või majapidamistooteid, mis on valmistatud tekstiilist ning mida eseme omanik enam ei vaja ja on otsustanud ära visata. Tekstiilmaterjalide ära viskamiseks võib olla mitu põhjust. Näiteks on esemed ära kantud, rikutud, riietest ollakse väljakasvanud või riideese on lihtsalt moest väljas.

Vahetevahel annetakse kasutatud rõivaid ja majapidamistekstiile heategevusele või antakse edasi sõpradele ja sugulastele, aga peale selle visatakse neid veel prügikasti, mille tõttu tekstiiljäätmel lõpetavad prügimäel [10].

### **3.2 Tekstiiljäätmete ümbertöötlemine**

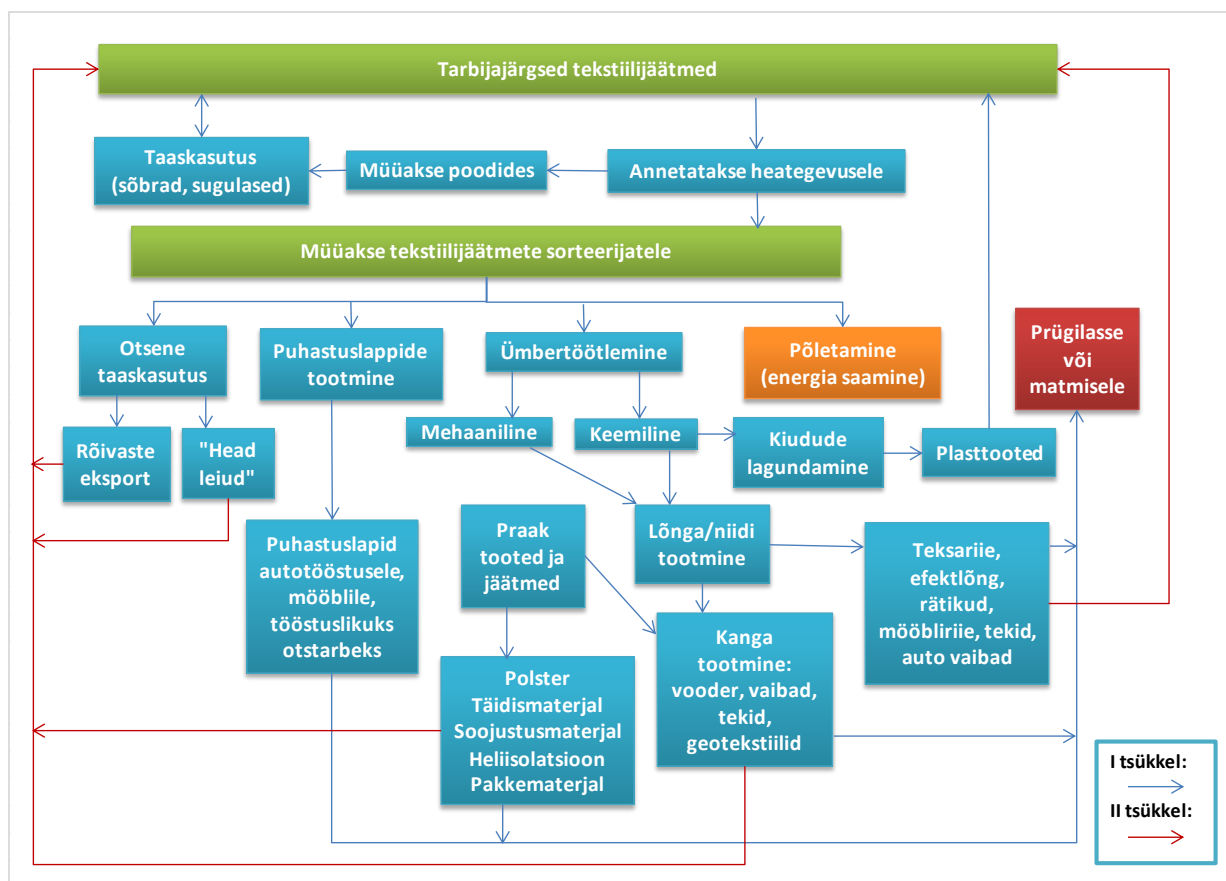
Tootmisjärgseid tekstiiljäätmel enamasti töödeldakse ümber kiuks. Tarbijajärgseid tekstiiljäätmel ehk kasutatud rõivaid, jalatseid ja muud sellist, kõigepealt sorteeritakse. Neist kvaliteetsemad tooted pannakse müüki ja/või annetakse abivajajatele. Veel on võimalus moest väljas olevaid rõivaid ümber õmmelda moodsama lõike järgi ja proovida niimoodi kellegi vanu riideid taaskasutusse lasta. Katkised ja kulunud tekstiilesemel saadetakse tavaliselt ümbertöötlemisele. Tekstiiljäätmel ümbertöötlemismeetodeid ning nende taaskasutamist võib liigitada järgmiselt:

#### **1. Tootmisjärgsed jäätmel**

- a) Ümbertöötlemine kiuks
- b) Väärtustav ümbertöötlemine ehk *upcycling*
- c) Prügi

#### **2. Tarbijajärgsed jäätmel**

- a) Sorteerimine
- b) Taaskasutus
  - Müük
  - Annetamine
- c) Ümbertöötlemine
  - Ümbertöötlemine uueks tooteks
  - Ümbertöötlemine kiuks
    - Mehaaniline
    - Keemiline
- d) Prügi



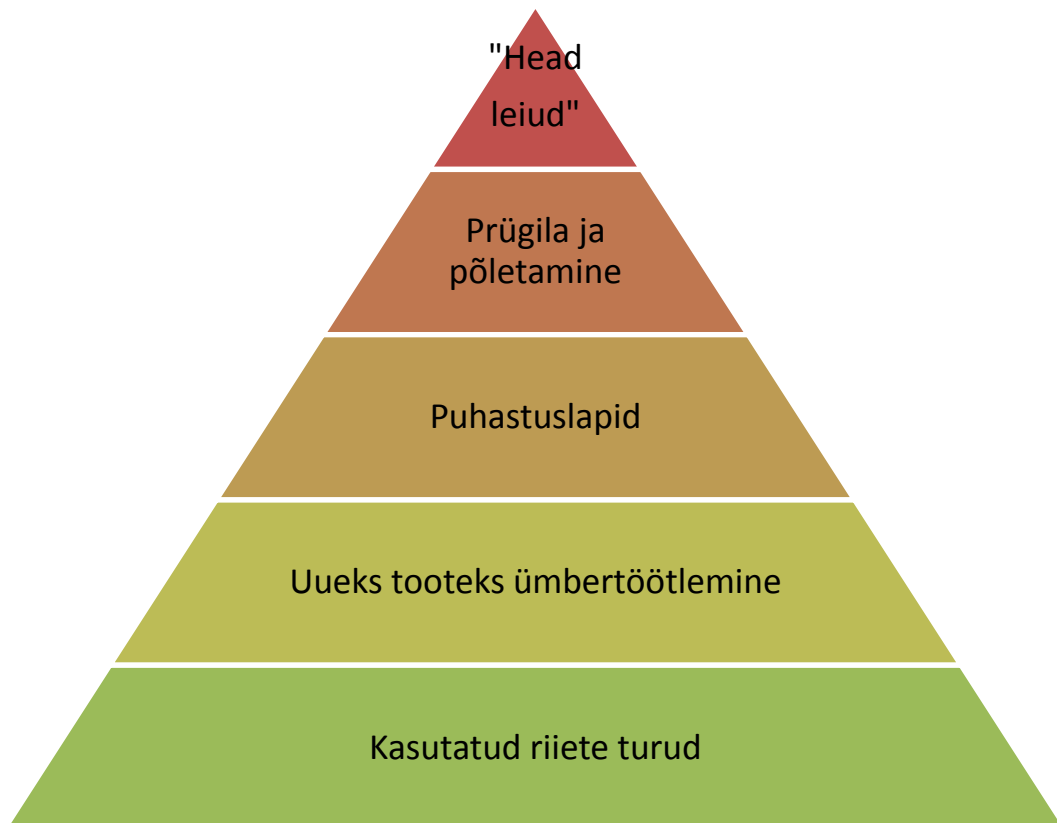
**Joonis 10** Tarbijajärgsete tekstiilijäätmete ümbertöötlemise skeem [4]

Joonisel 10 on toodud erinevad tarbijajärgsete tekstiilijäätmete taaskasutamise ja ümbertöötlemise võimalused ning kasutusvaldkonnad. Esimese tsükli jooksul kõigepealt antakse või annetatakse kasutatud rõivaid tuttavatale ja heategevusele. Sealt edasi tarbijajärgsed tekstiilijäätmed sorteeritakse nelja gruppi. Kvaliteetsemad rõivad lähevad taaskasutusse, puuvillast riidesemetest toodetakse puhastuslappi, väga katkised ja määrdunud tekstiilmaterjalid lähevad põletamisele ning ülejäänud ümbertöötlemisele. Need erinevad ümber töödeldud tekstiiltooted satuvad pärast kasutamist prügilasse või teise tsükli uuesti ümbertöötlemisele.

Ühe huvitava näitena rõivaeseme taaskasutusest saab tuua villased kampsunid. Neid on võimalik lahti harutada, et taaskasutada lõnga. Selleks protsessiks on vaja ainult kääre. Kõigepealt pööratakse kampsun pahempidi ning vaadatakse üle õmblused. Kui kampsun on äärestatud ei ole mõtet seda lahti harutada, sest siis saadakse ainult lühikesi lõnga juppe. Kui kampsun on aga enamasti õmmeldud tavaõmblustega harutatakse see lahti erinevateks osadeks – varrukad, esiosa, tagaosajne. Järgmisena hakatakse iga kootud kampsuni osa ükshaaval lahti harutama. Nii saadaksegi taaskasutamiseks villast lõnga [55].

### 3.2.1 Sorteerimise protsess

Tarbijajärgsete tekstiilijäätmete käitlemise protsess algab nende sorteerimisest. Kõigepealt eraldatakse raskemad esemed nagu näiteks mantlid ja tekid. Järgmisena sorteeritakse näiteks püksid pluusidest, pluusid kleitidest jne. Protsessi edenedes muutub jaotamine aina põhjalikumaks. Näiteks kui kõik püksid on eraldatud, jagatakse need meeste ja naiste omadeks, edasi kanga, seisukorra ja kvaliteedi järgi. Mõned kindlad brändid ja stiilid (Levi's, Tommy Hilfiger, Harley Davidson jne) eraldatakse kuna neid peetakse nõ „headeks leidudeks“. Pärast tekstiilijäätmete sorteerimist need liigitatakse erinevatesse kategooriatesse vastavalt nõutavale turule (näiteks villased rõivad lähevad külmemasse kliimasse ning puuvillast ja linast tooted soojema kliimaga asukohta). Katkised või plekilised esemed eraldatakse kandmiskõlblikust kaubast ja lähevad kas ümbertöötlemisele või prügimäele [10].



**Joonis 11** Tekstiili ümbertöötlemise kategooriate püramiidmudel koguse järgi [10]

Joonisel 11 oleval püramiidmodelil on toodud tarbijajärgsete tekstiilijätmete erinevad ümbertöötlemise ja kasutusvõimalused koguse järgi. Kõige enam saadetakse kasutatud riideid poodidesse müügile ehk taaskasutusse, samuti annetakse arengumaadesse. Järgmiseks etapiks on ümbertöötlemine uuteks toodeteks, kus mehaaniliselt või keemiliselt lagundatakse kangas kiuks. Kolmandaks kategooriaks on tekstiilijätmete lõikamine puhastuslappideks. Sellele järgneb prügilasse ladestamine või põletamine energia saamise eesmärgil. Viimaseks kategooriaks on nõ „head leiud“. Enamasti on püramiidmodelil toodud kasutusvõimaluste kogused pöörvõrdelised väärtustega, see tähendab, et püramiidi tipus olevate toodete eest võidakse küsida kõrgemat hinda kui püramiidi all olevate esemete eest [10].

### **3.2.2 Tekstiilmaterjalide ümbertöötlemine kiuks**

Kõige universaalsem ümbertöötlemistehnoloogia põhineb kiudude taastamisel. Seda tehnoloogiat saab rakendada nii looduslike kui keemiliste kiudude puhul. Selle tehnoloogia põhiline negatiivne külg on see, et saadakse madalama kvaliteediga kiud. Sageli on sellised kiud lühemad ning taastatud kiumassis võib leida siiski lõnga/niidi ning kangajäänuseid. Kiudude taastamise puhul on äärmiselt oluline eraldada tekstiilsed jätmed värvuse ning kiudude liigituse järgi. Tekstiilijätmeid saab ümber töödelda kahel erineval moel, nii mehaaniliselt kui ka keemiliselt [6].

#### **3.2.2.1 Mehaaniline ümbertöötlemine**

Eelnevalt sorteeritud tekstiiljätmed kõigepealt lõigutakse. Lõigatud tükid purustatakse kiuks. Purustatud materjalist eraldatakse magnetite abil lukkude, truckide ja muude metallist rõiva elementide tükid. Vajadusel lisatakse kiu massi ka mõnda teist tekstiili kiudu. Järgmisena asetatakse purustatud kiud tuulekambrisse, kus õhu abil kiu mass ühtlustatakse ja puhastatakse. Pärast seda kiu mass kraasitakse. Kraasimise käigus kiud eraldatakse, kammitakse, tõmmatakse paralleelseks, eemaldatakse liiga lühikesed kiud, puhastatakse ja harutatakse lahti sõlmed.

Viimaseks etapiks on lõngaks ketramine, millest saab edasi kududa kangast. Nii sobib ümber töödelda näiteks puuvilla ja villa [24].

Järgnevalt antakse ülevaade enimlevinud kiudude ümbertöötlemise meetodidest:

### 1. Vill

Kasutatud villased rõivad näiteks kampsunid sorteeritakse ja seejärel purustatakse kiududeks, millest saab kedrata uut lõnga. Samuti kasutatakse tootmisjäätmete ja kasutatud rõivaste segu. Ümber töödeldud villast, mis on segatud tugevuse saamiseks polüestri ja nailoniga, valmistatakse näiteks meeste ja naiste jakke ning mantleid [41].

### 2. Puuvill

Kasutuskõlbliku puuvilla säästmiseks korjatakse tootmisjätmeid põrandalt üles ja saadetakse taaskasutusse. Nendest lõikusruumist üles korjatud puuvilla jätmetest kedratakse täielikult funktsionaalset kangast. Põhimõtteliselt 16 puuvillast särgi tootmise käigus tekkinud jätmetest saab valmistada ühe ümber töödeldud puuvillast särgi [40].

### 3. Polüester

Polüesterkiuks töödeldakse tänapäeval ümber plastpudeleid, kasutamiskõlbmatuid tootmisjätmeid ja ära kantud rõivaid. Ümber töödeldud polüestrist tehakse spordi alusrõivaid, jakke, lühikesi pükse ja fliisi. Ümber töödeldud polüestri kasutamine vähendab sõltumist naftast kui toorainest, samuti õhu, vee ja pinnase saastamist [42].

Sarnaselt polüestriale saab ümber töödelda ka teisi sünteetilisi kiude. Kõigepealt kangas lõigutakse. Lõigatud kanga tükid purustatakse väikesteks tükikesteks, mis järgnevalt ekstruuderis ühtseks massiks sulatatakse. Ekstruuderist surutakse sulamass läbi ketrusdüüsi avade, kust see väljub pikkade niitidena filtrisse, kus toimub jahutamine. Saamegi polüesterfilamendid. Samalaadselt saab ümber töödelda ka näiteks nailonit [24].

#### a) Plastpudelitest polüesterkiu saamine

Esimeseks etapiks on kokkukorjatud taara tükeldamine, et saada kätte plastpudeliselle allesjäänud vedelik. Järgmiseks sorteeritakse läbipaistev plast värvilisest. Selleks juhatakse purustatud plasti tükid vanni. Kuna värvilised pudelid on tehtud teist sorti plastist, siis jäävad nende tükid veepinnale hulpima, läbipaistva plasti tükid aga vajuvad vee alla. Sõeltega korjatakse vee pinnal hulpivad värvilise pudeli tükid ära – nii eraldataksegi värviline plast läbipaistvast. Läbipaistvast plastist saab teha valget kangast või riidet, mida saab värvida [56].



Enamikul läbipaistval plastil on värvilised sildid küljes, nende eraldamiseks juhitakse läbipaistva pudeli tükid järgmisse vanni. Töötajad peavad olema väga ettevaatlikud selle vanni juures töötades kuna see sisaldab söövitavat naatriumhüdroksiidi, mis on väga halb nahale, aga väga hea siltide eemaldamiseks [56].

Pärast erinevaid vanne saame puhtad läbipaistvad plasti tükid, mis on aga märjad. Kuivatamiseks pannakse need tükid ahju, kus neile lisatakse valget värvi plasti tükke, et saada valget kangast. Plasti tükid veedavad kuskil 10 tundi nendes pöörlevates ahjudes aeglaselt väljakuivades [56].

Kuivanud polümeeri tükkide segu pannakse ekstruuderisse, kus seda kuumutatakse kuni 270° C-ni, mis sulatab plasti. Saadud sulam filtreeritakse, surudes seda rõhu abil läbi filtrite ketrusseadmetesse. Järgmisena juhitakse sulanud plast läbi ketrusdüüsi, kus see jõuab teisele poole välja pikkade niitidena, mis kogutakse kokku mahutisse [56], [11].

Nüüd on meil niit, aga see ei ole veel piisavalt tugev, et sellest valmistada kangast. Tugevdamiseks niidid ühendatakse, venitatakse ja kuumutatakse korduvalt. See seob kiud kokku [56].

Selle materjali tootmine võttis kaua aega, aga järgmine protsessi etapp on selle materjali lõhkumine nõrkeks vatitaoliseks tupsudeks. Need tupsud ongi toormaterjaliks polüestri saamisel. Sellele järgneb tavapärane materjalitootmise protsess [56].

### **3.2.2.2 Keemiline ümbertöötlemine**

Enamus tarbijajärgseid tekstiilijäätmeid töödeldakse ümber mehaaniliselt kuna tekstiilide keemilise ümbertöötlemise tehnoloogia on suhteliselt keeruline ja kallis. Keemilise ümbertöötlemise puhul kasutatakse tekstiili kiudude eraldamiseks erinevaid lahusteid ja meetodeid (ensüümse, termilise, glükolüüsi ja metanolüüsi meetodeid). Keemilise ümbertöötlemine tehakse kas osalise või täieliku depolümerisatsiooniga, millele järgnevad puhastamine ja polümerisatsioon. Depolümerisatsioon sobib selliste kiudude puhul nagu polüamiid, polüester ja polüpropüleen, sest nad on algselt sünteesitud suhteliselt stabiilsetest monomeeridest. Keemilist ümbertöötlemist saab teha ka ekstraheerides komponent välja materjali segust [5].

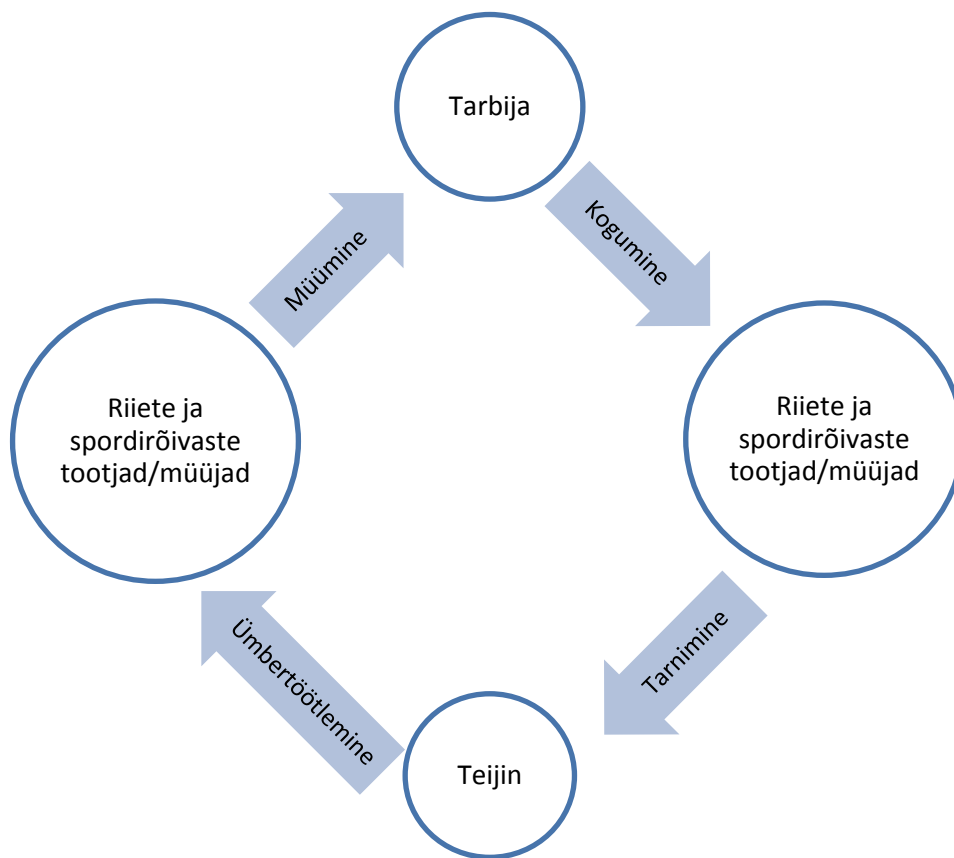
Termoplastseid polümeermaterjale saab termilise meetodiga ümber töödelda. Pärast kuumutamist ja ekstrudeerimist termoplastid granuleeritakse ja kdratakse uuteks kiududeks [5].

Ensüümse meetodi puhul saab ümber töödelda tekstiilmaterjale, mille tooraine koosneb tselluloosist, näiteks puuvill, viskoos ja lyocell. Selle protseduuri käigus hüdrolyüsitakse tselluloosiahelat ja lühendatakse tselluloosi kiudu [38].

Glükolüüsi meetodi puhul kasutatakse materjali destruktsiooniks etüleen glükooli. Metanolüüsi meetodit kasutatakse PET materjalide lagundamiseks metanooli abil [12].

## 1. Polüester

Ainukese omalaadse keemilise ümbertöötlemise tehnoloogia arendas välja Jaapani ettevõtte Teijin, kus töödeldakse ümber polüester rõivaid koos PET (polüetüleentereftalaat) pudelite ja PET tootmisjärgsete jäätmetega. Teijin tehnoloogia abil on võimalik teha vanast polüester rõivast uus polüestri toormaterjal. Sedamoodi saadud polüestri toormaterjal on samaväärse kvaliteediga kui naftast toodetud toormaterjal. Näiteks vana, ära kantud polüesterfliisi ja mantlit saab korduvalt ümber töödelda ja sellest ümber töödeldud materjalist valmistada uusi fliise ja mantleid. Veel enam see tehnoloogia vähendab drastiliselt nii energia tarbimist kui ka CO<sup>2</sup> emissiooni võrreldes polüestri tootmisega naftast. Teijin on edukalt laiendanud oma Ökoring'i skeemi (vt joonis 12), kus tekstiilitootmise või rõiva jäemüügi ettevõtted koguvad tarbijatelt kokku kasutatud polüestrist tekstiilesemed ja saadavad need ümbertöötlemiseks Teijin'i. Üle saja kliendi Jaapanis saadavad ümbertöötlemiseks vormirõivaid ja saavad tagasi Teijin kiud edasiseks kasutamiseks. Kahjuks on selline ümbertöötlemine kallis. Samuti ei võta Teijin vastu kõiki polüestrist rõivaid, mistõttu on see protsess piiratud nii koguse kui ka kollektiooni maksumuse poolest [39], [8], [46].



Joonis 12 Teijin ökoring [46]

### 3.3 Tekstiiljätmete ümbertöötlemisel kasutatavad seadmed

Enamasti sorteeritakse tekstiiljätmeid käsitsi, see on aga kallid ja aeganõudev tegevus. Välja arendamisel on aga tekstiili sorteerimise masin, mille abil on võimalik säästa tööjõudu, kulusid ja aega. Selle seadmega on võimalik sorteerida tekstiiljätmeid keemilise koostise (puuvill, vill, polüester jne) ja värvi järgi. Masin peaks ära tundma isegi levinumad materjali segud (50% polüester/50% puuvill, 30% vill/70% akrüül jne) [28].

Erinevad tekstiilmaterjalid tuvastatakse optilise tehnoloogia abil, mis põhineb infrapuna spektroskoopiaal. Sama tehnoloogiat on kasutatud juba plasttoodete sorteerimiseks. Sorteerimismasin peaks tuvastama ühe toote ühes sekundis [9].

Pärast sorteerimist tooted lõigutakse ja purustatakse lõikurmasinaga (vt joonis 13). Tekstiiljätmed liiguvad mööda linti masinasse, kus nad satuvad pöörlevasse trumlisse, mille pinnal asetsevad terad. Piisavalt väiksed tükid kukuvad välja, suuremad tükid liiguvad korduvale purustamisele. Eelistatakse lõikurmasina trumli kõrget pöördemomenti ja madalat keerlemiskiirust, et vältida polümeeride kuumenemist ja sulamist. Kaasaegsed lõikurmasinad vajavad vähest hooldamist, on tõhusad ja neid on odav kasutada [10].



**Joonis 13** Lõikurmasin [34]

Enne kraasimise protsessi pannakse kiud tuulekambrisse. Tuulekambris harutatakse kiututid võimalikult väikesteks osadeks ja eemaldatakse tolm, mustus ja jääkmaterjalid. Samuti ka tolmu mikroosakesed. Tuulekambris leiab aset veel kiudude segunemine ja ühtlustumine, mis on tähtis lõnga kvaliteedi suhtes [50].

Ümbertöötlemise protsessis on väga oluline osa kraasimisel. Selle protsessi käigus kiud sirgestatakse, eraldatakse, tõmmatakse paralleelseteks ning eemaldatakse lühikesed kiud ja tolm. Samuti vähendatakse kraasimise käigus läbipõimunud kiu massi. Lõpuks saadakse kilejas võrk, millest moodustub lint. Kõik see leiab aset kraasimismasinas [20].

### 3.4 Ümber töödeldud tekstiilide kasutusvaldkonnad

Maailmas töödeldakse igal aastal ümber mitu tonni tekstiiljätmeid. Ümber töödeldud tekstiiljätmete kasutusvaldkonnad on väga laialdased, samuti on nende kasutamine toormaterjalide asemel palju odavam, keskkonnasõbralikum ja mõnel juhul isegi otstarbekam. Ümber töödeldud tekstiiljätmed leiavad kasutust nii auto- kui ka mööblitööstustes. Veel saab nendest toota polster-, isolatsiooni- ja isegi ehitusmaterjale. Madrati, kodusisustuste ja paberi tootmises kasutatakse samuti ümber töödeldud tekstiiljätmeid.

Kasutatud puuvilla ja siidi materjalidest toodetakse näiteks majapidamispabereid, puhastus- ja poleerimislappe autotööstusest kuni kaevandamise sektorini välja. Ümber töödeldud teksariidest ehk puuvillast saadakse mürgi vabased alternatiive klassvillast isolatsioonile. Kuni 90%-st teksariide jätmetest valmistatud isolatsioonmaterjal (vt joonis 14) ei sisalda selliseid kahjulikke lisaaineid nagu kantserogene, formaldehüüde ja kergestilenduvaid orgaanilisi ühendeid. Isolatsioonmaterjali valmistamisel kasutatakse nii tarbija- kui ka tootmisjärgseid tekstiiljätmeid [27], [24].



**Joonis 14** Teksariidest valmistatud isolatsioonmaterjal [27]

- Pehmetest mänguasjadest ja patjadest saadakse täitematerjale auto istmetesse ja auto isolatsiooniks.
- T-särgid, linad ja rätikud töödeldakse ümber puhastuslappideks.
- Kinga taldu taaskasutatakse sillutise materjalides.
- Vanu kampsuneid ja mantleid kasutatakse vaiba tootmisel.
- Kardinatest saadakse täitematerjali patjadele, magamiskottidele, mänguasjadele ja lemmiklooma vooditele.
- Ümber töödeldud villaste materjalidega täidetakse pesapalle. Samuti taaskasutatakse villa ka sellistes auto isolatsioonis, katusepapis, ruuporites ja pehme mööbli täitematerjalides.
- Velvetist saadakse ehtekarbi voodrit.
- Ülejäänud kanga jäätmeid kasutatakse ka paberraha, näiteks USA dollarite (vt joonis 15) valmistamisel [45].



**Joonis 15** USA dollar [26]

## **4 TEKSTIILIDE ÜMBERTÖÖTLEMINE JA TAASKASUTAMINE EESTIS**

Üleüldiselt on läinud Eestis nii tootmisjärgsed kui ka tarbijajärgsed tekstiilijäätmed olmeprügi hulka ja sealt edasi prügimäele. Õnneks on juba mitmeid aastaid Eestis populaarsust kogunud nõ roheline mõtlemine. Tänu ettevõtte Humana Estonia tegutsemisele Eestis on tavainimese jaoks tarbijajärgsete tekstiilijäätmete vabanemine palju lihtsamaks muutunud. Samuti korraldatakse Eestis juba mitmeid aastad erinevaid kirbuturge ja täikasid, kus saab hõlpsasti oma kasutatud rõivad maha müüa. Ka Eesti tekstiilitootmise ettevõtetel on, mille üle rõõmustada. Aastal 2013 avas Toom Tekstiil AS Viljandis tekstiilijäätmete ümbertöötlemise tehase. Sinna toovad oma tekstiilijäätmeid ka paljud teised Eesti tekstiilifirmad kuna see tuleb palju odavam kui jäätmeid prügilasse ladestada.

### **4.1 Humana Estonia**

#### **4.1.1 Ettevõttest**

Humana Estonia on loodud 2000. aastal Soome sõsarorganisatsiooni UFF Finland ja Leedu sõsarorganisatsiooni poolt. Humana Estonia eesmärgiks on koguda vahendeid ülemaailmsete heategevusprojektide rahastamiseks kasutatud asjade kaubanduse läbi. Rõivad ja jalanõud jõuavad Eestisse peamiselt Skandinaaviast ja mujalt Euroopast. Riiete müügist saadud tulu kasutatakse mitmesuguste projektide toetamiseks peamiselt Aafrikas, lisaks annetatakse sinna ka riideid ja jalanõusid nagu ka mittetulundusühingutele ja hoolekandekeskustele Eestis [29].

Alates 2007. aastast on Humana poodides kogumiskastid, kuhu inimesed võivad tuua oma mittevajaminevaid riideid ja jalatseid. Kogumiskastide idee on võetud üle teiste riikide kogemustest, näitamaks inimestele, et nendepoolsed annetused on väga oodatud. Koostöös

Tallinna Jäätmekeskusega alustas Humana Estonia 2014. aastal ka rõivakogumist välikonteinerite kaudu. Konteinerid kuuluvad Tallinna Jäätmekeskusele, tühjendamise ja korrashoiu eest aga vastutab Humana. 2014. aasta juunis sõlmiti koostööleping ka Uuskasutuskeskusega, aitamaks neile mittevajalikke rõivaid, jalatseid ja tekstiili taaskasutusse saata [29].

2014. aasta septembrikuu seisuga kuulub Humana kauplusteketti 23 kauplust, neist kolmteist asub Tallinnas, kaks Pärnus, kaks Tartus, üks Narvas, Kuressaares, Võrus, Haapsalus, Viljandis ja Kohtla-Järvel. Sorteerimiskeskus asub Tallinna külje all Tännassilma tehнопargis. Humana on Eestis loonud üle kaheksa viiekümne töökoha [29].

#### **4.1.2 Kuhu ja mida annetada**

Rõivaesemeid saab ära anda Humana kauplustes ning Tallinna Jäätmekeskuse kogumiskonteineritesse, mis on toodud joonisel 16. Kõik Humana kauplused võtavad vastu kasutatud rõivaid, jalanõusid ja mänguasju. Kauplusest saadetakse annetused edasi sorteerimiskeskusse, kus kasutatud esemed sorteeritakse vastavalt kvaliteedile ja kasutusotstarbele. Humana palub mitte tuua katkiseid, määrdunud ja kasutamiskõlbmatuid esemeid [31].

2014. aastal koguti Eestis üle 500 tonni tekstiilannetuse. Viimase aasta jooksul on kogumine suurenenud 2/3 võrra, mis näitab inimeste keskkonnateadlikkuse suurenemist [31].

Humana kauplustesse annetatud riideid kaupluse töötajad ise üle ei vaata, need saadetakse kohe sorteerimiskeskusesse (vt joonis 17), kus rõivaesemed sorteeritakse vastavalt kehtivatele kvaliteedi-standarditele. Eestist annetatud riiete kvaliteet sarnaneb nii kulumise kui kaubamärkide poolest Soomes kogutud annetustele [31].





**Joonis 16** Kasutatud rõivaste ja jalatsite kogumiskonteiner Tallinnas [54]

Humanas leitakse kasutusvõimalused ka rõivastele ja jalatsitele, mis oma kulumise või vanamoodsuse tõttu enam kauplustele müügiks ei kõlba. Nende poolt töödeldud riietest jõuab prügimäele vaid kaduvväike osa, mida tõepoolest pole võimalik kaasaegsete meetoditega ümber töödelda [31].



**Joonis 17** Humana sorteerimiskeskuse saal [25]

#### **4.1.3 Sorteerimiskeskus**

Humana Sorteerimiskeskuse tehasel on tootmis- ning laopinda 7700 m<sup>2</sup> ja seal töötab üle saja inimese. Nädalas sorteeritakse keskmiselt 200 tonni riideid. Kasutatud riided saavad Ameerikast, Lääne-Euroopast ja Skandinaaviast, samuti lisanduvad Eesti tarbijate annetused. Kauba müük ja sisseost käib igal pool kilo hinnaga [30].

Humana Sorteerimiskeskuses sorteeritakse kõiki esemeid vastavalt kvaliteedile. Parimad kaubad jõuavad Humana kauplustesse, vähesel määral ka hulgimüüki Eestist välja. Järgmine kategooria, kuhu kuuluvad kandmiskõlblikud riided, annetatakse Humana partnerorganisatsioonidele Aafrika riikides. Kolmandaks on ümbertöötlus kategooriad, mis sisaldavad erinevaid tekstiilesemeid, rõivaid, jalatseid ja muid tooteid, mis enam kasutamiseks ei sobi. Näiteks üksikud jalanõud, sulepadjad või katkised riided. Need tooted eksporditakse peamiselt Pakistanile. Ainult paber ja plast lähevad ümbertöötlemisele Eestis. Kuna Humana ei müü otse töötlejale, vaid vahendavale ettevõttele, siis keegi ei tea kuhu kasutamiskõlbmatud esemed lõpuks välja jõuavad ja mida neist valmistatakse. Kuskil 3-5% kogu sisseostetud ja annetatud kaubast läheb prügimäele. Ära viskamisele lähevad näiteks väga katkised rõivad, mänguasjad

ja jalanõud. Samuti tugevalt määratud, hallitanud ja niisked esemed, kuna need kahjustaks ülejäänud toodangut.

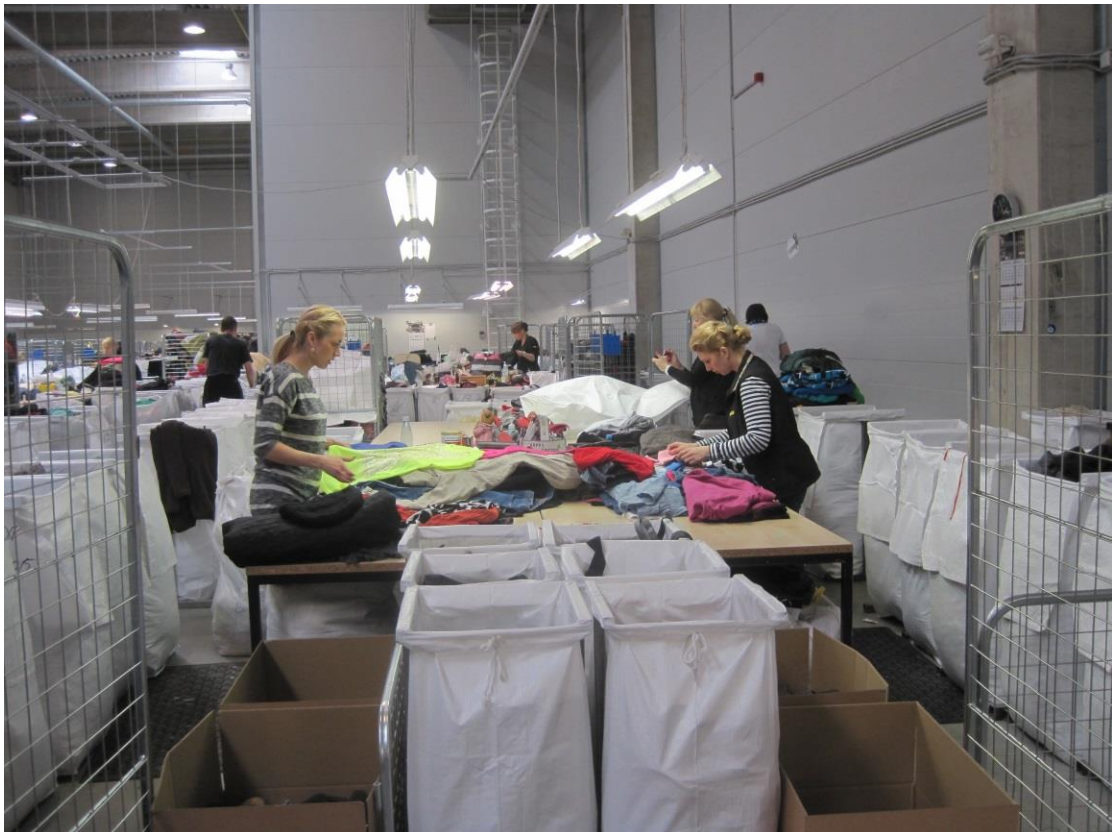
Sorteerija teeb otsuse, kas rõivaese läheb poodi müüki või kuhugile mujale. Ostus tehakse kvaliteedi, sealhulgas moodsuse ja materjali, samuti ka otstarve järgi. Esimene küsimus riidesemele on „Kas see sobib poodi?“. Kui vastus on eitav, tulevad hierarhias järgmised kategooriad. Kõigepealt lõigatakse annetatud kott noaga katki ja hakatakse sorteerima. Selleks tuleb töötajal seista maast umbes pool meetrit kõrgemal alusel ja visata kotist leitud riided ükshaaval erinevate kategooriatega kottidesse (sorteerija töökoht toodud joonisel 18). Humana on kehtestanud üleeuroopalised normid, mille alusel jagatakse sisseostetud kaup erinevatesse rühmadesse. Humanas on pidevalt tootmisel üle 30 esmase sorteerimiskategooria nagu näiteks *tropical mix* ja *trend* ning kümnekond järelsorteerimiskategooriat. *Tropical mix*'i lähevad enamasti õhemad rõivad, mis on mõeldud Aafrikasse annetamiseks. Aafrikas on eriti kuum kaup aluspesu, sest uuea on see liiga kallis. Kahjuks eestlane üldiselt pesu ei anneta. Kaup jagatakse ka sellistesse rühmadesse nagu näiteks suvine, pooltalvine, talvine, jalanõud, mänguasjad, vööd jne.



**Joonis 18** Sorteerija töökoht (autori foto)

Kaheksa tundi töötav inimene suudab päeva jooksul ära sorteerida umbes tonni jagu riideid, tublimad isegi 1500 t. Kõigepealt vaadatakse üle kas riie on puhas. Seejärel uuritakse materjali, värvi, suurust ja sõltuvalt esemest ka teisi aspekte. Kvaliteetsed rõivad ja esemed lähevad edasi veel järelsorteerimisse (vt joonis 19), kus tehakse kaubale veel põhjalikum ülevaatus. Järelsorteerimise käigus jagunevad tooted A ja B kategooriatesse, kus A kategooriasse kuuluvad parema välimuse ja kvaliteediga esemed ning see kaup jõuabki Humana poodidesse. Kogu sorteeritud kaup kõigepealt kaalutakse ja siis ladustatakse lattu. Transpordimahu vähendamise eesmärgil pressitakse kõik kaubakategooriad, mis lähevad Euroopast välja.

Töö käigus on leitud ka palju huvitavat, näiteks kunagi rippusid Humana Sorteerimiskeskuse seinal kümne XL'iga püksid ja siiani kasutatakse Humana kontoris vihmavarjuhoidjana ühte vanaaegset jalatuge. Aegajalt leitakse ka inimeste dokumente, millest paljud on veel kehtivad. Samas Humana tootmismahude juures (40-45 t päev, 10 000 tonni aasta) ei pea töötajad enamasti midagi liiga huvitavaks.



**Joonis 19** Järelsorteerimine (autori foto)

Humana poodidesse annetatud asju ei tohi müüjad ise lahti võtta ega läbi vaadata. Kõik riidekotid saadetakse Sorteerimiskeskusesse ja sealt mitmekordselt läbisorteerituna poodi tagasi. Poes vaatab juhataja kauba üle ja paneb toodetele hinnad. Kui juhtub, et tegemist on praak kauba või madalama kategooriaga, saadetakse esemed Sorteerimiskeskusesse tagasi. Kuna müüki saabuva koti peal on kirjas töötaja nimi, kategooria ja sorteerimise nädal, on vastutav isik kohe teada. Vastavale töötajale jagatakse meistri poolt õpetusi, mida tulevikus vigade vältimiseks teha.

Kuna Humana poodides on kõige enam müügil naiste riideid, on neil ka suurim läbimüük. Samuti on populaarsed lasteriided, sest neist kasvatakse kiirelt välja. Palju otsitakse ka töördõivaid, dressipükse jne. Rõivad, mida ei ole suudetud Humana poes maha müüa, kogutakse peale müügitsükli lõppu kokku ning suunatakse Humana sorteerimiskeskusesse Türgis, kuna Eestis neid uuesti läbi sorteerida poleks otstarbekas.

## **4.2 Toom Tekstiil AS**

### **4.2.1 Ettevõttest**

Alates 1995 aastast on Toom Tekstiil AS üks juhtivatest kodutekstiili, madratsite ja lausmaterjalide tootjatest Eestis. Tänu kaasaegsete ja kõrgtehnoloogiliste tootmiseseadmetele, kõrgelt kvalifitseeritud töötajatele ning tihedale koostööle klientidega tootearenduses, suudetakse pakkuda erinevatele kliendigruppidele laia valikut tekstiilitooteid ja mittekootud materjale. Toom Tekstiili peamised tootegrupid on tekid, padjad, madratsikatted, tooli- ja diivanipadjad, voodilina, erinevad madratsid, vedruvoodid ja pehme mööbel, nõeltorgitud mittekootud materjalid ning vatiin [48].

Toom Tekstiil AS tooted on turul kaubamärkide Dreamland, EVE, Lifestyle Interior nime all. Kogu tootmine, müük ja administratsioon toimub Eestis. Kõik Toom Tekstiil AS tooted on sertifitseeritud ja vastavad Öko-Tex 100 kvaliteeditingimustele [48].

Alates 2013 aastast avas Toom Tekstiil AS tekstiilijäätmete töötlemistehase Viljandis (vt joonis 20). Tegu on ainukese tekstiili ümbertöötlemisega tegeleva tehasega Eestis [48].



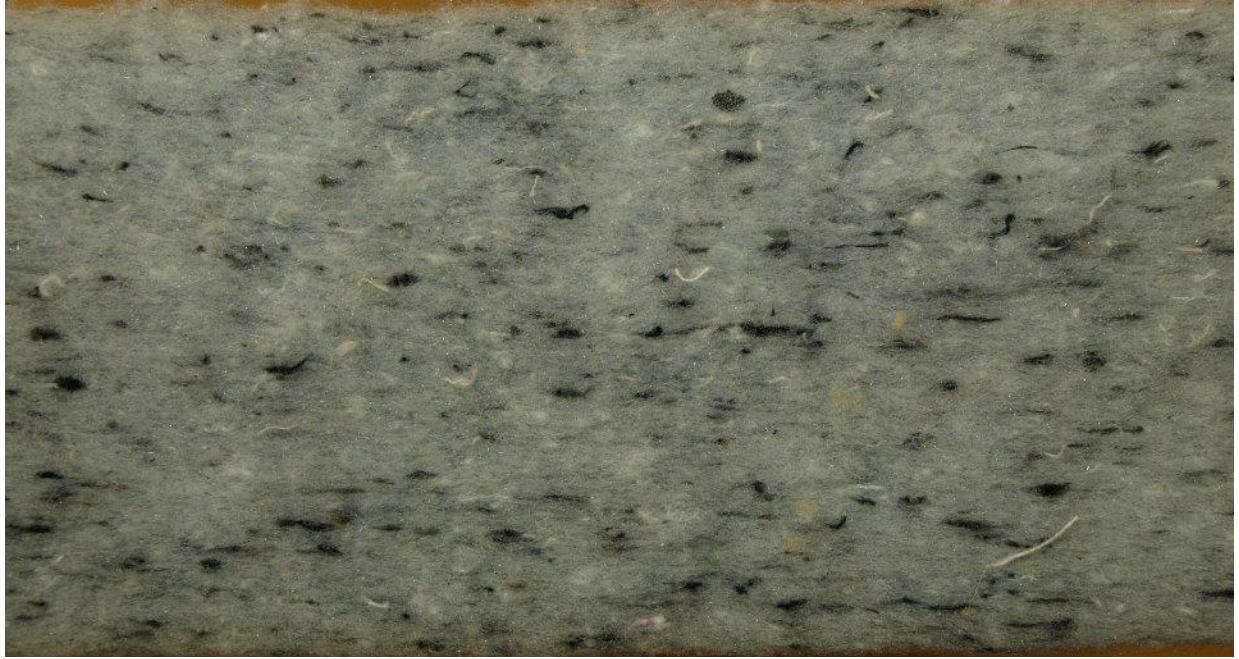
**Joonis 20** Toom Tekstiil AS tekstiiljätmete ümbertöötlemise tehas [44]

#### **4.2.2 Ümbertöötlemine**

Tekstiiljätmete ümbertöötlemise tehase asutamise põhieesmärgiks oli tekstiiljätmete kogumine ja nendest jäätmetest mittekootud kuumtöödeldud materjalide valmistamine. Vaata läbilõiget ümber töödeldud materjalist joonisel 21. Mittekootud materjalid müüakse pehme mööbli tööstusesse, madratsite tootjatele, isolatsiooni eesmärgiks jne [44].

Tänu uuele tehasele saab toota kuni 4000 tonni lausmaterjale aastas. Esimeses faasis töödeldakse ümber 1500 tonni tekstiili tootmisjärgseid jäätmeid aastas. Tooteid saab valmistada 100% toormaterjalist ja toormaterjalist, millele võib lisada kuni 80% ulatuses tekstiiljätmeid. Joonisel ... on toodud läbilõige ümber töödeldud materjalist [44].

Tehniliseks uuenduseks on see, et liinil on võimalik toota „võileib“ tüüpi kuumtöödeldud materjale – st materjal koosneb kahest kihist. Üks kiht võib olla valmistatud näiteks 100% toormaterjalist ja teine kiht kuni 80% tekstiiljätmetest. Selline tegevus võimaldab paljude uuenduslike materjalide asendamist erinevates toodetes [44].



**Joonis 21** Läbilõige ümber töödeldud materjalist [51]

### **4.3 Mistra-Autex AS**

Mistra-Autex AS tegeleb peamiselt toodete valmistamisega autotööstusele, nagu näiteks rullvaip, interjööri- ja pagasi süsteemid, eksterjööri osad, veokite ja tööstusmasinate süsteemid ja põrandamatid. Lisaks toodetakse veel näitusevaipu, mööbli süsteeme, tehnilisi vilte ja plasttooteid [35].

Ettevõttes alustati 2014. aastal plastijäätmete taaskasutust. Polümeermaterjali kasutatakse vaipkatete tagaküljel, kus see täidab liimi funktsiooni. Plast kantakse vaibale kahel liinil – pulberliinil ja ekstruuderliinil. Pulberliinil pannakse polümeermaterjal vaibale pulbri kihina ja seda kasutatakse väikeste, näiteks mõnekümne grammiste koguste juures. Ekstruuderliinil aga kantakse see peale kogu kihina ja kasutatakse suuremate, näiteks mitmekiloste koguste puhul [19].



**Joonis 22** Plasti purustamise masin (autori foto)

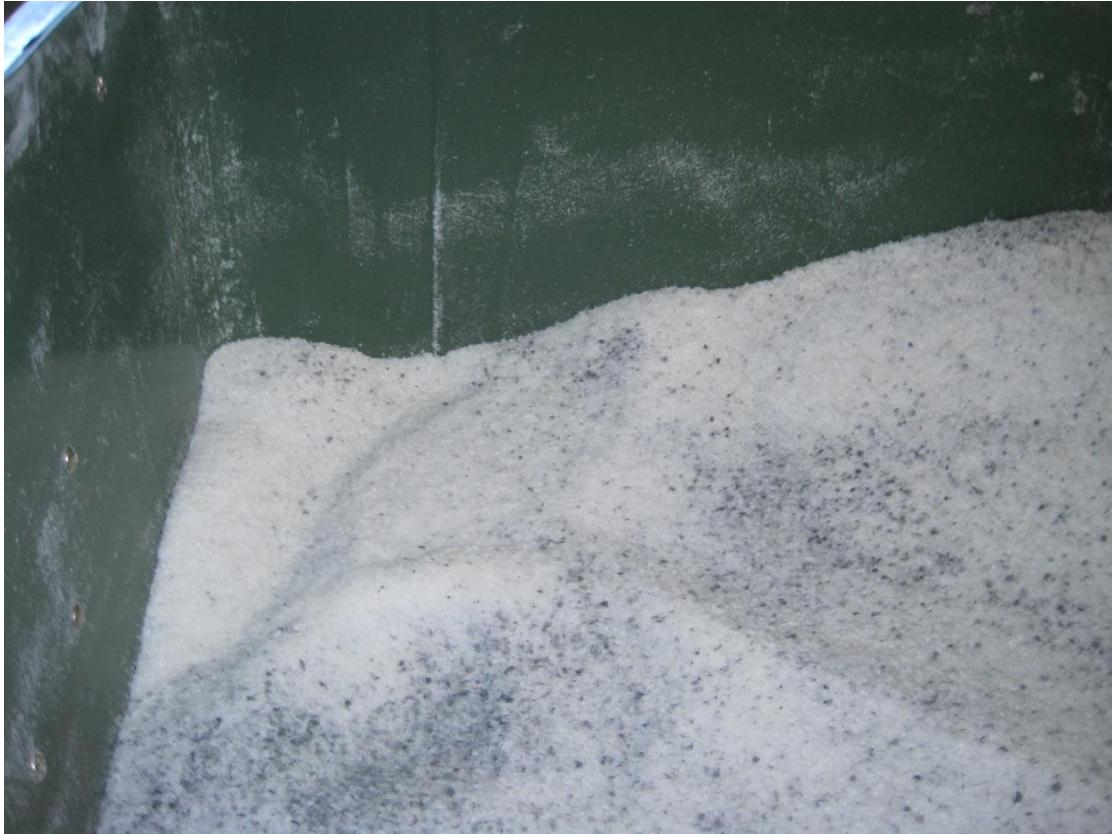
Plasti ümbertöötlemiseks soetati kaks uut seadet. Esimese seadmega tehakse suured plastijäätmed väiksemateks ribadeks ning teisega peenestatakse need ribad pulbriks (vt joonis 22). Seda pulbrit (vt joonis 23) kasutatakse pulberliinis [19].

Tulevikus on ettevõttel plaanis hakata ka tekstiiljätmeid taaskasutama, mida praegu antakse kütteks. Segades tekstiiljätmeid jahuks muudetud plastiga on võimalik see samuti kanda vaipkatetele liimikihiks [19].

Mistra-Autex AS on viimase kümne aasta jooksul läinud üle taaskasutusele kõikides tootmisosades. Näiteks metall, paber, kile ja muud jäätmed lähevad ümbertöötlemisse. Lõngajäätmed saadetakse Itaaliasse, kus need uuesti lõngaks töödeldakse. Mõne aasta eest osteti ettevõttesse isegi tekstiilist tootmisjätmete purustusseade, mille tõttu vabaneti



ladestustasu maksmisest. Tekstiilijäätmed antakse Jõelähtme prügilasse, kus seda kasutatakse kütteks [19].



**Joonis 23** Purustatud plastjäätmed (autori foto)

#### **4.4 MTÜ Eesti kirbuturg**

Eestis on aina populaarsust kogunud erinevad kirbuturud ja täikad, kus on võimalik ka tavainimesel enda kasutatud riideid, jalanõusid ja aksessuaare müüa. Üheks suuremaks kirbuturgude korraldajaks on Mittetulundusühing Eesti Kirbuturg (MEK), mis on välja kasvanud Uuskasutuskeskusest. Uuskasutuskeskuse korraldatud turud töötasid ennast hästi sisse ning muutusid traditsiooniliseks ürituseks. Üha suurenev huvi kirbuturgude vastu tingis vajaduse Uuskasutuskeskuse koormat vähendada ja nii saigi alguse MEK. MEK'i peamine eesmärk on arendada kirbuturgude kultuuri Tallinnas ja ka mujal Eestis [33].

Esimene kirbuturg toimus 2007. aasta septembris, kus müüjaid oli sadakond ja külastajad tuhandeid. 2009. aastast hakati turge korraldama Telliskivi loomelinnakus, kus see toimub tänapäevani. Turul on kuni 100 müügiplatsi [33].

Telliskivi kirbuturg on MTÜ Eesti Kirbuturg poolt korraldatav üritus, kus eraisikud saavad kaubelda kasutatud esemete, käsitööga jne. Seda korraldatakse Telliskivi Loomelinnakus aastaringelt ja on külastajatele avatud laupäeviti. Oktoobrist aprillini toimub kirbuturg Rohelises saalis ja maist septembrini Loomelinnaku sisehoovis. Külastajatele on Telliskivi kirbuturg tasuta, müüjale maksab platsitasu koos müügipinnaga nii õues kui ka siseruumis 10 eurot [33].

## 4.5 Reet Aus

Reet Aus on tegutsenud moedisainerina aastast 1997. Alates 2002. aastast on ta loonud kolleksioone (näiteks kolleksioon *Trash to Trend*, vt joonis 24) väärtustava taaskasutuse põhimõtetel. Väärtustav taaskasutus ehk *upcycling* on protsess, mis võimaldab tootmises tekkivad tekstiiljäätmel disaini abil tagasi tootmisse suunata, vähendades sel määral märgatavalt tööstuse keskkonnamõju. Kuna tarbijajärgsed tekstiiljäätmel on liiga madala kvaliteediga, et sellest toota riideid moetööstusele, kasutatakse Reet Aus'i rõivatootmisel ainult tootmises tekkivat jääkmaterjali [49], [43].

Alates 2012. aastast on Reet Aus teinud koostööd Bangladeshis suurima rõivatootja Beximco'ga. Koostöö tulemusel on loodud uudne tootmisprotsess, mis rakendab väärtustava taaskasutuse põhimõtteid suurtootmises, kasvatades nii tootmise efektiivsust ja vähendades keskkonnamõjusid. Iga selliselt toodetud riideesemega on kulutatud keskmiselt 70% vähem vett ja 88% vähem energiat võrreldes sarnase tavatootega. Beximco on Aasia rõivatootjate hulgas eesrinnas nii töötingimuste, palgataseme kui ka sotsiaalsete garantiide osas [43].

Reet Aus on võitnud mitmeid auhindu, nende hulgas ka TOP 3 Euroopa Keskkonnasõbralik Ettevõtte (2014) ja Keskkonnasõbralik ettevõtte (Keskkonnaministeerium 2013) auhinnad [43].



**Joonis 24** kaks rõivakomplekti Reet Aus'i kolleksioonist Trash to Trend [13]

## KOKKUVÕTE

Tekstiilide ümbertöötlemine ja taaskasutus on tänapäeva ressursside ja tootmismahu juures väga oluline aspekt. Kuna materjali tootmise käigus ja üldse rõivatööstuses tekib väga palju jäätmeid, on ümber töödeldud materjalide kasutamine palju keskkonda säästvam. Nii hoitakse kokku toormaterjali, energia kui ka muude kulude pealt. Ümbertöötlemisel kasutatakse enamasti mehaanilist meetodit, kuid sedamoodi saadud kiud ei ole väga kvaliteetsed. Selliseid ümber töödeldud kiude kasutatakse näiteks isolatsiooni- ja täitematerjalides.

Käesoleva bakalaureusetöö eesmärk oli anda ülevaade tekstiilide ümbertöötlemisest ja taaskasutamisest nii Eestis kui ka mujal maailmas. Kätesaadava kirjanduse abil toodi välja üldised ümbertöötlemise protsessid kui ka näiteid erinevate materjalide võimalikest taaskasutamise valdkondadest. Samuti anti lühiülevaated rõivatööstuse ja -tarbimise mõjust keskkonnale ning ümbertöötlemisel kasutatavatest seadmetest ning nimetati erinevaid ümber töödeldud tekstiilijäätmete kasutusvaldkondi. Veel uuriti Eestis taaskasutamisega tegelevate ettevõtete kohta. Bakalaureusetöö raames käidi ka tutvumas paari Eesti ettevõttega. Näiteks Humana Eesti Sorteerimiskeskuses saadi jälgida tarbijajärgsete tekstiilijäätmete sorteerimisprotsessi ja Mistra-Autex AS ettevõttes vaadeldi tootmist ja ümbertöötlemises kasutatavaid seadmeid. Bakalaureusetöös püstitatud ülesanded said täidetud.

Tekstiilijäätmed on maailmas üks tõsine probleem. Suurem osa sellest visatakse olmeprügi hulka ja sealt edasi satub see prügilatesse. Selleks, et rohkem tekstiilijäätmeid jõuaks ümbertöötlemisele ja taaskasutusse, on väga oluline roll tekstiiltoodete tarbijatel. Probleemi üks põhjustest võibki olla, et paljud inimesed ei teagi, mida teha kasutatud tekstiilmaterjalidega. Käesolevas bakalaureusetöös on välja toodud erinevad võimalused, mida teha tekstiilijäätmega ning põhjused, miks on neid kasulik viia ümbertöötlemisele.

Kindlasti saaks sellel teemal edasi uurida tarbija teadlikkusest tekstiilijäätmete ümbertöötlemise ja taaskasutuse võimalustest. Samuti võidakse uurida uute ümbertöötlemise tehnoloogiate ja seadmete kohta, kuna pidevalt proovitakse välja mõelda tõhusamaid meetodeid tekstiilmaterjalide ümbertöötlemiseks.

## **RESUME**

The textile producing is one of the most polluting industries in the world. Large amount of textile waste is discarded in landfills. Only small amount of used apparel that consumers have taken to charity organizations are going to reuse. Excess clothing from charity shops are taken for recycling. Also some textile production companies are taking their pre-consumer textile waste for recycling, but not all of them. Unfortunately the recycled fibers are low on quality, but they are good for making insulation materials and can be used for stuffing. Using recycled materials is very environmentally friendly. This way we can save raw materials, energy, water and other expenses.

This Bachelor's thesis contains an overview of textile fibre classification and environmental impacts of textile industry and consumption. Also there has been described recycling and reuse of textile waste. A short chapter includes machinery that are used in recycling process. Further there has been mentioned different uses for recycled textile waste. And for last there has been given an overview of recycling companies in Estonia.

## KASUTATUD KIRJANDUS

1. Boncamper, I. Tekstiilkiud käsiraamat. Eesti Rõiva- ja Tekstiililiit. 313 lk.
2. ISO 2076 Textiles – Man-made fibres – Generic Names
3. ISO 6938 Textiles – Natural fibres – Generic names and definition
4. Kadolph, S. J. Textiles. Upper Saddle River, NJ 07458: Pearson Education Inc, 2007
5. Lacasse, K., Baumann, W. Textile Chemicals: Environmental Data and Facts. Springer Science & Business Media. 2012. 1184 lk.
6. Luiken, A., Bos, P. Automated identification and sorting of post-consumer textile waste. – Melliand International, 2010
7. Mather, R., Wardman, R. The Chemistry of Textile Fibres. Cambridge, UK, 2011
8. Palm, D., Elander, M., Watson, D. A Nordic textile strategy: Part II: A proposal for increased collection, sorting, reuse and recycling of textiles. Nordic Council of Ministers. 2015. 272 lk.
9. Palm, D., Elander, M., Watson, D. Towards a Nordic textile strategy: Part I: Collection, sorting, reuse and recycling of textiles. Nordic Council of Ministers. 2014. 142 lk.
10. Wang, W. Recycling In Textiles. Woodhead Publishing Ltd. Cambridge, England. 225 lk.
11. Viikna, A. Kiuteadus. Tallinn: TTÜ Kirjastus, 2005. 184 lk.
12. [WWW] <http://cdn.intechopen.com/pdfs-wm/32561.pdf> (2.06.2015)
13. [WWW] <http://earthtechling.com/2013/05/reet-aus-offers-upcycled-clothing-for-the-masses/> (31.05.2015)
14. [WWW] <http://elenterprises.com/our-products/> (27.05.2015)
15. [WWW] [http://eprints.ttk.ee/154/1/looduslike\\_kiudude\\_jaotus\\_loomsed\\_kiud.html](http://eprints.ttk.ee/154/1/looduslike_kiudude_jaotus_loomsed_kiud.html) (27.05.2015)
16. [WWW] <http://livinggreenmag.com/2013/04/16/lifestyle-choices/choosing-health-organic-cotton-versus-conventional-cotton/> (20.04.2015)
17. [WWW] <http://pilipinasecofiber.com/> (27.05.2015)
18. [WWW] <http://sendeko.lv/et/bottom-menu/iz-chego-sdelan-matras/> (27.05.2015)

19. [WWW] <http://sonumitooja.ee/kik-toetab-mistra-autex-asi-plastikjaeetmete-taaskasutust/> (25.05.2015)
20. [WWW] [http://textilelearner.blogspot.com/2011/08/working-principle-of-carding-machine\\_8187.html](http://textilelearner.blogspot.com/2011/08/working-principle-of-carding-machine_8187.html) (3.06.2015)
21. [WWW] <http://ubpost.mongolnews.mn/wp-content/uploads/2013/04/cashmere-goats2.jpg> (20.04.2015)
22. [WWW] <http://www.bioneer.ee/eluviis/majandus/aid-4586/VANA-KULD%3A-Kas-tunned-tekstiilit%C3%B6%C3%B6stuse-m%C3%B5jusid-> (2.06.2015)
23. [WWW] <http://www.bioneer.ee/eluviis/tarbimine/aid-17552/Suviste-puuvillaste-riiete-tootmine-saastab-keskkonda> (2.06.2015)
24. [WWW] <http://www.bir.org/industry/textiles/> (2.06.2015)
25. [WWW] <http://www.delfi.ee/teemalehed/humana-second-hand-clothes> (16.05.2015)
26. [WWW] <http://www.easydaytrader.com/global-news/u-s-dollar-retains-strength/> (2.06.2015)
27. [WWW] <http://www.ecouterre.com/7-unexpected-ways-to-recycle-old-denim-jeans/bonded-logic-recycled-denim-insulation/> (2.06.2015)
28. [WWW] <http://www.ecouterre.com/textiles-4-textiles-to-debut-recycling-machine-that-sorts-fabrics-by-type-color/> (4.06.2015)
29. [WWW] <http://www.humanae.ee/organisatsioon/missioon-ja-ajalugu/> (16.05.2015)
30. [WWW] <http://www.humanae.ee/organisatsioon/sorteerimiskeskus/> (16.05.2015)
31. [WWW] <http://www.humanae.ee/riided-ringlusse/> (16.05.2015)
32. [WWW] <http://www.irish-genealogy-toolkit.com/flax-plant.html> (27.05.2015)
33. [WWW] <http://www.kirbuturg24.ee/> (27.05.2015)
34. [WWW] <http://www.lippel.com.br/en/recycling-shredders/textiles-chippers/shredder-for-recycling-textiles-ptp-200-x-1000.html#.VW93e8-qoSU> (4.06.2015)
35. [WWW] <http://www.mistra.ee/et/> (25.05.2015)
36. [WWW] <http://www.mwcanada.com/main/oekotex.html> (3.06.2015)
37. [WWW] <http://www.naturalfibres2009.org/en/fibres/sisal.html> (27.05.2015)
38. [WWW] <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/22161212> (3.06.2015)
39. [WWW] [http://www.oakdenhollins.co.uk/media/Closed%20Loop/Briefing\\_noteclosed\\_loop\\_clothing\\_recycling.pdf](http://www.oakdenhollins.co.uk/media/Closed%20Loop/Briefing_noteclosed_loop_clothing_recycling.pdf) (2.06.2015)
40. [WWW] <http://www.patagonia.com/us/patagonia.go?assetid=102265> (10.05.2015)

41. [WWW] <http://www.patagonia.com/us/patagonia.go?assetid=102266> (10.05.2015)
42. [WWW] <http://www.patagonia.com/us/patagonia.go?assetid=2791> (10.05.2015)
43. [WWW] <http://www.reetaus.com/tutvustus> (31.05.2015)
44. [WWW] <http://www.sakala.ajaleht.ee/2086938/tekstiilijaatmete-tootlemise-tehas-votab-joudsalt-tuure-ules> (16.05.2015)
45. [WWW] [http://www.smartasn.org/educators-kids/textile\\_recycling\\_fact\\_sheet.pdf](http://www.smartasn.org/educators-kids/textile_recycling_fact_sheet.pdf) (31.05.2015)
46. [WWW] <http://www.teijin.com/solutions/ecocircle/> (29.05.2015)
47. [WWW] [http://www.textile.ee/images/files/206\\_70.pdf](http://www.textile.ee/images/files/206_70.pdf) (2.06.2015)
48. [WWW] <http://www.toomtekstiil.ee/et/firmast/> (16.05.2015)
49. [WWW]  
<https://docs.google.com/a/artun.ee/file/d/0B5zWAWhayOJUbjlhM2EwUUtMWU0/edit?pli=1> (31.05.2015)
50. [WWW] <https://textilemachineryindia.wordpress.com/2015/01/11/blow-room-one-of-the-important-textile-processing/> (3.06.2015)
51. [WWW]  
<https://www.facebook.com/media/set/?set=a.1544645369086948.1073741833.1483586431859509&type=3> (16.05.2015)
52. [WWW] <https://www.flickr.com/photos/40295335@N00/5219408347> (27.05.2015)
53. [WWW] <https://www.pinterest.com/hollyhollyx/fashion-photography/> (31.05.2015)
54. [WWW] <https://www.prugi.ee/portal/wp-content/uploads/2014/04/Pohja-pst-17.jpg> (16.05.2015)
55. [WWW] <https://www.youtube.com/watch?v=DSZsQu0ZtVQ> (25.04.2015)
56. [WWW] <https://www.youtube.com/watch?v=zyF9MxlcItw> (25.04.2015)