

EKA
DiMa



**Stockholm
Environment
Institute**

Tekstiili ringlussevõtu tehnoloogiate uuring ja analüüs

**Harri Moora (PhD), Reet Aus (PhD), Ingrid Varov (MSc),
Maria Kristiin Peterson (MA), Piret Kuldna (MSc)**

2024

Projekti infoleht

Projekt:

„Tekstiili ringlussevõtu tehnoloogiate uuring ja analüüs“

Tellij:

Kliimaministerium



KLIIMAMINISTERIUM

Projekti läbiviijad:

Eesti Kunstiakadeemia ja Stockholmi Keskkonnainstituudi Tallinna Keskus

EKA

**Aruande kujundus:**

Stuudio Stuudio

Kaane fotode autor:

Maria Kristiin Peterson

Sisukord

Mõisted	5
Kokkuvõte	7
Sissejuhatus	12
1 Eesti rõiva- ja tekstiilivood ning nende käitlemine	14
1.1 Uute ja kasutatud rõivaste ning tekstiilide tarbimine	15
1.1.1 Uute rõivaste ja tekstiilide tarbimine	15
1.1.2 Kasutatud tekstiilide korduskasutamine ja tarbimine	18
1.2 Rõiva- ja tekstiilijäätmete teke	20
1.2.1 Tarbijajärgsete rõiva- ja tekstiilijäätmete kogused	20
1.2.2 Tekstiilitööstuses tekkivate tekstiilijäätmete kogused	21
1.3 Kasutatud tekstiilide käitlemine	23
1.3.1 Rõivaste ja tekstiilide korduskasutus	23
1.3.2 Tekstiilijäätmete käitlemine	28
1.3.3 Eestis müümata jäänud tekstiilid	35
1.4 Rõiva- ja tekstiilivoogude kokkuvõte	38
2 Tekstiilijäätmete teke ja käitlemine Euroopas	40
2.1 Tekstiilide tootmine ja tekstiilijäätme teke maailmas	41
2.2 Tekstiilijäätmete teke ja käitlemine Euroopas	43
2.3 Tekstiilijäätmete kogumise ja ringlussevõtu takistused	
Euroopa Liidus	46
2.3.1 Kogumisega seotud väljakutsed	46
2.3.2 Eeltöötusega seotud väljakutsed	47
2.3.3 Ringlussevõtuga seotud väljakutsed	48
2.4 Tekstiilijäätmete kogumise ja käitlemise õiguslik alus ning korraldus Euroopa Liidus	51
2.4.1 Euroopa Liidu strateegiline raamistik	51
2.4.2 Euroopa Liidu õiguslik raamistik	52
2.4.3 Euroopa Liidu laiendatud tootjavastutuse süsteem tekstiilidele	55
2.5 Tekstiilijäätmete ringlussevõtu võimekus Eesti lähiriikides	64
3 Kasutatud tekstiilide ja tekstiilijäätmete käitlemise võimekuse arendamine Eestis	69
3.1 Kasutatud tekstiilide käitlemise korraldus	71
3.2 Kasutatud tekstiilide kogumise arendamine	79
3.3 Tekstiilijäätmete ringlussevõtu võimekuse arendamine	84
3.3.1 Tekstiilijäätmete ringlussevõtu tehnoloogilised sammud	84
3.3.2 Tekstiilijäätmete eeltöötlus	86

3.3.3	Tekstiilijäätmete ringlussevõtt _____	95
3.3.4	Ringlussevõtu seisukohast perspektiivsed tekstiilijäätmed _____	111
3.3.5	Ettepanekud tekstiilijäätmete ringlussevõtu võimekuse arendamiseks Eestis _____	114
4	Ringse tekstiilivaldkonna ökoinnovatsiooni potentsiaal _____	133
4.1	Tekstiilisektori ökoinnovatsiooni hetketase _____	134
4.1.1	Tekstiilisektori arengud _____	134
4.1.2	Tekstiilisektori ökoinnovatsiooni eeldused ja potentsiaal _____	135
4.1.3	Ringsete ärimudelite ja tehnoloogiate näited _____	136
4.1.4	Ringse tekstiilisektori innovatsiooni perspektiivsed arengusuunad _____	138
4.1.5	Ringse tekstiilivaldkonna teadus- ja arendustegevus _____	140
4.2	Ettepanekud teadus- ja arendustegevuse ning ökoinnovatsiooni toetamiseks _____	149
Lisa 1.	Turule lastud rõivad ja tekstiilid arvatatuna ekspordi rahalise väärtuse põhjal saadud teisendusteguri kaudu _____	152
Lisa 2.	Tekstiilijäätmete käitlejate näited lähiriikidest _____	153
Lisa 3.	Helsingi piirkonna tekstiilijäätmete kogumissüsteemi näide _____	160
Lisa 4.	Nimekiri läbiviidud intervjuudest ja tehtud külastustest _____	162
	Kasutatud kirjandus _____	164

Mõisted

Jäätmete ringlussevõtt – jäätmete taaskasutamistoiming, mille käigus jäätmematerjalid töödeldakse toodeteks, materjalideks või aineteks kasutamiseks nende esialgsel või mõnel muul eesmärgil. See ei hõlma jäätmete energiakasutust ja töötlemist materjalideks, mida kasutatakse kütusena või uuesti tagasitäiteks.

Kasutatud tekstiilid – liigiti kogutud rõivad ja tekstiilid, mille lõppkasutaja või valdaja on ära andnud kas korduskasutuse kavatsusega või ära visanud jäätmetena.

Korduskasutuseks ettevalmistamine – taaskasutamistoiming, millega jäätmeteks muutunud tooteid kontrollitakse, puhastatakse või parandatakse ehk valmistatakse ette selliselt, et neid kasutatakse uuesti ilma mis tahes muu eeltötluseta.

Korduskasutusorganisatsioon – kas sotsiaalmajanduse üksusena või ärilisel eesmärgil tegutsev organisatsioon, kes käitleb (nt kogub, sordib), vahendab ja realiseerib korduskasutuseks sobivaid tekstiile.

Ladestamine – jäätmete, sh rõiva- ja tekstiilijäätmete kõrvaldamise toiming, milleks on nende ladestamine prügilasse.

Müümata tooted – hõlmavad ülejäätmeid, nõudlust mitteomavaid tooteid ja kvaliteediprobleemide tõttu tagasivõetud või rikutud kaupu (tekstiiltooteid).¹

Põletamine – käesolevas uuringus on nimetatud mõistet kasutatud jäätmete energiakasutuse kontekstis, mis on jäätmete taaskasutamistoiming, kus põletuskõlblikke jäätmeid (sh tekstiilijäätmeid) kasutatakse energia tootmiseks nende põletamisel eraldi või koos muude jäätmete või kütusega, kasutades ära tekkinud energiat.

Rõivaste ja tekstiilide korduskasutus – toiming, mille käigus rõivast või tekstiiltoodet kasutatakse pärast esmatarbimist eluringi jooksul mitu korda algselt mõeldud otstarbeks.

Sotsiaalmajanduse üksus – organisatsioon, kes olenemata oma õiguslikust vormist (sealhulgas sotsiaalsed ettevõtjad), või füüsiline isik, kes on oma peamiseks sotsiaalseks eesmärgiks seadnud mõõdetava positiivse sotsiaalse mõju (mille hulka võib kuuluda keskkonnamõju), mitte kasumi teenimise muudel eesmärkidel, ning kes pakub sotsiaalset kasu toovaid teenuseid või kaupu või kasutab kaupade valmistamisel või teenuste osutamisel meetodeid, mis hõlmavad sotsiaalseid eesmärke ning kes kasutab oma kasumit esmajoones oma peamise sotsiaalse eesmärgi saavutamiseks ning on kehtestanud eelnevalt kindlaks määratud korra

1 Roberts et al., 2023

ja reeglid tagamaks, et kasumi jaotamine ei takista peamise sotsiaalse eesmärgi saavutamist.

Taaskasutamine – mis tahes toiming, mille peamiseks tulemuseks on jäätmete kasutamine kasulikul otstarbel selliselt, et need asendavad teisi materjale, mida muidu oleks kasutatud selle funktsiooni täitmiseks.

Tagastatud toode – toode, mis on müüdud, kuid mille ostja on tagastanud müüjale oma tagastusõiguse alusel. Tagastatud toode võib olla kasutatav või kahjustatud.²

Tekstiili, tekstiiliga seotud toodete ja jalatsite tootja – füüsiline või juriidiline isik (nimetatud toodete tootja, importija või turustaja), kes laseb majandus- või kutsetegevuse korras esimest korda ELi liikmesriigi turule asjakohaseid tekstiiltooteid müügi või muul viisil turustamise eesmärgil oma nime või kaubamärgi all.

Tekstiilijäätmed – tekstiilid, mille lõppkasutaja või valdaja on visanud ära, kavatseb seda teha või on kohustatud seda tegema.

Tekstiilmaterjal – igasugune materjal, mis koosneb valdavalt tekstiilkiududest (tekstiilmaterjale kasutatakse peamiselt kolmes valdkonnas: moe- ja rõivatööstus, kodutekstiilid ja tehnilised tekstiilid)

Turule laskmine – majandus- või kutsetegevuse käigus toote esmakordne liikmesriigi turul tasuta või tasu eest kättesaadavaks tegemine.

Tootjavastutusorganisatsioon – mittetulunduslik tootjate ühendus, mille liikmed või osanikud on tootjad või tootjaid esindavad organisatsioonid ja mis on ellu kutsutud eesmärgiga täita tootjate huvides ja nimel tootjavastutusega seonduvaid kohustusi.

Kokkuvõte

See aruanne on koostatud uurimisprojekti „Tekstiili ringlussevõtu tehnoloogiate uuring ja analüüs“ raames, mille viisid Kliimaministeeriumi tellimusel läbi Eesti Kunstiakadeemia ja Stockholmi Keskkonnainstituudi Tallinna Keskus. Uurimistöö eesmärgiks oli saada ülevaade Eesti tekstiilivoogudest (sh turule lastud tekstiiltoodete ja kasutatud tekstiilide kogustest) ning kasutatud tekstiilide käitlusvõimekusest Eestis, pakkuda välja parimad lahendused ja tehnoloogiad tekstiilijäätmete käitlemiseks tulenevalt ringmajanduse strateegilistest eesmärkidest (sh laiendatud tootjavastutuse rakendamisest).

Järgnevalt on esitatud töö peamiste tulemuste kokkuvõte käsitletud uurimisvaldkondade kaupa.

Eesti rõiva- ja tekstiilvood

Uuringu tulemuste põhjal võib välja tuua, et Eestis tarbitakse ligikaudu 16 200 tonni uusi rõivaid ja kodutekstiile aastas, mis teeb ühe elaniku kohta 12,2 kg aastas. Turule lastud uute rõivaste ja kodutekstiilide kogus on viimastel aastatel püsinud samas suurusjärgus. Peale selle tarbitakse Eestis hinnanguliselt 4100 tonni kasutatud rõivaid ja kodutekstiile ehk 3,1 kg ühe elaniku kohta aastas. Seega tarbiti Eestis 2022. aasta andmete põhjal uusi ja kasutatud rõivaid ja kodutekstiile ligikaudu 20 300 tonni ehk 15,2 kg elaniku kohta aastas. Siinjuures tuleb silmas pidada, et tegelik uute rõivaste ja kodutekstiilide tarbimise kogus on suurem (hinnanguliselt 10–20%), kuna käesolev arvestus ei sisalda eraisikute oste välisriikide e-kaubandusest ja välismaalt.

Uuringu tulemused näitavad, et Eestis koguti 2022. aasta seisuga kasutatud rõivastest ja tekstiilidest liigiti kokku ligikaudu 39% (arvestatuna turule lastud uute rõivaste ja tekstiilide kogusest). Sellest suurema osa moodustasid korduskasutusse suunatud rõivad ja tekstiilid – 79%, tarbijajärgsete rõiva- ja tekstiilijäätmetena koguti liigiti kokku ligikaudu 21%.

2022. aastal tekkis ligikaudu 18 103 tonni tarbijajärgseid rõiva- ja tekstiilijäätmeid. See kogus sisaldab nii liigiti kogutud rõiva- ja tekstiilijäätmeid (koodid 20 01 10 ja 20 01 11) kui ka segaolmejäätmetes sisalduvaid rõiva- ja tekstiilijäätmeid. Lisaks koguti tekstiilitööstusettevõtetes 1738 tonni tekstiilijäätmeid (nn tarbimiseelseid jäätmeid).

Kasutatud tekstiilide korduskasutus

Eestis tegutseb rõivaste ja kodutekstiilide korduskasutuse valdkonnas (kogumine, sortimine ja realiseerimine – müük ja annetamine) mitmeid suuremaid ja väiksemaid organisatsioone. Paljud neist on niinimetatud sotsiaalmajanduse üksused/organisatsioonid, kes tegutsevad kasumit mittetaotlevate heategevuslike mittetulundusühingute või sotsiaalsete ettevõtetenä, kuid on ka äriettevõtteid. Korduskasutusse suunatud

kasutatud rõivaste koguste suurenemine viimastel aastatel näitab korduskasutussektori head ja efektiivset toimimist. Selle tulemusel on muutunud tekstiilide korduskasutamine ka inimeste seas üha populaarsemaks.

Kasutatud rõivaste ja kodutekstiilide liigiti kogumine toimub kas korduskasutusorganisatsioonide oma kogumisvõrgustiku kaudu või koostöös kohalike omavalitsustega, eelkõige omavalitsuste konteinerpargi või jäätmejaamade kaudu. Uuringu tulemused näitavad, et omavalitsused on kasutatud rõivaste ja tekstiilide liigiti kogumise korraldamises teinud viimastel aastatel edusamme. Elanikkond on korduskasutatavate rõivaste kogumise võimalused üldiselt hästi vastu võtnud ja konteinerivõrgustikuga kogutavate rõivaste maht on pidevalt kasvanud. Samas on Eestis terve rida piirkondi, kus puudub kasutuskõlblike tekstiilide kogumise võimalus. Avalike konteinerite kogumisvõrgustiku laienemist takistab asjaolu, et suurematest keskustest eemal asuvates ja väiksemates omavalitsustes ei ole korduskasutusorganisatsioonidel suure transpordikulu tõttu huvi kasutatud rõivaid ja tekstiile kokku koguda.

Kasutatud rõivaste ja tekstiilide kogujad tõid välja, et üha suuremate kogumismahtude kõrval on langenud kogutud rõivaste kvaliteet. Selle põhjuseks võib olla laialt leviv raiskava iseloomuga kiirmoe ärimudel, mis keskendub kiiresti ja odavalt, aga tihti madala kvaliteediga moekaupade tootmisele ja turule toomisele, kuid ka uute ärimudelite turule tulek, mis aitavad inimestel kõrgema kvaliteediga rõivaid ja tekstiile ise maha müüa ja sellest tulu teenida. Lisaks tõid korduskasutusorganisatsioonid välja tõsiasja, et koos kasutuskõlblike rõivaste ja tekstiilidega on inimestel üha enam kombeks ära anda ka korduskasutuseks mittesobivaid rõivaid ning muid mittetekstiiliseid jäätmeid. Üha suurenev kasutuskõlbmatute tekstiilide osakaal tekitab korduskasutusorganisatsioonidele suuri lisakulusid, kuna üha suuremal määral tuleb katta tekstiilijäätmete käitlemise kulu.

Tekstiilijäätmete käitlemine ja võimekuse arendamine

Uuringu tulemuste kohaselt puudub Eestis hetkel võimekus ringlusse võtta tarbijajärgseid rõiva- ja tekstiilijäätmeid. Enamik ringlussevõtu lahendusi on suunatud tekstiilitööstuse jääkidele. Tekstiilijäätmete ringlussevõtu süsteemi loomine vajab terviklikku finantseerimist, mistõttu on Euroopa Liidu tasandil kokku lepitud, et tekstiiltoodetele kehtestatakse laiendatud tootjavastutussüsteem. See tähendab, et tekstiilitootjad, importijad ja muud tekstiiltoodete turule laskjad peavad vastutama oma kaupade kogu elutsükli, sealhulgas jäätmekäitluse etapi eest.

Seetõttu on Eestis oluline luua tekstiilijäätmete sortimis- ja eeltöötlemisvõimekus. Kuna Eesti tekstiilisektoris on olemas oskused, pädevused ja huvi tootearenduseks, siis on soovitatav toetada kohapealse mehaanilise ringlussevõtu võimekuse teket.

Eestis on juba olemas teatud võimekus võtta ringlusse tekstiilitööstuses tekkivaid jääke. Peale selle on Eestis varasemast ajast olemas tekstiilide tootmise, käitlemise ja disaini oskused ning tegutsevad ettevõtted, mille pinnalt arendada tekstiilijäätmete (sh tarbijajärgsete tekstiilijäätmete) mehaanilist ringlussevõttu. Seetõttu on peale kogumise ja

sortimise mõistlik Eestis edendada teatud mahus ka tekstiilijäätmete ringlussevõttu (nt mittekootud ehk lausmaterjali, aga ka lõnga ja kootud tekstiiltoodete tootmist).

Eestis on potentsiaali ka suuremahulise tekstiilijäätmete ringlussevõtu arendamiseks, nt pürolüüs jm, aga samas on siin terve rida riske. Seega tuleks tekstiilijäätmete ringlussevõttu lahendada terviklikult ja võtta arvesse käitluslahenduste koosmõju ning vältida negatiivset mõju. Seetõttu on oluline, et laiendatud tootjavastutussüsteemi loomine toimuks võimalikult kiiresti ja n-ö tootjate eestvedamisel. Oluline on vältida varasemalt rakendatud tootjavastutussüsteemiga seotud probleeme.

Tekstiilijäätmete käitlemine

Kui kasutatud rõivaste ja tekstiilide korduskasutuse eesmärgil toimuv kogumine on Eestis suurenenud, siis rõiva- ja tekstiilijäätmete liigiti kogumine on viimastel aastatel pigem vähenenud. Tekstiilijäätmete käitlemise, sh liigiti kogumise ja ringlussevõtu peamiseks takistuseks on asjaolu, et siiani puudub Eestis ja Euroopas laiemalt nende jäätmete, eriti tarbijajärgsete tekstiilijäätmete suuremas mahus ringlussevõtu võimekus. Nii liiguvad liigiti kogutud rõiva- ja tekstiilijäätmed Eestis ikkagi kas prügilasse või muude jäätmekoodide all (eelkõige sortimisjäägina või prügikütusena) põletusse. Samuti pole rakendunud ei laiendatud tootjavastutusel ega ka muul viisil toimivat rõiva- ja tekstiilijäätmete käitlemise finantseerimisskeemi. Seega puudub süsteemi osalistel (sh omavalitustel) motivatsioon ja ka finantsiline võimekus laiendada rõiva- ja tekstiilijäätmete kogumissüsteemi.

Kasutatud tekstiilide käitlemise korraldus

Kasutatud tekstiilide käitlemise korralduslikust seisukohast mängib olulist rolli laiendatud tootjavastutussüsteemi nõude rakendamine tekstiiltoodetele (tekstiil- ja tekstiiliga seotud toodetele ja jalatsitele, mis on omadustelt ja koostiselt mõeldud kasutamiseks kodumajapidamistes või sarnastes kasutuskohades). Tegemist on reguleeriva mehhanismiga, mille peamine eesmärk on panna tootjad (ettevõtted, kes oma majandustegevuses lasevad esimest korda ELi liikmesriigi turule asjakohaseid tekstiiltooteid) vastutama tekstiiltoodete kogu olelusringi eest, mis kätkeb ka kasutatud tekstiilide nõuetekohast käitlemist, sealhulgas peavad tootjad rahastama tootjavastutuse alla kuuluvate tekstiiltoodete kogumist, korduskasutust ja taaskasutamist, sh ringlussevõttu, ja kõrvaldamist vastavalt õigusaktides toodud nõuetele ja sihtmääradele. Laiendatud tootjavastutuse rakendamine peaks pakkuma nii korralduslikku raamistikku kui ka vajalikku finantseerimist, et tagada Eestis tekkivate kasutatud tekstiilide liigiti kogumine ning nende korduskasutamine ja ringlussevõtt vastavalt sätestatavatele sihtmääradele.

Tekstiiltoodete tootjavastutuse korraldusliku mudeli aluste ja asjakohase õigusliku raamistiku väljatöötamisel tuleks analüüsida põhjalikult praegu Eestis toimiva tootjavastutussüsteemi kitsaskohti, et vältida neid tekstiiltoodete tootjavastutuse kujundamisel ja rakendamisel.

Tekstiilijäätmete käitlemise võimekuse arendamine

Võrreldes mitme teise varem tootjavastutuse alla pandud tootega, tuleb tekstiilijäätmete puhul oluliselt suuremal määral arendada käitlusvõimekust, sest käitlusvõimekust ja vastavaid (eelkõige tekstiilijäätmete sortimise ja ringlussevõtu) lahendusi seni lihtsalt ei ole või on neid eba piisavalt. See kõik nõuab süsteemi rakendamisel suuri investeeringuid. Ringse tekstiilisüsteemi (sh tekstiilijäätmete ringlussevõtu) võimekuse arendamisel on Eestis soovitatav järgida kasutatud tekstiilide käitlusüsteemi samm-sammulist arendamist, mis tugineb vajadusele rajada Eestisse esmalahendusena minimaalne tekstiilijäätmete eeltötluse (sortimise ja ringlussevõtuks vajaliku eeltötluse) võimekus ning lisaks järgnevate sammudena väiksemamahuline mehaanilise ringlussevõtu võimekus (toetudes täna olemasolevatele pädevustele ja arendustele), mis võimaldab eeltöödeldud tekstiilijäätmeid vähemalt osaliselt Eestis ringlusse võtta. Selline lähenemine lubab arendada tekstiilijäätmete käitlusvõimekust majanduslikult paindlikult, toetudes peale Eesti ringlussevõtu võimekuse arendamise ka teiste riikide tekstiilijäätmete käitlusvõimekusele ning turunõudluse tekkele.

Eestis on teatud perspektiivid ka suuremahulise ringlussevõtu käitlusvõimekuse loomiseks. Eelkõige võiks siin vaadelda kahte võimalikku arendust – tekstiilijäätmete mehaaniline ringlussevõtt ehitusmaterjalide tootmiseks ja tekstiilijäätmete keemiline ringlussevõtt pürolüüstechnoloogiaga mõne Eestis sellist tehnoloogiat omava või arendava ettevõtte poolt. Selliste käitlusalternatiivide lisandumisel võib tekstiilijäätmete ringlussevõtu võimekus ületada Eestis tekkivate tekstiilijäätmete kogust. Tekstiilijäätmete tervikliku käitlussüsteemi arendamine eeldab riigipoolset eestvedamist ja ka rahalist toetust. Samas kätkevad erinevad (eelkõige suuremahulised) arendused teatud riske ja mõju tekstiilijäätmete tervikliku käitlusvõimekuse arendamise seisukohast, mida oleks soovitatav nii riigil kui ka teistel seotud osalistel arvesse võtta. Seetõttu tuleks hästi kaaluda, millistesse lahendustesse Eestis investeerida ning siin tuleks hoiduda paralleelsete ja konkureerivate arenduste/käitlusahelate loomisest.

Ringse tekstiilivaldkonna ökoinnovatsiooni ning teadus ja arendustegevuse potentsiaal

Kuigi suur osa varasemast rõiva- ja tekstiilitööstusest on tänaseks kadunud, on Eestis siiski säilinud tekstiilide tootmisega seotud oskused ja teadmised, mis on vajalikud uuenduslike lahenduste, sh ringse tekstiilisüsteemi väljatöötamiseks ja rakendamiseks. Eestis on veel olemas nii tekstiilmaterjalide ja rõivaste tehnoloogilise arenduse pädevus kui ka moe- ja tekstiilidisaini oskused, mis moodustavad ainulaadse potentsiaali ringsete tekstiilidega seotud väljakutsetele lahenduste pakkumisteks (sh tekstiilijäätmete ringlussevõtuks ja ringsete lahenduste väljatöötamiseks). Samuti toetab ringsete lahenduste väljatöötamist kohalike ülikoolide kõrge tase ja nende huvi kaasa rääkida valdkonna arengus ning edendada ettevõtetega koostöös rakendusteadust.

Ökoinnovatsiooni ja ka majandusliku jätkusuutlikkuse seisukohast on selles valdkonnas tegutsevatele ettevõtetele oluline liikuda väärtusahelas ülespoole, suurema lisandväärtusega ja uudsete toodete tootmise suunas. Võimalused on siin nii olemasolevatele tekstiiliettevõtetele kui ka n-ö iduettevõtetele, kes tegelevad eriti uudsete (ringsete) lahenduste ja toodete arendamisega.

Uuringu tulemused näitavad samas, et Eesti tekstiilisektori ökoinnovatsiooni edendamine seisab silmitsi mitmete raskuste ja takistustega, mis pärsivad sektori arengut ja uute ringdisaini lahenduste rakendamist. Peamiste takistustena võib välja tuua teadus- ja arendustegevuse piiratud rahastuse, ringsete tekstiilide teadus- ja arendusprogrammi (mis on mitmetes edumeelsemates riikides loodud) puudumise Eestis, teadusasutuste ja ettevõtete vahelise nõrga koostöö, teadmiste ja oskuste nappuse ning ka asjakohase teabe ja andmete puudumise.

Tuginedes Eesti tekstiilisektori ökoinnovatsiooni potentsiaalile ja perspektiivsetele suundadele ning teadus- ja arendustegevuse väljakutsetele ja takistustele, tuleks ringse tekstiilisüsteemi arendamiseks luua riiklik teadus- ja arendusprogramm, mis tooks kokku asjakohased ettevõtted, teadusasutused ja teised osalised ning eri oskused ja ressursid, et arendada ja ette valmistada ringse tekstiilisüsteemi rakendamise terviklikke lahendusi. Selline programm aitaks edendada nii ettevõtete omavahelist koostööd kui ka koostööd teadus- ja arendusasutustega. Programmi raames on võimalik välja töötada ja valida Eesti jaoks prioriteetsed arendussuunad, lahendused ja investeeringud ning paika panna süsteemi osaliste rollid, sh kaasa aidata tootjavastutuse rakendamisele. Programmi raames on võimalik välja töötada ka vajalike tugitegevuste (nõustamine, haridus) alused. Samuti on oluline teadus- ja arendustegevuse toetamine pikaajalise riikliku rahastuse kaudu, kuna uute ringmajanduse tehnoloogiate ja toodete väljatöötamine ja testimine nõuab rahalist tuge.

Sissejuhatus

Euroopas on tekstiilitootmine ja -tarbimine toidu, eluaseme ja liikuvuse järel neljas valdkond, mille mõju keskkonnale, sealhulgas kliimale on väga suur. Viimastel aastatel on Euroopa Liidu (EL) ja ka Eesti tekstiilisektor ning sellega seotud osalised seisnud silmitsi arvukate väljakutsetega, sealhulgas vajadusega leevendada keskkonnaprobleeme ja rakendada kestlikke praktikaid. Sektori lineaarne majandusmudel, mida iseloomustab suur ressursitarbimine, toodete lühike kasutusiga ja kasutatud tekstiilide madal ringlussevõtu määr, on sattunud kriitilise tähelepanu alla. Samuti on kasvanud inimeste teadlikkus tekstiilisektori sotsiaalsetest ja keskkonnaalastest mõjudest, mis rõhutab ringmajandusele ülemineku tähtsust.

Nii on ELi tasandil saadud aru, et ilma ringse tekstiilisüsteemita on kliimaneutraalsuse ja ka üldisemate keskkonnanäesmärkide saavutamine raske. Regulaatiivsete muudatuste ja täiendustega on hakatud kehtestama rangemaid nõudeid tekstiiltoodete kestlikkusele, kasutatud tekstiilide (sh tekstiiljäätmete) ekspordile, korduskasutamisele ja ringlussevõtule, mis hakkavad olulisel määral mõjutama tekstiilisektori osalisi. ELi jäätmete raamdirektiivi (2008/98/EÜ) kohaselt rakendub alates 2025. aastast kõikidele liikmesriikidele tekstiiljäätmete liigiti kogumise nõue. Lisaks on oodata uusi jäätmekäitlusalaseid õigusakte, mis toovad tekstiilisektoris lähiaastatel kaasa olulisi ümberkorraldusi. Üheks peamiseks täienduseks on tekstiiltoodetele laiendatud tootjavastutuse rakendamine, mille eesmärk on suurendada tekstiiljäätmete ringlussevõtu määra ja motiveerida tootjaid liikuma vastutustundlikuma tootmise poole.

Ka Eestis seisab tekstiilide tootmise ja tarbimise ning kasutatud tekstiilide käitlussüsteem silmitsi suurte muudatustega. Kuigi tööstuslikke tekstiiljäätmekogumiseid teatud määral töödeldakse ja võetakse ringlusse, on tarbijajärgsete tekstiiljäätmekogumise käitlemine Eestis endiselt ebapiisav. Puuduvad laiaulatuslikud ja tõhusad liigiti kogumise ja ringlussevõtu lahendused, mistõttu liiguvad suured tekstiiljäätmekogused prügilasse või põletusse. Selleks, et tekstiiljäätmekogumise ringlussevõtt muutuks Eestis laiemalt tõhusaks, on vaja strateegilist lähenemist, mis hõlmab terviklikku finantseerimist, õiguslikke regulatsioone, teadus- ja arendustegevust ning teadlikkuse suurendamist nii tootjate kui ka tarbijate seas.

See aruanne on koostatud uurimisprojekti „Tekstiili ringlussevõtu tehnoloogiate uuring ja analüüs“ raames, mille viisid Kliimaministeriumi tellimusel läbi Eesti Kunstiakadeemia ja Stockholmi Keskkonnainstituudi Tallinna Keskus 2023. aasta sügisest kuni 2024. aasta sügiseni. Uurimistö eesmärgiks oli saada ülevaade Eesti tekstiilivoogudest (sh turule

lastud tekstiiltoodete ja kasutatud tekstiilide kogustest) ning kasutatud tekstiilide käitlusvõimekusest Eestis, pakkuda välja parimad lahendused ja tehnoloogiad tekstiilijäätmete käitlemiseks tulenevalt ringmajanduse strateegilistest eesmärkidest (sh laiendatud tootjavastutuse rakendamisest).

Tulenevalt uurimistöö lähteülesandest on aruanne jaotatud nelja põhiossa.

- **Esimene peatükk** annab ülevaate Eesti tekstiilivoogudest, keskendudes nii uute kui ka kasutatud rõivaste ja kodutekstiilide tarbimisele ning tekkivate kasutatud tekstiilide kogusele. Peatükis käsitletakse ka kasutatud tekstiilide kogumise, korduskasutuse ja ringlussevõtu hetkeolukorda ja takistusi.
- **Teises peatükis** keskendutakse tekstiilijäätmete tekkele ja käitlemisele maailmas ja Euroopas. Eraldi pööratakse tähelepanu tekstiilijäätmete kogumise, eeltötluse ja ringlussevõtuga seotud takistustele Euroopas. Samuti antakse ülevaade Euroopa Liidu õiguslikust ja strateegilisest raamistikust, sealhulgas laiendatud tootjavastutuse süsteemist tekstiiltoodetele. Peatüki lõpuosas tutvustatakse Eesti lähiriikide peamisi tekstiilijäätmete eeltötluse ja ringlussevõtu käitisi ning nende käitlusvõimekust.
- **Kolmas peatükk** võtab kokku kasutatud tekstiilide, sh tekstiilijäätmete käitlussüsteemi võimaliku korralduse ning selliste tekstiilide kogumise ja ringlussevõtu lahendused ja tehnoloogiad ning perspektiivid ringse tekstiilisüsteemi arendamise valguses Eestis. Peatükis pakutakse välja võimalikud alternatiivid kasutatud tekstiilide kogumise ja käitlemise korraldamiseks ning tekstiilijäätmete käitlustehnoloogiate rakendamiseks. Enam tähelepanu pööratakse tootjavastutusega tekstiiltoodetest tekkivate tarbijajärgsete tekstiilijäätmete (rõivad ja kodutekstiilid) käitlemise lahendustele.
- **Neljandas peatükis** analüüsitakse Eesti tekstiilisektori ökoinnovatsiooni ja edasisi arenguvõimalusi ning hinnatakse teadus- ja arendustegevuse võimekust ning väljakutseid ringse tekstiilisüsteemi kujundamisel. Analüüsi põhjal tehakse ettepanekud, kuidas riik saaks toetada valdkonna kasvu ja ökoinnovatsiooni, soodustada ringsete ettevõtete ja ärimudelite arengut ning edendada valdkonna teadus- ja arendustegevust.

Iga peatüki alguses on toodud käsitletava teemavaldkonna täpsem ulatus ja analüüsi meetodika. Aruande lisades on esitatud turule lastud rõivaste ja tekstiilide kogused arvutatuna ekspordi rahalise väärtuse põhjal (lisa 1), tekstiilijäätmete käitluslahenduste näited lähiriikidest (lisad 2 ja 3) ning intervjuueritute ja külastatud ettevõtete ning organisatsioonide nimekiri (lisa 4).

Uurimistöö viidi läbi koostöös paljude partneritega avalikust, era- ja mittetulundussektorist. Siinjuures soovime tänada kõiki, kes panustasid uuringu valmimisse.

1 Eesti rõiva- ja tekstiilivood ning nende käitlemine

Ülevaade rõiva- ja tekstiilivoogudest (sh uute ja kasutatud tekstiilide tarbimisest ning tekkinud kasutatud tekstiilidest ja tekstiilijäätmetest) on aluseks ringse tekstiilisüsteemi arendamisel ning võimalike käitluslahenduste planeerimisel. Selles peatükis antakse ülevaade Eesti turule lastud uute ja kasutatud rõivaste ja kodutekstiilide kogustest (ptk 1.1) ning seejärel rõiva- ja tekstiilijäätmete tekkekogustest (ptk 1.2). Lisaks tehakse kokkuvõtte nii kasutatud tekstiilide korduskasutamise kui ka tekstiilijäätmete kogumise ja käitlemise hetkeolukorrast Eestis (ptk 1.3). Peatüki lõpus on esitatud Eesti rõiva- ja tekstiilivoogude kokkuvõtte (ptk 1.4), mis tugineb eelnevalt esitatud analüüsitulemustele.

Tekstiilivooge ja -koguseid, sealhulgas tekstiilijäätmete teket, on võimalik hinnata materjalivoo sisend-väljund meetodilise lähenemisega. Sisendi ehk Eesti turule lastud tekstiilide koguseid saab hinnata tootmis- ja kaubandusstatistika andmete põhjal, mille alusel on võimalik kategoriseerida tekstiilivood ja -tooted. Väljundi ehk tekstiilijäätmete tekkekoguseid saab hinnata riikliku jäätmearuandluse infosüsteemi andmete ja jäätmeanalüüside tulemuste põhjal. Kaudselt markeerib turule lastud rõiva- ja tekstiiltoodete kogus ka nende tarbimist ja tekstiilijäätmete tekkekogust. Seetõttu tuleks nii turule lastud rõiva- ja tekstiiltoodete koguseid (sisend) kui ka jäätmearuandluse põhjal saadud jäätmekoguseid (väljund) analüüsida paralleelselt. Täpsem tekstiilivoogude hindamise ning ka kasutatud tekstiilide korduskasutuse ja jäätmetena käitlemise ülevaate koostamise meetodikate kirjeldus on esitatud alljärgnevate alapeatükkide alguses.

1.1 Uute ja kasutatud rõivaste ning tekstiilide tarbimine

1.1.1 Uute rõivaste ja tekstiilide tarbimine

Eesti turule lastud uute ja kasutatud rõivaste ning kodutekstiilide koguse hindamisel lähtuti varasemates sarnases uuringutes kasutatud metoodilistest lähenemistest (Martin et al., 2020; Nordic Council of Ministers, 2020) ning kasutati uuringu „Eestis tekkivate tekstiilijäätmete ringlussevõtu ja tootearenduste lahendused“ (Eesti Kunstiakadeemia et al., 2023) käigus välja töötatud rõivaste ja kodutekstiilide koguse arvutamise ja kategoriseerimise mudelit.

Turule lastud uute rõivaste ja kodutekstiilide koguseid saab üldplaanis hinnata järgmise valemi põhjal:

$$\boxed{\text{Turule lastud uued rõivad ja tekstiilid}} = \boxed{\text{Kohalik toodang}} + \boxed{\text{Import}} - \boxed{\text{Eksport}}$$

Eestis toodetud rõivaste ja tekstiilide massi hindamiseks saadi algandmed statistika andmebaasist T066: Tööstustoodang³: müüdud toodang koguselisena (enamasti tükki või paari, kodutekstiilid ka tonni või ruutmeetrit) ja maksumusena (eurot).

Eesti tööstustoodangu jaotuse aluseks on kaupade klassifikaator – tööstustoodete loetelu (TTL), mis põhineb rahvusvahelisel klassifikaatoril PRODCOM List⁴. Turule lastud rõivaste ja tekstiilide edasiseks kategoriseerimiseks konverteeriti TTL koodid kombineeritud nomenklatuuri (KN) koodideks⁵ Statistikaametist saadud teisendustabeli põhjal.⁶

Turule lastud uute rõivastena on arvestatud kaupu KN koodidega 61 ja 62 ning tekstiiltoodetena valikut kaupadest, millel on kood 63. Viimaste alla kuuluvad kodutekstiilid (kodumajapidamistes kasutatavad tekstiilid ja sarnased tekstiiltooted, mida kasutatakse avalikus ja erasektoris). Põrandakattematerjale (nt vaibad), mööblikatteid, patju ja jalanõusid ei ole selles metoodilises lähenemises arvesse võetud. Kokku oli analüüsitavaid rõiva- ja tekstiiltoodete kategooriaid 38, mille 2-kohalised KN koodid on 61, 62 ja 63.

3 https://andmed.stat.ee/et/stat/majandus__toostus/T066

4 <https://ec.europa.eu/eurostat/web/prodcom/overview>

5 <https://klassifikaatorid.stat.ee/item/stat.ee/c36c617b-a076-42d9-9c25-2d8c896473c7>

6 Kuna TTL kood 14193200023 on jagatud kahe KN koodi vahel (6113 ja 6210), siis on tootekategooriate 6113 ja 6210 koguste teada saamiseks arvatud esmalt väliskaubandusstatistika andmebaasi põhjal nende tootekategooriate ekspordi maksumuse omavaheline suhe, mida on kasutatud toodangu koguse jagamiseks koodide 6113 ja 6210 vahel.

Rõivaste ja tekstiiltoodete koguse (tükkidena või paaridena) teiseksdamiseks kilogrammideks kasutati tegureid, mis on toodud Euroopa Teadusuuringute Ühiskeskuse aruande lisa 2 (Huygens et al., 2023). Kui koguse ühik oli tuhat tükki või paari, siis korrutati teisendustegur tuhandega. Teiseksdamise tulemusena saadi Eestis toodetud rõivaste ja tekstiilide mass kilogrammides tootekategooriate kaupa.

Eestisse imporditud ja Eestist eksporditud rõivaste ja tekstiilide massiandmed (kg) saadi KN koodide põhiseil väliskaubandusstatistika andmebaasist VKK30,⁷ mis sisaldab ettevõtete poolt Eestisse toodud ja Eestist välja veetud kaupa.

Kasutades ülaltoodud turule lastud uute rõivaste ja tekstiilide valemit, arvutati kohaliku toodangu, impordi ja ekspordi andmete põhjal kogu Eestis turule lastud uute rõivaste ja tekstiilide mass tonnides 38 tootekategoorias. Edasise analüüsi vajadusi arvestades liideti sisult sarnased väiksemad tootekategooriad, mille tulemusena saadi 15 koondkategoriat.

Võrdlevalt arvutati rõivaste ja tekstiilide mass välja ka ekspordi rahalise väärtuse põhjal, mille tulemused on esitatud lisa 1. Selle meetodi jaoks võeti väliskaubandusstatistika andmebaasist VKK30 38 tootekategooria 2020.–2022. aasta ekspordi andmed kauba netomasina (kg) ja väärtusena (€). Teiseksdamistegurite saamiseks jagati iga tootekategooria ekspordi rahaline väärtus aastas massiga kilogrammides. Saadud teguritega teisendati tööstustoodangu andmebaasist TO66 välja võetud Eestis toodetud rõivaste ja tekstiilide rahaline väärtus (€) toodangu massiks (kg) tootekategooriate kaupa.

Kuna mõlema meetodiga saadud tulemustes suuri erinevusi ei esinenud, siis kasutati käesolevas uuringus rahvusvahelise võrreldavuse eesmärgil Euroopa Teadusuuringute Ühiskeskuse teisendustegurite alusel saadud tulemusi.

Eespool kirjeldatud metoodilise lähenemise alusel läbiviidud analüüs näitas, et 2022. aastal lasti Eesti turule kokku **16 184 tonni rõivaid ja kodutekstiile** (vastavalt 11 068 tonni rõivaid ja 5116 tonni kodutekstiile) (vt Tabel 1). Uute rõivaste ja tekstiiltoodete tarbimine on viimase kolme aasta jooksul püsinud suhteliselt stabiilsena keskmiselt 15,7 tuhande tonni ümber, mis teeb ligikaudu **12 kg rõivaid ja tekstiiltooteid Eesti elaniku kohta aastas**.

Koguseleil on turule lastud rõivaid kõige enam tootekategooriates „ülikonnad, bleiserid, püksid, lühikesed püksid, kleidid ja seelikud“ (2022. aastal 3286 tonni) ja „üleriided“ (2022. aastal 1221 tonni). Suhteliselt suure koguse moodustavad ka kodutekstiilid, sealhulgas jõuab turule tekke ja reisivaipu üle 2000 tonni aastas.

Tuleb arvestada, et siin välja toodud tolli- ja kaubandusstatistika andmetel põhinevad kogused ei peegelda kõiki Eesti turule lastud rõivaid ja tekstiiltooteid. Selles arvestuses ei kajastu eraisikute välismaalt ostetud rõivad ja tekstiilid ning ostud välismaistest e-poodidest. Samas on just

7 https://andmed.stat.ee/et/statsql/majandus__valiskaubandus__kaupade_vk/VKK30

e-kaubanduse kaudu Eesti turule jõudvate rõivaste ja kodutekstiilide kogused hüppeliselt kasvanud viimastel aastatel.⁸

Sellele viitab ka rõiva- ja tekstiilijäätmete suurem tekkekogus (vt ptk 1.2.1), et tegelikult tarbitud uute rõivaste ja tekstiilide kogus on mõnevõrra suurem.

Tabel 1. Uute rõivaste ja tekstiilide turule toomine Eestis (t), 2020–2022

Tootekategooria	2020	2021	2022
1. Üleriided	1 644	1 728	1 221
2. Ülikonnad, bleiserid, püksid, lühikesed püksid, kleidid ja seelikud	2 643	2 659	3 286
3. Särgid, pluusid, topid	241	213	271
4. Aluspesu, hommikumantlid ja ööriided	436	631	685
5. T-särgid ja särgikud	967	837	824
6. Kampsunid ja kardiganid	755	770	909
7. Beebiriided	237	266	303
8. Spordi- ja ujumisriided	457	544	798
9. Plastiga kaetud / immutatud rõivad	14	22	23
10. Sukkpüksid, retuusid, sukad, sokid jm sukktooted	527	558	607
11. Taskurätikud, lipsud, sallid, kindad, muu	1 159	1 440	1 765
12. Mittekootud rõivad	497	404	374
Rõivad kokku	9 580	10 071	11 068
13. Tekid ja reisivaibad	2 030	2 365	2 231
14. Voodipesu, laudlinad, rätikud ja lapid	1 501	1 438	1 498
15. Kardinad, eesriided jm sisustuselemendid	2 170	1 693	1 387
Kodutekstiilid kokku	5 701	5 496	5 116
RÕIVAD JA TEKSTIILID KOKKU	15 280	15 567	16 184

1.1.2 Kasutatud tekstiilide korduskasutamine ja tarbimine

Eesti turule lastud (müüdud ja annetatud) kasutatud rõivaste ja kodutekstiilide koguste hindamine tugineb Eesti suuremate korduskasutusorganisatsioonide (kasutatud rõivaid ja tekstiile korduskasutuse eesmärgil koguvad ja realiseerivad organisatsioonid) andmetele. Selleks viidi uuringu raames läbi valitud korduskasutusorganisatsioonide küsitlus

8 Näiteks 2023. aasta seisuga ostis üle 40% Eesti e-ostlejatest rõivaid ja aksessuaare piiriülestest veebipoodidest (kuid rõivaid ka tagastatakse e-kaubanduses kõige enam – 30%). <https://www.statista.com/topics/11330/e-commerce-in-estonia/#topicOverview>

ja intervjuud. Esmalt koguti andmeid veebiküsitlusega, mis saadeti 30 korduskasutusorganisatsioonile. Küsitluses uuriti organisatsiooni poolt kokku kogutud, imporditud ja eksporditud ning Eesti turule lastud kasutatud rõivaste ja tekstiilide koguseid 2020.–2022. aastal. Kokku saadi vastused kuult Eestis tegutsevalt korduskasutusorganisatsioonilt.⁹ Sama meetodilise lähenemisega on hinnatud rõivaste ja kodutekstiilide korduskasutuse määra ka varasemates uuringutes (Martin et al., 2020; Nordic Council of Ministers, 2020). Lisaks andsid läbi viidud intervjuud kvalitatiivset täiendust, pakkudes sügavamat arusaama korduskasutuse protsessidest ja väljakutsetest, mis täiendas seeläbi küsitlusest saadud kvantitatiivseid andmeid.

Uuringu tulemustele tuginedes võib öelda, et Eestis koguti korduskasutuse eesmärgil 2022. aastal hinnanguliselt 4985 tonni kasutatud rõivaid ja kodutekstiile. Samal ajal lasti Eesti turule (müüdi või annetati) hinnanguliselt 4094 tonni kasutatud rõivaid ja kodutekstiile, mis teeb ligikaudu 3,1 kg inimese kohta aastas (Tabel 2). Võrreldes 2018. aastaga on kasutatud rõivaste ja kodutekstiilide tarbimine inimese kohta ligikaudu veerandi võrra kasvanud.

Tabel 2. Kasutatud rõivaste ja tekstiilide tarbimine Eestis, 2018 ja 2022

Rõivaste ja tekstiilide korduskasutus	2018*	2022
Eestis korduskasutuseks kogutud rõivad ja kodutekstiilid (t)	3 065	4 985
Eestis korduskasutatud (müüdnud ja annetatud) rõivad ja kodutekstiilid (t)	3 160	4 094
Korduskasutatud rõivad ja tekstiilid elaniku kohta (kg/in)	2,4	3,1

*Allikas: (Martin et al., 2020)

Eestisse veetakse sisse suhteliselt suures koguses (imporditakse) teistes riikides kogutud kasutatud tekstiile ja ka veetakse välja (eksporditakse) kasutatud tekstiile välisriikidele korduskasutamiseks ja ringlussevõtuks. Üks uuringus osalenud korduskasutusorganisatsioon tegeleb peale kohapealse kasutatud tekstiilide kogumise ka suures mahus selliste tekstiilide sisseveo, sortimise ja uuesti väljaveoga. Mitmed korduskasutusorganisatsioonid veavad suuremas mahus kasutatud tekstiile sisse ja realiseerivad need Eestis, samas on ka selliseid organisatsioone, kes koguvad Eestis ja veavad suurema osa kogutud tekstiilidest Eestist välja. Väliskaubandusstatistika andmete põhjal on viimastel aastatel kasutatud rõivaste (KN 6309) ja kaltsude (KN 6310) eksport ja import olnud kaalu- liselt ligikaudu samas suurusjärgus – 2022. ja 2023. aastal oli import

9 Kuna uuringus osales enamik Eesti suuremaid kasutatud rõivaste ja kodutekstiilide kogumise ja korduskasutamise tegelevaid organisatsioone, siis võib eeldada, et saadud kogumismahude hinnangud on ligilähedased tegelikkusele. Uuringus ei osalenud üks suurematest kogujatest ja üks bränd, kes pakub kogumisteenust poodides. Nende organisatsiooni kogumismahud on lisatud hinnangulisena.

keskmiselt 5900 tonni ja eksport 6600 tonni.¹⁰ Viimase kuue aasta jooksul on kasutatud rõivaste ja tekstiilide import ning eksport olulisel määral vähenenud – import 43% ja eksport 39% võrreldes 2018. aastaga (Tabel 3).¹¹

Tabel 3. Kasutatud rõivaste (KN 6309) ja kaltsude (KN 6310) import ja eksport (t), 2018–2023

	2018	2019	2020	2021	2022	2023
Import	10 750	7 717	6 239	5 790	5 790	6 088
Eksport	10 719	10 539	8 276	8 308	6 681	6 495

Allikas: Statistikaameti väliskaubanduse andmebaas

10 Ka korduskasutusorganisatsioonide küsitluse põhjal importisid nad 2022. aastal samas suurusjärgus kasutatud rõivaid – 6637 tonni.

11 Siin on peamiseks põhjuseks Eesti suurima kasutatud rõivaste käitleja Humana oluliselt vähenenud kasutatud tekstiilide impordi, kohapealse vahesortimise ja reekspordi mahud.

1.2 Rõiva- ja tekstiilijäätmete teke

Selles peatükis on esitatud kokkuvõtte rõiva- ja tekstiilijäätmete tekkekogustest Eestis. Rõiva- ja tekstiilijäätmed ja nende tekkekogused on liigitatud järgmiselt:

- kodumajapidamistes jm sarnastes tegevuskohtades (nt kaubandus) tekkivad kasutatud rõivad ja kodutekstiilid (n-õ tarbijajärgsed tekstiilijäätmed), mida käsitletakse tavaliselt olmejäätmete alla kuuluva jäätmeliigi või -voona;
- tekstiilitööstuses tekkivad, n-õ tarbimiseelsed tekstiilijäätmed (tootmisjäätmed).

1.2.1 Tarbijajärgsete rõiva- ja tekstiilijäätmete kogused

Rõiva- ja tekstiilijäätmete tekkekoguseid saab hinnata Keskkonnaagentuuri jäätmeinfosüsteemi¹² andmechte ning asjakohaste uuringute ja analüüside tulemuste põhjal.

Olmejäätmete alla kuuluvate n-õ tarbijajärgsete rõiva- ja tekstiilijäätmete teket saab hinnata liigiti kogutud ja segaolmejäätmetes sisalduvate rõiva- ja tekstiilijäätmete koguste põhjal. Siinses uuringus kasutati segaolmejäätmetes sisalduvate rõiva- ja tekstiilijäätmete osakaalu ja koguse arvutamiseks Stockholmi Keskkonnainstituudi Tallinna Keskuse 2020. aastal läbi viidud üle-eestilise sortimisuuringu „Segaolmejäätmete, eraldi kogutud paberi- ja pakendijäätmete ning elektroonikaromu koostise ja koguste uuring“ (SEI Tallinn 2020) tulemusi.

Olmejäätmetena käsitletavat ja liigiti kogutud rõiva- ja tekstiilijäätmed liigitatakse jäätmearestuses järgmiselt:

- rõivad jäätmekoodiga 20 01 10
- tekstiil (eelkõige kodutekstiil) jäätmekoodiga 20 01 11

Samas kasutavad nii selliste jäätmete kogujad kui ka lõppkäitlejad jäätmearestuses ja aruandluses neid koode tihti segamini – nt 20 01 10 koodi kasutatakse nii rõivajäätmete kui ka muude kodutekstiilide puhul. Seega ei ole riikliku jäätmearuandluse andmete põhjal otstarbekas neid jäätmeliike eraldada ning siinses uurimistöös käsitleti nende jäätmekoodidega jäätmeliike ühtse rõiva- ja tekstiilijäätmete voona.

Riikliku jäätmearuandluse infosüsteemi andmete ja sortimisuuringute tulemuste põhjal võib seega välja tuua hinnangulise tarbijajärgsete rõiva- ja tekstiilijäätmete (olmejäätmetena käsitletav jäätmevoog) koguse

12 https://tableau.envir.ee/#/views/Avalikud_pringud_2020-2022/Riigitasand?:iid=4

(vt Tabel 4). Selle põhjal võib öelda, et **2022. aastal tekkis ligikaudu 18 103 tonni rõiva- ja tekstiilijäätmeid**. See kogus sisaldab nii liigiti kogutud rõiva- ja tekstiilijäätmeid (koodid 20 01 10 ja 20 01 11) kui ka segaolmejäätmetes sisalduvaid rõiva- ja tekstiilijäätmeid.

Rõiva- ja tekstiilijäätmete tekkekogus on viimase viie aasta jooksul olnud suhteliselt stabiilne (keskmine tekkekogus ligikaudu 19 000 tonni).

Tabel 4. Rõiva- ja tekstiilijäätmete teke, 2018–2022

Jäätmeliik	2018	2019	2020	2021	2022
Liigiti kogutud rõivajäätmed (20 01 10) (t)	750	762	1 154	801	437
Liigiti kogutud tekstiilijäätmed (20 01 11) (t)	947	1 042	1 063	1 464	912
Liigiti kogutud rõiva- ja tekstiilijäätmed kokku (t)	1 698	1 804	2 216	2 265	1 349
Segaolmejäätmetes sisalduvad rõiva- ja tekstiilijäätmed ¹³ (t)	17 054	17 621	17 045	16 880	16 755
Rõiva- ja tekstiilijäätmed kokku (t)	18 752	19 425	19 261	19 145	18 103
Liigiti kogutud rõiva- ja tekstiilijäätmete osakaal	9%	9%	12%	12%	7%

Allikas: Keskkonnaagentuuri jäätmeinfosüsteem

1.2.2 Tekstiilitööstuses tekkivate tekstiilijäätmete kogused

Peale olmejäätmete alla liigituvate n-õ tarbijajärgsete rõiva- ja tekstiilijäätmete koguse võeti Eesti rõiva- ja tekstiilivoo arvestusse ka Eesti tekstiilitööstusettevõtetes tekkivad tekstiilijäätmete kogused, mida saab vastavate jäätmekoodide alusel hinnata riikliku jäätmearuandluse infosüsteemi andmete põhjal.

Tekstiilitööstusettevõtetes tekkivate jäätmetena vaadeldi uuringus koodi 04 02 (tekstiilitööstusjäätmed) järgmisi alamkoode:

- 04 02 09 – komposiitmaterjalide (impregneeritud tekstiil, elastomeerid, plastomeerid) jäätmed
- 04 02 21 – töötlemata tekstiilkiudude jäätmed
- 04 02 22 – töödeldud tekstiilkiudude jäätmed
- 04 02 99 – nimistus mujal nimetamata jäätmed

Samas tuleb märkida, et nimetatud koodide all kajastuvad jäätmearuandluse infosüsteemis jäätmekogused, mida ettevõtted on eraldi kogunud

13 Segaolmejäätmete, eraldi kogutud paberi- ja pakendijäätmete ning elektroonikaromu koostise ja koguste uuringu (Martin et al., 2020) kohaselt sisaldasid Eesti segaolmejäätmed 5,8% rõiva- ja tekstiilijäätmeid. Siinses uuringus on jäätmearuandluse infosüsteemis toodud segaolmejäätmete tekkekogusest maha võetud 10%. See tugineb eeldusel, et segaolmejäätmetes sisaldub ka muid jäätmeid ja seetõttu pole asjakohane arvutada segaolmejäätmetes sisalduvaid rõiva- ja tekstiilijäätmeid jäätmearuandluses toodud segaolmejäätmete koguse põhjal. Eeldus, et segaolmejäätmed sisaldavad ligikaudu 10% muid jäätmeid tugineb uuringul „Pakendiaruande koostamise meetodika analüüs ja kaasajastamine“ (SEI Tallinn, 2017).

ja jäätmekäitlejatele nende koodide alusel üle andnud. Nii selle uuringu intervjuude tulemused kui ka läbi viidud pistelised segaolmejäätmete sortimisanalüüsid näitavad, et paljud tekstiiliettevõtted annavad tekstiilijäätmeid jäätmekäitlejatele üle muude jäätmeliikide ja -koodide all (valdavalt segaolmejäätmetena). Ka mitmed muud ettevõtted/organisatsioonid võivad oma tegevuse tulemusel tekkinud tekstiilijäätmeid üle anda eespool nimetatud koodide all. Võib siiski eeldada, et riikliku jäätme-aruandluse infosüsteemi andmed peegeldavad eelkõige tekstiilitööstuses liigiti kogutud tekstiilijäätmete koguste suurusjärke.

Tekstiilitööstuses kogutud ja jäätmekäitlejatele üle antud tekstiilijäätmete kogused on viimase viie aasta jooksul vähenenud, v.a väike tõus 2021. aastal (Tabel 5). **2022. aastal andsid ettevõtted jäätmekäitlejatele üle ligikaudu 1738 tonni tekstiilijäätmeid.** Valdava osa sellest (1615 tonni) moodustasid töödeldud tekstiilkiudude jäätmed (kangajäägid, praakrõivad jms).

Tabel 5. Tekstiilitööstuses tekkinud tekstiilijäätmed (t), 2018–2022

Jäätmeliik	2018	2019	2020	2021	2022
Komposiitmaterjalide (impregneeritud tekstiil, elastomeerid, plastomeerid) jäätmed	23	40	4	0	0
Töötlemata tekstiilkiudude jäätmed	30	12	112	99	81
Töödeldud tekstiilkiudude jäätmed	2 208	1 692	1 626	1 734	1 615
Nimistus mujal nimetamata jäätmed	14	15	10	44	42
Tekstiilitööstusjäätmed kokku	2 274	1 759	1 752	1 877	1 738

Allikas: Keskkonnaagentuuri jäätmeinfosüsteem

1.3 Kasutatud tekstiilide käitlemine

Selles peatükis antakse ülevaade kasutatud rõivaste ja kodutekstiilide kogumis- ja käitlussüsteemist Eestis. Eraldi vaadeldakse korduskasutavate tekstiilide kogumissüsteemi ning tekstiilijäätmete kogumise ja käitlemise toimimist, süsteemi osalisi ja väljakutseid. Lisaks on toodud lühikokkuvõtte Eestis müümata jäänud tekstiilide analüüsi tulemustest.

1.3.1 Rõivaste ja tekstiilide korduskasutus

Rõivaste ja kodutekstiilide korduskasutussüsteemi toimimise ülevaate koostamisel kasutati korduskasutusorganisatsioonide veebipõhise küsitluse ja intervjuude käigus saadud teavet (vt ka [ptk 1.1.2](#)). Samuti viidi uuringu käigus läbi küsitlus omavalitsustele, et saada ülevaade omavalitsustes toimivatest kasutatud rõivaste ja kodutekstiilide kogumisinitsiatiividest ja lahendustest. Küsimustik saadeti e-posti teel kõigile 79 Eesti omavalitsusele 2023. aasta novembris. Küsitlusele vastas 62 omavalitsust (80%).¹⁴

Korduskasutusorganisatsioonid

Eestis tegutseb rõivaste ja kodutekstiilide korduskasutuse valdkonnas (kogumine, sortimine ja realiseerimine – müük ja annetamine) mitmeid suuremaid ja väiksemaid organisatsioone. Paljud neist on niinimetatud sotsiaalmajanduse üksused/organisatsioonid, kes tegutsevad kasumit mittetaotlevate heategevuslike mittetulundusühingute või sotsiaalsete ettevõtetenä, kuid on ka äriettevõtteid. Suurema tegevusulatusena ja mahuga korduskasutusorganisatsioonidena saab välja tuua: MTÜ Uuskasutuskeskus (edaspidi Uuskasutuskeskus)¹⁵, Humana Sorteerimiskeskus OÜ (edaspidi Humana)¹⁶,

14 Kogutud andmed tuginevad omavalitsuste esindajate enesearuandlusele. On oluline arvestada, et vastajad võisid esitada teavet, mis võib põhineda pigem vastajate isiklikel arusaamistel või eeldustel kui täpsetel kajastustel oma omavalitsuse praktikates.

15 MTÜ Uuskasutuskeskus on isemajandav sotsiaalne ettevõte, mille asutasid 2004. aastal Heateo Sihtasutus, Eestimaa Looduse Fond, SA Caritas ning eraisikud Rasmus Rask ja Priit Mikelsaar. Uuskasutuskeskuse tegevusmudel põhineb kasutatud esemete (sh rõivaste ja kodutekstiilide) kogumisele Eesti elanikelt ja nende korduskasutamiseks suunamisele.

16 Humana Sorteerimiskeskuse OÜ on loonud 2000. aastal Soome ja Leedu sõsarorganisatsioonid. Humana eesmärk on koguda vahendeid ülemaailmsete arengukoostööprojektide rahastamiseks kasutatud asjade kaubanduse abil. Alates 2007. aastast tegeleb jaemüügi ja sorteerimisega Humana Sorteerimiskeskus OÜ ning MTÜ Humana Estonia viib ellu teadlikkuse edendamise projekte.

Sõbralt Sõbrale¹⁷, MTÜ Riidepunkt (edaspidi Riidepunkt)¹⁸ ja Paavli Kaltsukas OÜ¹⁹.

Kasutatud rõivaste ja kodutekstiilide liigiti kogumine toimub kas korduskasutusorganisatsioonide oma kogumisvõrgustiku kaudu või koostöös kohalike omavalitsustega (KOVd), eelkõige KOVide konteinerpargi või jäätmejaamade kaudu. Kasutatud rõivaid ja kodutekstiile koguvad korduskasutusorganisatsioonid eelkõige:

- avalikku ruumi paigaldatud kogumiskonteineritega,
- korduskasutusorganisatsioonide või kasutatud rõivaste poodides asuvate kogumiskastide/konteineritega,
- kaubanduskeskustes ja rõivakauplustes asuvate kastidega,
- KOVi jäätmejaamades korduskasutatavate rõivaste konteineritega.

Enamikul suurematest korduskasutusorganisatsioonidest on laiaulatuslik kogumis- ja ka kasutatud asjade kaupluste võrgustik. Kõige rohkem poode oli 2023./2024. aasta seisuga Humanal (22), Uuskasutuskeskusel (17) ja Sõbralt Sõbrale ettevõttel (15). Nendes poodides võetakse üldjuhul vastu ka kasutatud asju. Uuskasutuskeskus kogub kasutatud rõivaid ja kodutekstiile ka selleks eraldi ette nähtud kogumismajades (4) ning kaubanduskeskuste uuskasutuskappides ja -kastides (10)²⁰.

Kõige suurem avalikku ruumi paigutatud rõivakonteinerite võrgustik on Humanal (80 konteinerit) ja Riidepunkt (55 konteinerit). Esimene opereerib eelkõige kohalikele omavalitsustele kuuluvaid avalikke kogumiskonteinereid.

Rõivaste kogumise ja realiseerimisega tegelevate suurte organisatsioonide turuosa kasvu tõttu on jätkuvalt vähenenud väiksemate kasutatud rõivaste ja tekstiilide müügipunktide/poodide arv. Kui 1990. aastate alguses domineerisid Eesti rõivaste korduskasutusturul väiksemad kiriku- ja korduskasutuspoed, siis tänaseks on turul enamuses suuremad korduskasutusorganisatsioonid oma kaupluste ja kogumispunktide võrgustikuga. Lisaks on kasutatud rõivaste ja tekstiilide turule tulnud mitmeid muid initsiatiive – nt iseteenindavad kirbuturud, asjade jagamise ja müümise veebiplatvormid. Kasvav trend maailmas on rõivabrändide korraldatud ja rahaliselt kompenseeritud kogumisteenus, kus tarbijad saavad oma üleliigsed rõivad viia kaupluste kogumiskastidesse, saades vastutasuks allahindluse uute rõivaste ostmisel. Analüüsi läbiviimise ajal pakkus Eesti

17 Sõbralt Sõbrale on sotsiaalne ettevõte, mis asutati 1997. aastal. Lisaks korduskasutuskaupluste omamisele, kuulub Sõbralt Sõbrale ka nõustamiskeskus ja Hoolime Koos projektid laste ning perede toetuseks.

18 MTÜ Riidepunkt loodi 2009. aastal. MTÜ Riidepunkt korraldab heategevuslikku riiete kogumist ja annetamist, toetades abivajajaid nii kohalikul kui ka rahvusvahelisel tasandil, sealhulgas Aafrika riikides.

19 Paavli Kaltsukas OÜ asutati 2010. aastal ja on spetsialiseerunud korduskasutatavate rõivaste müügile.

20 <https://uuskasutus.ee/kuhu-tuua/> (vaadatud 10.03.2024)

turul sellist teenust üks rõivabränd koostöös rahvusvahelise koguja ja sorteerijaga.²¹

Lisaks on mitmed teise ringi poed avanud ka e-poe kasutatud rõivaste ja kodutekstiilide müümiseks, näiteks Metsvintage, Paavli Kaltsukas OÜ, Samaaria²² ja MTÜ Aarete Laegas. Samuti on tekkinud veebiplatvorme, kus müüakse kasutatud tekstiilikaupu, näiteks Emmy Store, Yaga, Osta.ee ja Teimy.

Suurem osa korduskasutusorganisatsioone turustab (müüb või annetab) kogutud rõivad Eestis. Kuid on ka organisatsioone, kes valdava osa kogutud rõivastest realiseerivad teistes Balti riikides, aga ka väljaspool Euroopat, näiteks Keenias, Pakistanis ja Malawis.

Kasutatud rõivaste ja tekstiilide kogumine kohalikes omavalitsustes

Uuringu tulemusena selgus, et rohkem kui pooltes küsitlusele vastanud omavalitsustest (37) toimub mingil määral kasutatud rõivaste ja kodutekstiilide kogumine korduskasutuse eesmärgil, kuid samas on märkimisväärne osa omavalitsusi (20), kus kasutatud rõivaste ja kodutekstiilide kogumissüsteem puudub või pole omavalitsusel sellest ülevaadet (N=57).

Kasutuskõlblikke rõivaid ja kodutekstiile²³ kogutakse eelkõige avalikku ruumi paigutatud rõivakonteineritega ja/või on kogumisvõimalus loodud jäätmejaamas (29 omavalitsust). Nende hulgas on ka omavalitsused, kellel puudub jäätmejaam enda haldusalal ning kes on sõlminud koostöölepingud lähedalasuvate omavalitsuste jäätmejaamade kasutamiseks.

Avalikku ruumi või jäätmejaamadesse paigutatud konteineritega kogutud rõivaste ja tekstiilide kogused on aasta-aastalt kasvanud. Võrreldes 2018. aastaga (Martin et al., 2020) on avalikku ruumi paigutatud rõivakonteinerite arv tõusnud 106-lt 154-le.²⁴ Tänu sellele on inimestel kasutatud rõivaid lihtsam ja mugavam ära anda. Korduskasutusorganisatsioonide sõnul on kogumise kasvu taustal aina populaarsem ka kasutatud rõivaste tarbimine.

Suurem osa avalikke kogumiskonteinereid kuulub omavalitsustele ja neid tühjendavad kokkuleppe alusel korduskasutusorganisatsioonid. Kõige rohkem on avalikke kogumiskonteinereid Tallinnas (68, neist 40 on AS Tallinna Jäätmete Taaskasutuskeskuse ja Tallinna Jäätme-keskuse konteinerid, mille tühjendamist ja kogutud kasutatud tekstiilide

21 Kasutatud rõivaste kogumise võimalust pakub Eestis hetkel H&M-i grupi alla kuuluvad kaubamärgid H&M, Arket ja COS. Kui viimasesse on võimalik viia ainult COS-i kaubamärgiga rõivaid, siis teised võtavad vastu ka muude brändide kasutatud tekstiile. <https://hmgroup.com/sustainability/circularity-and-climate/recycling/> (vaadatud 29.04.2024)

22 Viimasega ühines 2023. aastal kasutatud rõivaid ja kodutekstiile müüv pood Faktory, kes sulges samal aastal oma füüsilise poe.

23 Korduskasutuseks sobivate rõivaste ja kodutekstiilidega koos kogutakse üldjuhul ka korduskasutuseks sobivaid jalanõusid.

24 Avalikku ruumi paigutatud kogumiskonteinerite arv lähtub korduskasutusorganisatsioonide andmetest. KOVide küsitluses toodi kogumiskonteinerite arvuks 176 (sisaldab ka jäätmejaamades asuvaid konteinereid). Samas võib see sisaldada ka tekstiilijäätmete kogumise konteinereid.

realiseerimist korraldab Humana. 28 konteinerit kuulub Riidepunktile, kes korraldab konteinerite tühjendamist ja kogutud rõivaste realiseerimist ise). Tallinnale järgnevad Tartu linn 16 ja Harku vald 11 avaliku kogumiskonteineriga. Küsitluse tulemused näitasid, et sama arv (8) kogumiskonteinereid on Saaremaa, Viimsi ja Lääne-Nigula vallas. Ülejäänud omavalitsustel on 1–4 avalikku kogumiskonteinerit.

Üle poolte küsitlusele vastanud omavalitsustest (35)²⁵ märkisid, et nad teevad kasutatud rõivaste kogumisel koostööd mõne korduskasutusorganisatsiooniga. Peale kogumiskonteinerite tühjendamise kasutatakse näiteks ka Uuskasutuskeskuse kogumisringide teenust: piirkonda saadetakse kaubik, kuhu elanikud saavad ringlusesse tuua puhtaid ja terveid rõivaid ning kodutekstiile. Täiendavalt märgiti ka teisi kogumiskohti, näiteks Uuskasutuskeskuse rajatud kogumismaju, omavalitsuse asutusi ja korduskasutusega tegelevaid poode, kuhu elanikel on võimalik viia kasutuskõlblikke riideid ja kodutekstiile.

Peale selle on omavalitsused hakanud arendama kas jäätmejaamades või eraldiasuvaid niinimetatud korduskasutusruume, kuhu inimesed saavad tuua kasutatud tekstiile ja muid asju ning nende kasutamist omavahel jagada. Samuti on mitmed omavalitsused hakanud korduskasutuse kõrval toetama rõivaste parandamise initsiatiive (Reiska et al., 2024). Tallinna linnal on ambitsioonikas plaan rajada lähiaastatel kokku kolm uutset ringmajanduskeskust, millel on nn ringmaja funktsioon (sisaldab muuhulgas korduskasutatavate asjade kogumist ja realiseerimist ning parandustöökodasid, sh rõivaste parandust) (SEI Tallinn, 2024). Peale selle tahab Tallinn luua korduskasutusruumid ka olemasolevatesse jäätmejaamadesse ning lisaks toetada rõivaste parandustöökodade loomist ja tegutsemist linnas laiemalt.

Kasutatud rõivaste ja tekstiilide korduskasutuse väljakutsed

Uuringus kogutud teabe alusel saab välja tuua ka mitmeid kitsaskohti Eestis, mis piiravad kasutatud rõivaste ja kodutekstiilide korduskasutuse edendamist.

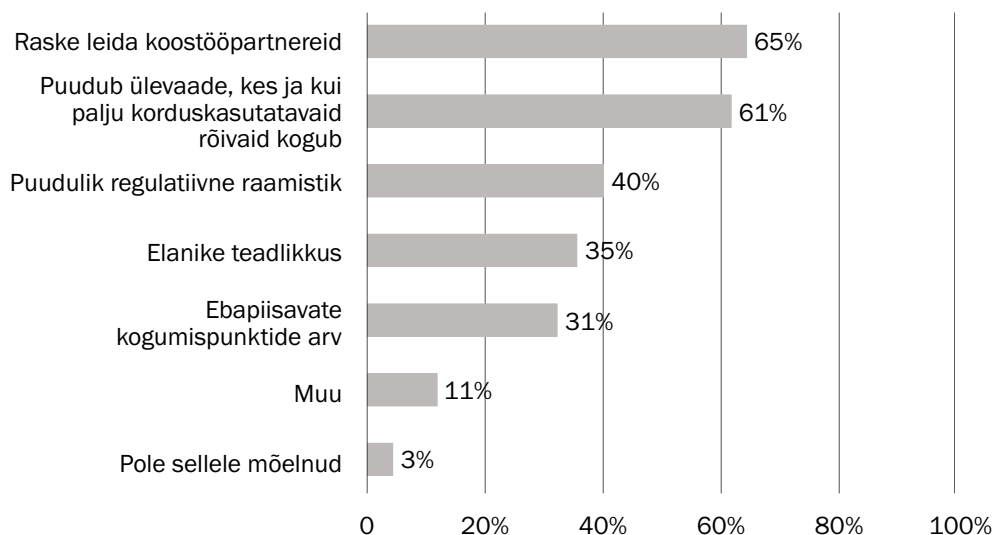
Kasutatud rõivaste ja tekstiilide kogujad tõid välja, et üha suuremate kogumismahtude kõrval on langenud kogutud rõivaste kvaliteet. Selle põhjuseks võib olla laialt leviv raiskava iseloomuga kiirmoe ärimudel, mis keskendub kiiresti ja odavalt, aga tihti ka madala kvaliteediga moekaupade tootmisele ja turule toomisele, aga ka uute ärimudelite turule tulek, mis aitavad inimestel kõrgema kvaliteediga rõivaid ja tekstiile ise maha müüa ja sellest tulu teenida. Lisaks tõid korduskasutusorganisatsioonid välja tõsiasja, et koos kasutuskõlblike rõivaste ja tekstiilidega on inimestel kombeks ära anda ka korduskasutuseks mittesobivaid rõivaid ning muid mittetekstiiliseid jäätmeid. Inimestel puudub selge arusaam, millised rõivad ja tekstiilid sobivad korduskasutuseks ja millised tuleks jäätmetena ära visata. Need trendid tekitavad korduskasutusorganisatsioonidele lisatoiminguid ja kulutusi. Sellega seoses tõid

25 Näiteks Tallinna linn, Saku vald, Jõelähtme vald, Harku vald jt.

korduskasutusorganisatsioonid Eesti jaoks ühe suurema probleemina välja võimekuse puudumist tekstiilijäätmete ringlussevõtuks. Kogujad näevad muu hulgas riski, et kasutuskõlbatute rõivaste ja tekstiilide osakaal kogutavate riiete hulgas kasvab veelgi. Kuna juba praegu on kasutuskõlbatute rõivaste ja tekstiilide käitlus probleemiks, siis kardetakse, et selliste tekstiilide osakaalu kasvamisel ei ole korduskasutusorganisatsioonide tänane majandusmudel enam võimalik, kuna üha suuremal määral tuleb katta tekstiilijäätmete käitlemise kulu. Siin oodatakse koostööd ja toetust nii riigilt ja omavalitsustelt, aga ka tootjate (rõivaste ja tekstiilide turule laskjate) panust rõiva- ja tekstiilijäätmete käitlusprobleemi lahendamisse (vt ka ptk 2.4.3).

Uuringu tulemused näitavad, et KOVid on kasutatud rõivaste ja tekstiilide liigiti kogumise korraldamises teinud viimastel aastatel edusamme. Elanikkond on korduskasutatavate rõivaste kogumise võimalused üldiselt hästi vastu võtnud ja konteinervõrgustikuga kogutavate rõivaste maht on pidevalt kasvanud. Samas on Eestis terve rida piirkondi, kus puudub kasutuskõlblike tekstiilide kogumise võimalus. Avalike konteinerite kogumisvõrgustiku laienemist takistab asjaolu, et suurematest keskustest eemal asuvates ja väiksemates omavalitsustes ei ole korduskasutusorganisatsioonidel suure transpordikulu tõttu huvi kasutatud rõivaid ja tekstiile kokku koguda. Sellistel KOVIDel on väga raske leida partnereid, kellele kogutud korduskasutatavad rõivad üle anda. Nii pidasid rohkem kui 60% küsitluses osalenud omavalitsust (N=62) peamisteks rõivaste korduskasutuse arendamise takistusteks koostööpartnerite ja ülevaate puudumist, kes ja mis mahus korduskasutatavaid rõivaid ning kodutekstiile kogub (Joonis 1).

Joonis 1. Kohalike omavalitsuste takistused kasutatud rõivaste ja tekstiilide korduskasutuse edendamiseks ja arendamiseks.



Ligikaudu 40% küsitlusele vastanud omavalitsustest tõi välja, et kasutatud rõivaste ja tekstiilide korduskasutamist ja ka jäätmetena ringlussevõttu pärsib puudulik regulatiivne raamistik. Siiani pole seda valdkonda täpsemalt reguleeritud ja selgelt osaliste kohustusi (sh tegevuse võimalikku finantseerimist) määratletud. Nii on KOVid korraldavad kasutatud rõivaste ja tekstiilide käitlemist pigem enda algatusel.

Ühe takistusena toodi välja ka elanike vähesed teadmised, millised rõivad sobivad korduskasutuseks ja millised mitte. Vastanute sõnul süvendab probleemi ka selgete juhiste puudumine.

Küsitluse tulemustest selgus ka tõsiasi, et omavalitsustel puuduvad andmed kasutatud rõivaste ja kodutekstiilide koguste, kogumise ja käitlemise võimalustest. See koos puudulike finantsvahenditega on takistanud KOV tasandil tekstiilide korduskasutust ja kogumissüsteemi (sh kogumiskonteinerite soetamist) arendamist.

1.3.2 Tekstiilijäätmete käitlemine

Rõiva- ja tekstiilijäätmete käitlemise (sh kogumise) ülevaate koostamiseks saadi andmed Keskkonnaagentuuri jäätmeinfosüsteemist (vt ka ptk [1.2](#)) ning valitud ettevõtete esindajate intervjuudest. Ka KOVide küsitlus andis teavet, kuidas toimub rõiva- ja tekstiilijäätmete kogumine kohalikul tasandil ning millised on tänase süsteemi kitsaskohad.

Tekstiilijäätmete liigiti kogumine

Rõiva- ja tekstiilijäätmete liigiti kogumine elanikkonnalt toimub eelkõige KOVide jäätmejaamades. KOVid peavad tagama jäätmejaamades rõiva- ja tekstiilijäätmete vastuvõtmise.²⁶ Vastavalt jäätmeseadusele (§ 31 lõige 3) peavad KOVid alates 2025. aastast viima sisse ka üldisema tekstiilijäätmete liigiti kogumise.

KOVide küsitlus näitas, et enamik vastanud omavalitsustest (77%, N=57) on loonud võimaluse tekstiilijäätmete kogumiseks jäätmejaamas. Nende hulka kuuluvad ka omavalitsused, kellel on koostööleping naaberomavalitsus(t)e jäätmejaama(de)ga. Lisaks jäätmejaamades kogumisele on mõned KOVid pannud avalikku ruumi ka eraldi kogumiskonteinereid rõiva- ja tekstiilijäätmete kogumiseks või kogutakse neid jäätmekogumisringidel. Samas on ka loobunud konteinerkogumisest (nt Hiiumaa vald), kuna konteineritesse tuuakse segamini nii kasutuskõlblikke kui ka -kõlbmatuid tekstiile ning siiani ei ole loodud rahastusskeemi sellise kogumise kulude katmiseks.

Ligikaudu 6% küsitlusele vastanud omavalitsustest²⁷ märkisid, et tekstiilijäätmete kogumist nad üldse ei korralda.

Korduskasutusorganisatsioonidega tehtud intervjuude põhjal võib väita, et üha suurem kogus rõiva- ja tekstiilijäätmetest kogutakse kokku koos kasutuskõlblike rõivaste ja tekstiilidega (vt ka [ptk 1.3.1](#)).

26 Keskkonnaministri määrus nr 28 „Olmejäätmete liigiti kogumise ja sortimise nõuded ja kord ning sorditud jäätmete liigitamise alused“

27 Näiteks märkisid enamik omavalitsusi Ida-Viru maakonnas, et ei korralda tekstiilijäätmete kogumist.

Tekstiilijäätmete käitlemine

Keskkonnaagentuuri jäätmeinfosüsteemi andmetel liigub valdav osa rõiva- ja tekstiilijäätmetest lõppkäitluseks kas põletusse (eelkõige segaolmejäätmete koosseisus) või vähemal määral prügilasse (eelkõige liigiti kogutud tekstiilijäätmed). Segaolmejäätmete koostises käideldi 2022. aastal 16 755 tonni rõiva- ja tekstiilijäätmeid (vt ka Tabel 4). Liigiti kogutud rõiva- ja tekstiilijäätmetest (koodid 20 01 10, 20 01 11) ladestati samal aastal prügilasse 243 tonni ja taaskasutati 1079 tonni (Tabel 6). Samas on jäätmearuandluse infosüsteemis taaskasutustoimingutena märgitud eelkõige jäätmete taaskasutamisele eelnevat sortimist ja mehaanilist töötlemist või jäätmesegude koostamist (R12s, R12x). Seega võib eeldada, et ka taaskasutusena näidatud kogusest jõudis lõpuks valdav osa muude jäätmekoodide all (sortimisjäägina) põletusse.

Tabel 6. Liigiti kogutud rõiva- ja tekstiilijäätmete käitlemine (t), 2020–2022

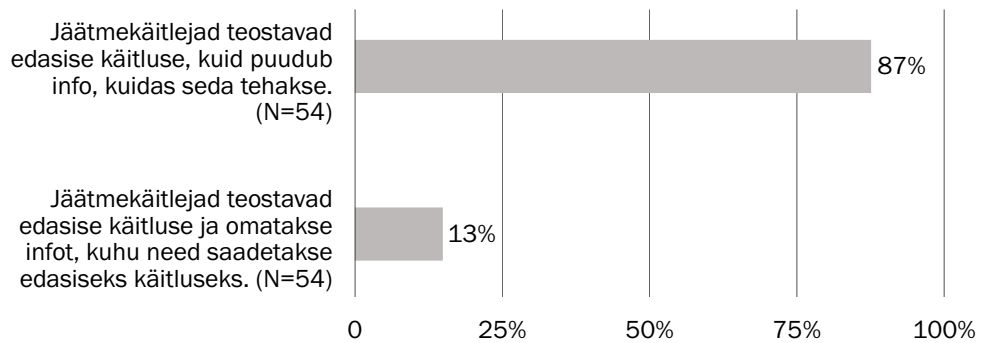
Rõiva- ja tekstiilijäätmed (koodid 20 01 10, 20 01 11)	2020	2021	2022
Liigiti kogutud (t)	2 216	2 265	1 349
Taaskasutamine (t)	885	1 009	1 079
Ladestatud prügilasse (t)	1 321	1 258	243
Määratlemata käitlemine (t)	133	82	0

Allikas: Keskkonnaagentuuri jäätmeinfosüsteem

Korduskasutusorganisatsioonide küsitluse põhjal olid jäätmekäitlejatele jäätmetena üle antud kasutatud rõivaste ja tekstiilide kogused vahemikus 5–15%. Suurem osa korduskasutusorganisatsioonidest ei pea tekstiilijäätmete tekke ja käitlemise täpset arvestust, kuna rõiva- ja tekstiilijäätmeid antakse tihti üle segaolmejäätmetena. Rõiva- ja tekstiilijäätmete suures koguses segaolmejäätmete sekka viskamist kinnitasid ka selle uuringu ajal Iru elektrijaamas pisteliselt tehtud segaolmejäätmete analüüsid. Üks suurem korduskasutusorganisatsioon veab kasutatud rõivaid ja tekstiile taaskasutamiseks ka Eestist välja. Lisaks annab üks väiksem kasutatud rõivaste kaupluse pidaja tekstiilijäätmeid puhastuslappideks töökodadele või mujale.

KOVide küsitluse tulemused näitavad, et jäätmekäitlejad tagavad omavalitsuste rõiva- ja tekstiilijäätmete kogumissüsteemi kaudu (eelkõige jäätmejaamades) kogutud tekstiilijäätmete edasise käitlemise. Üldjuhul on KOVil leping jäätmekäitlusettevõttega jäätmejaamas kogutud jäätmeliikide käitlemiseks. Enamikul küsitlusele vastanud omavalitsustel (87%, 47 omavalitsust 54-st) puudub info, kuidas jäätmekäitlejad tekstiilijäätmeid edasi käitlevad. Vaid väike osa vastanuid (13%, 7 omavalitsust 54-st) märkis, et nad teavad, kuidas käideldakse tekstiilijäätmeid edasi (Joonis 2). Toodi ka välja, et osa kogutud rõiva- ja tekstiilijäätmeid suunavad jäätmekäitlejad ringlusse. Samas puudub KOVidel võimalus kontrollida jäätmekäitlejate esitatud andmete õigsust.

Joonis 2. Tekstiilijäätmete käitlemine kohalikes omavalitsustes.



Rõiva- ja tekstiilitootmises tekkinud tekstiilijäätmetest ladestati 2022. aastal 625 tonni prügilasse ja 224 tonni läks taaskasutusse (Tabel 7). Ka siin võib näha sama mustrit, kus taaskasutusena näidatakse infosüsteemis eelkõige mehaanilist töötlemist või jäätmesegude koostamist. Lisaks näidatakse suur kogus liigiti kogutud tekstiilitööstuse tekstiilijäätmeid ekspordina.²⁸ Seega on keeruline öelda, kuidas käideldi suurt osa aruandluses kajastatud tekstiilitööstuses tekkinud tekstiilijäätmeid.

Tabel 7. Tekstiilitööstusjäätmete käitlemine (t), 2020–2022

Tekstiilitööstusjäätmed (koodid 04 02 09, 04 02 21, 04 02 22, 04 02 99)	2020	2021	2022
Koguteke (t)	1 752	1 877	1 738
Import (t)	0	44	0
Taaskasutamine (t)	578	206	224
Ekspord (t)	693	1 011	893
Ladestatud prügilasse (t)	777	646	625

Allikas: Keskkonnaagentuuri jäätmeinfosüsteem

Tekstiilijäätmete käitlemise võimekus Eestis

Tarbijajärgsete rõiva- ja tekstiilijäätmete ringlussevõtuvõimekus Eestis praegu sisuliselt puudub. Üksikud moedisainerid ja -studiod disainivad kasutatud rõivastest ja tekstiilidest uusi rõivaid (ingl *upcycling*). Vähemal määral on rõiva- ja tekstiilijäätmetest toodetud varem ka puhastuskaltse.

Valdav osa ringlussevõtu lahendusi keskendub tekstiilitööstuses tekkivate jääkide ringlussevõtule (vt ka Tabel 8). Viimasel ajal on mitmed iduettevõtted proovinud arendada tekstiilijäätmetest eri toodete tootmist. Ühe näitena võib välja tuua 2022. aastal tegevust alustanud KIUD packaging (KIUD Technologies OÜ), mis toodab tekstiilijäätmetest pakendeid ja pakendimaterjale. Praegu keskendub ettevõtte peamiselt tekstiiliettevõtetes tekkivate sünteetiliste ja segakiust tootmisjääkidele, kuid tulevikus on plaan võtta kasutusse tarbijajärgseid tekstiilijäätmeid. Autotööstuses on kasutatud tekstiilijäätmeid juba aastakümneid. Eestis

28 Jäätmearuandluse infosüsteemi andmetel eksporditi 2020.–2022. aastal kokku 2598 tonni tekstiilitööstuse tekstiilijäätmeid Venemaale, kus neid võeti ringlusse. Pärast 2022. aastat on see võimalus lõppenud. Vähemal määral veetakse tekstiilitööstuse tekstiilijäätmeid ka Leetu ümbertöötlemisse.

on selliseks näiteks ettevõtte Mistra-Autex AS, kes juba pikka aega on oma toodetes katsetanud ja ka kasutanud tekstiilijäätmeid. Mistra-Autex toodab nõeltöötlus- ja taftingmeetodil valminud vaipu ning vormitud, survevalatud ja lamineeritud detaile autotööstustele. Seega on ettevõtte võimeline olema tekstiilijäätmete (sh eeltöödeldud sünteetiliste ja segakiust tekstiilkiudude) ringlussevõtja Eestis. Teoreetiliselt saaks teatud toodetes koguseliselt lisada kuni pooles ulatuses teisest ehk ringlusse võetud tekstiilkiudu. Ettevõttel on valmisolek arendada tekstiilijäätmete käitlemise tehnoloogiat ja tooteid, mis võimaldaks kasutada aastas kuni 500 tonni teisest tekstiilkiudu. Küll aga vajaks selles sektoris teisese tekstiilkiu suuremamahuline kasutamine oluliselt madalamat sisendi hinda, mis lubaks ettevõttel toota konkurentsivõimelisi ringseid tooteid. Samuti tuleb silmas pidada, et autotekstiilide valdkonnas võivad teisese toorme kasutusega lisanduda kõrgemad arenduskulud (nt materjalide testimiseks ja sertifitseerimiseks)

Eestis on paar tekstiiliettevõtet, kellel on suurem võimekus enda tootmises tekkinud tekstiilitootmisjääke käidelda (taaskiustada ja uuesti tootmises kasutada).

Paragon Sleep AS on tegutsenud Eestis pea 30 aastat kodutekstiilide, magamistarvete (nt tekid, padjad, madratsid, voodikomplektid jms) ja tehniliste tekstiilide arendamise ning tootmise valdkonnas. Ettevõttel on kaks tehas, mis asuvad Viljandis ja Abja-Paluoja. Ettevõtte soetas 2013. aastal tekstiilijääkide (nt tekkide ja madratsite äärised, vatiinijäägid ning muud tekstiilitootmise jäägid) ümbertöötlemiseks seadmed (võimsusega 1200 t/a), millega saab tekstiilijäätmeid tükeldada, purustada ja taaskiustada. Saadud tekstiilkiude (vatiini) kasutatakse ringlussevõtu eesmärgil uuesti tekstiiltoodetes (nt mööbli, madratsite ja patjade sisuna, soojus- ja heliisolatsioonimaterjalina, puhastuslappide tootmisel). Ettevõtte töötleb ümber eelkõige enda tootmisprotsessis tekkinud tekstiilijäätmeid. Varem on seda teenust pakutud ka teistele tekstiiliettevõtetele, aga kuna see tegevus nõuab keskkonnaluba, siis pole sellist teenust viimasel ajal enam pakutud.

Lisaks Paragon Sleepile ASile töötleb enda tootmisjääke ümber ka ühe Euroopa suurima magamistarvete tootja Wendre Group kontserni kuuluv ja Eestis asuv Wendre AS. Wendre toodab peamiselt patju, päevatekke, voodeid ja madratseid. Kontserni tootmisüksused valmistavad Eestis ja Poolas aastas 18 miljonit tekki ja patja ning 600 000 voodit ja madratsit. Peamiseks tootmisjäägiks on tekiääred ja n-ö ribajäägid. Ettevõtte on katsetanud enda tootmisjääkide mehaanilist ringlussevõttu. Tekstiilijäägid sorteeritakse tehases värvi ja materjali järgi manuaalselt (eemaldatakse nt kummid ja trikotaažkangas), purustatakse purustusmasinaga mehaaniliselt ning kasutatakse voodiotste, tekkide ja patjade täitematerjalina. Turunõudluse tõttu võetakse ringlusse peamiselt valgeid ja heledaid (ühevärvilisi) tootmisjääke, mistõttu tumedate ja värviliste toonidega tekstiilijäätmete ringlussevõtuks on tarvis veel ühelt poolt tootearendust ning teisalt ka turunõudluse muutust. Ettevõtte soovib edasi arendada oma tootmisjääkide ringlussevõtutehnoloogiaid ja teha selles vallas koostööd

teiste ettevõtetega. Samas tuleb rõhutada, et ettevõttel puudub praegu huvi pakkuda teistele ettevõtetele purustusteenust. Nad eelistavad keskenduda oma vajadustele, sealhulgas vajadusele purustusteenust sisse osta või müüa oma tooteid teistele ettevõtetele.

Aus Design OÜ on koostöös mitme Eesti rõivatootmise ettevõttega (nt Sangar) rakendanud tekstiilitootmises tekkinud tekstiiljäätmete väärtustavat ringlussevõttu ehk UPMADÉ ringset rõivatootmis- ja sertifitseerimismudelit.²⁹ Samuti pakub Aus Design rõivaste ringse disaini ja parandusteenust (Trash to Trend).³⁰

Tekstiiljäätmete ringsete lahendustega on suuremas mahus tegelenud Eestis ka Lindström OÜ, kes pakub hotellidele ja restoranidele, raskest tööstusele ja teistele sektoritele tööriiete, tööstuslike puhastustekstiilide ja muude tekstiilide renditeenust. Suurem osa tekstiilide ringlussevõttust tehakse siiski Soomes, Lindströmi grupi tütarettevõttes Rester Oy. 2023. aastal saatis Lindström Eestist Soome ümbertöötamiseks umbes 54 tonni oma kasutusaja lõpule jõudnud tööriivaid. Lindström pakub mitmeid ringseid tekstiililahendusi ja teenuseid. Näiteks pakutakse ringset tööriivaste renditeenust, mis sisaldab korduskasutuse kõrval ka rõivaste parandust rõivaste eluea pikendamiseks. Samuti kasutavad mitmed tööstusettevõtted Lindströmi tööstuslike puhastuslappe, mis on valmistatud tekstiiljäätmetest.

Tabel 8. Ülevaade Eestis tegutsevatest ja tekstiiljäätmete ringlussevõtu võimekust omavatest ettevõtetest

Ettevõte	Tekstiilide ringlussevõtu tegevuse kirjeldus	Käitlusvõimsus
Ettevõtte-sisene käitlusvõimekus olemas		
Paragon Sleep AS	Mehaaniline ringlussevõtt – tekstiilitööstuses tekkinud tootmisjääkide ringlussevõtt	1200 tonni aastas
Wendre AS	Mehaaniline ringlussevõtt – tekstiilitööstuses tekkivate tootmisjääkide mehaaniline purustamine ja kasutamine tekkide ja patjade täitematerjalina	370 tonni aastas
Potentsiaalne võimekus kasutada tekstiiljäätmel enda toodetes		
KIUD packaging (KIUD Technologies OÜ)	Potentsiaalne ringlussevõtja – tekstiilitööstuses tekkivatest tootmisjääkidest pakendite tootmine (uuritakse võimalusi kasutada ka tarbijajärgseid tekstiiljäätmel)	Prognoositav võimekus kasutada enda toodetes prognoositavalt 250 tonni aastas (alates 2026. a)
Mistra-Autex AS	Mehaaniline ringlussevõtt – võimalus kasutada ringlussevõetud/teisest tekstiilkiudu (nii tekstiilitööstuses tekkinud tekstiiljäätmeltest kui ka tarbijajärgsetest tekstiiljäätmeltest) autotööstusega seotud toodetes (nt pagasi küljed, istmed).	Väljendanud huvi kasutada enda toodetes kuni 500 tonni aastas

29 <https://upmade.org/>

30 <https://www.reetaus.com/>

Lisaks olemasolevatele tekstiilijäätmete ringlussevõtuga tegelevatele ettevõtetele on Eestis tekkimas ka uusi ettevõtmisi tekstiilijäätmete ringlussevõtu valdkonnas.

Üheks näiteks on Greenful Group OÜ, kes on viimaste aastate jooksul nii Eestis kui ka mitmes teises ELi liikmesriigis proovinud rajada tekstiilijäätmete mehaanilise ringlussevõtu tehaseid, mis toodaksid tekstiilijäätmetest komposiitmaterjalist paneele, mida saab kasutada ehituses, dekoratiivelementidena, mööblitootmises jne. Ettevõtte sõnul sobivad nende toodete sisendmaterjaliks väga madala kvaliteediga ja erineva värvusega tekstiilijäätmed. Selle uuringu läbiviimise ajaks ei ole Greenful Group veel ühtegi tehast rajanud. Ettevõtte on võtnud uuesti plaani rajada tehas Eestisse Sillamäele, kuhu peaks plaanide kohaselt tulema nii täisautomaatne sortimisliin kui ka paneelide tootmine.

Tekstiilijäätmete keemilise ringlussevõtu lahenduste arendaja ja testijana saab välja tuua Cellula OÜ, kes on välja töötanud uude tehnoloogiat tselluloosi lahustamiseks. Protsessi on võimalik kasutada segatekstiilist sünteetilise ja naturaalse kiu eraldamiseks. Uudne tehnoloogia võimaldab muuta tselluloosi vesilahuseks sarnaselt viskoos- või Lyocell-protsessiga, kuid protsessis kasutatavad katalüsaatorid ei ole mürgised, on odavad ja suures osas taaskasutatavad. Protsessi tulemusena saadud viskoosmassist saab toota näiteks pakkekilet või väärindada seda keemiliselt uute toodete valmistamiseks (sh tekstiilkiuks). Ettevõtte kavandab pilootprojekti ja testkäitise rajamist, et jõuda tehnoloogilise valmiduse tasemetele (TVT) 5–6³¹.

Eestis on perspektiivi ka pürolüüsipõhise keemilise ringlussevõtu arendamiseks (vt ka [ptk 3.3.5](#)). Siiani siiski konkreetsemaid arendusprojekte, mis põhineksid tekstiilijäätmete töötlemisele, ei ole selles vallas alustatud.

Tekstiilijäätmete kogumise ja käitlemise väljakutsed

Tekstiilijäätmete kogumise ja käitlemise arendamise peamiseks takistuseks on asjaolu, et siiani puudub Eestis ja Euroopas laiemalt nende jäätmete, eriti tarbijajärgsete tekstiilijäätmete suuremas mahus ringlussevõtu võimekus (vt põhjused ka [ptk 2.3.3](#)). Nii liiguvad liigiti kogutud rõiva- ja tekstiilijäätmed Eestis ikkagi kas prügilasse või muude jäätmekoodide all (eelkõige sortimisjäägina või prügikütusena) põletusse. Samuti pole rakendunud ei laiendatud tootjavastutusel ega ka muul viisil toimivat rõiva- ja tekstiilijäätmete käitlemise finantseerimisskeemi. Seega puudub süsteemi osalistel (sh KOVidel) motivatsioon ja ka finantsiline võimekus laiendada rõiva- ja tekstiilijäätmete kogumissüsteemi. Seda kinnitavad ka uuringu küsitluste ja intervjuude tulemused.

Korduskasutusorganisatsioonidele tekitab peavalu nende kogumissüsteemi sattuvate ning üha suuremate rõiva- ja tekstiilijäätmete koguste jäätmetena käitlemise rahastamine (vt ka [ptk 1.3.1](#)). Sisuliselt puudub

31 TVT 5 – tehnoloogia on kontrollitud asjakohases keskkonnas; TVT 6 – tehnoloogia on demonstreeritud asjakohases keskkonnas (allikas: <https://etag.ee/wp-content/uploads/2019/01/Tehnoloogilise-valmiduse-tasemed.pdf>)

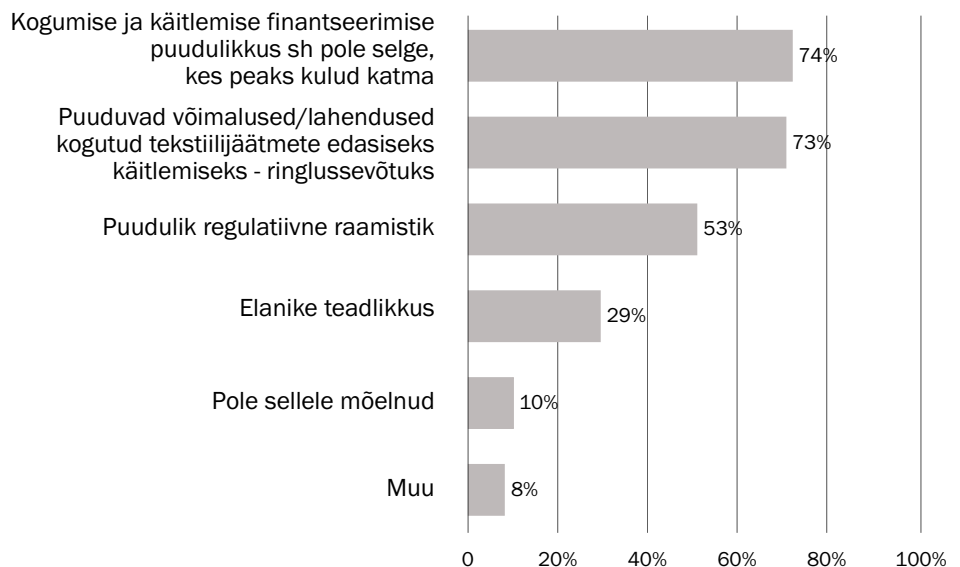
neil võimalus selliseid jäätmeid tasuta üle anda edasiseks käitlemiseks. Kindlasti ei saa korduskasutusorganisatsioonid jäätmekäitluskulude kasvades korraldada sellisel kujul rõiva- ja tekstiilijäätmete käitlemist.

KOVide küsitlus tõi välja eelkõige järgmised kolm peamist takistust tekstiilijäätmete käitlemise arendamisel (Joonis 3).

1. Tekstiilijäätmete kogumise ja töötlemise ebapiisav rahastamine ning ebakindlus küsimuses, kes peaks kandma seonduvad kulud.
2. Lahenduste puudumine kogutud tekstiilijäätmete edasiseks käitlemiseks, sealhulgas ringlussevõtuks.
3. Puudulik õiguslik raamistik, mis neid küsimusi selgelt reguleeriks ning sätestaks vastutused ja finantseerimise alused.

Mitmed KOVid tunnistasid, et neil puudub selgus tulevasesest jäätmereformist (sh näiteks laiendatud tootjavastutusest) ja seetõttu oodatakse riigitasandi otsuseid.

Joonis 3. Kohalike omavalitsuste (N=62) takistused tekstiilijäätmete kogumise ja käitlemise (eelkõige ringlussevõtu) arendamisel.



Nii on suurem osa omavalitsusi rõiva- ja tekstiilijäätmete kogumise edasiseks arendamiseks äraootaval seisukohal. Ligikaudu 30% küsitlusele vastanud KOVidest (N=53) puuduvad konkreetsemad plaanid alates 1. jaanuarist 2025 jõustuva tekstiilijäätmete liigiti kogumise nõude täitmiseks. Suurem osa vastanutest tõi siiski välja, et neil on teatud plaan olemas või väljatöötamisel. Paljud omavalitsused kavatsesid jätkata või alustada tekstiilijäätmete kogumist jäätmejaamades, mõned mainisid, et kavandavad vajadusel paigaldada avalikku ruumi tekstiilijäätmete kogumiskonteinereid või koguda neid jäätmeid korraldatud jäätmeveo kaudu. Samas tuuakse välja, et kavandatud kogumissüsteemi arendamise ja toimivana hoidmise eelduseks on tekstiilijäätmete käitluse finantseerimissüsteemi olemasolu. Hetkel ei ole KOVidel selleks omavahendeid.

Lisaks tõi KOVid küsitluses välja, et inimeste teadlikkus korduskasutatavate ja jäätmetena kogutavate rõivaste ja tekstiilide osas on madal. Rõiva- ja tekstiilijäätmete konteineritesse visatakse nii korduskasutuseks

sobivaid kui ka määrdunud või hallitanud rõivaid. Kuna siiani on suurem osa liigiti kogutud rõiva- ja tekstiilijäätmetest liikunud edasi kas põletusse või prügilasse, siis pole jäätmetena kogutavate tekstiilide kvaliteedile (sh kogumiskoha/konteineri sobivusele) tähelepanu pööratud. Seega tuleb enne rõiva- ja tekstiilijäätmete ringlussevõtu tegelikku rakendumist inimesi olulisel määral harida ja teavitada.

Ka tekstiilitööstuses tekkivate tekstiilijäätmete ringlussevõtu võimalusi on Eestis ja lähiriikides vähe ning selliste jäätmete ümbertöötamise seotud kulud (koos transpordiga) on üldjuhul olulisemalt kõrgemad kui senised jäätmekäitluskulud. Nii jõuavad ringlussevõtu seisukohast ka sobivamad tootmisjäägid praegu suurel määral prügilasse või ringiga põletusse. Üksikud ettevõtted on arendanud tehnoloogilist võimekust tekstiilitööstuses tekkivate tekstiilijäätmete käitlemiseks ja uuesti kasutamiseks toomisprotsessis (üldjuhul vatiinist täitematerjalina). Samas keskenduvad need ettevõtted eelkõige enda tootmisjääkide töötlemisele. Ühe takistusena, miks seda teenust teistele ettevõtetele ei pakuta, on välja toodud jäätmeregulatsioonist tulenev kohustus omada selleks keskkonnaluba – ettevõtteid ei motiveeri loa taotlemisega kaasnev bürokraatia. Siiani on olnud tekstiilijäätmete üleandmine jäätmekäitlusteetetele (põletamiseks ja kõrvaldamiseks) ka suhteliselt odav, mistõttu ei ole muul käitlemisel ka majanduslikku stiimulit. Küll aga on regulatiivsete leevenduste ja majandusliku stiimuli suurenedes tekstiilijäätmete ümbertöötlemise võimekusega tekstiilitööstusettevõtted valmis oma tehnoloogilisi lahendusi edasi arendama.

Eestis tekstiilijäätmete ringlussevõtu edendamiseks tuleks sarnaselt Põhjamaadega kutsuda ellu riiklikul tasandil eestveetav ja toetatav ringsete tekstiilide lahendustele keskenduv teadus- ja arendusprogramm. Selle raames saaks koostöös teadusasutuste, ettevõtete ja teiste osalisetega (sh korduskasutusorganisatsioonid ja KOVid) välja arendada tekstiilijäätmete kogumise ja ringlussevõtu lahendusi (vt ka [ptk 3.3.5](#)).

1.3.3 Eestis müümata jäänud tekstiilid

Müümata või tagastatud tekstiiltoodete hävitamise küsimus on kujunenud Euroopa Liidu tasandil oluliseks teemaks, kuid selliste tekstiilide kogus ning nende hävitamise ulatus ja käitlemine on olnud siiani ebaselge.³² Seepärast plaanitakse ELi tasandil meetmeid, et piirata või keelata müümata ja tagastatud tekstiiltoodete hävitamine (vt ka [ptk 2.4.2](#)). Siiani

32 Euroopa Keskkonnaagentuuri ringmajanduse ja ressursikasutuse teemakeskuse (EEA ETC CE) aruandest (2024, lk 17) selgub, et umbes 4–9% Euroopas turule pandud tekstiiltoodetest hävitatakse enne kasutuselevõttu, mis moodustab 264 000–594 000 tonni aastas. Probleemi süvendab internetiostude levik, sest keskmiselt on veebist ostetud rõivaste tagastamismäär 20% (ehk iga viies veebist ostetud riideese tagastatakse) – see on kolm korda rohkem kui füüsilistes kauplustes. Hinnanguliselt kolmandik tagastatud rõivastest, mis olid veebis ostetud (22–43%), hävitatakse. Müümata jäänud tekstiilide osakaaluks on hinnatud keskmiselt 21%, mille hulgas on ka tagastatud tooted. Sellest umbes viiendik hävitatakse (Euroopa Keskkonnaagentuur, 2024).

on Prantsusmaa ja Saksamaa ainsad riigid, kes on keelanud müümata jäänud kaupade hävitamise.

Selle uuringu raames viidi Eesti rõivaste ja kodutekstiilide jae- ja hulgimüüjate (sh tootjate) seas läbi küsitlus, et hinnata Eestis müümata jäänud tekstiiltoodete osakaalu ning selgitada välja nende edasine käitlus ja peamised väljakutsed.

Veebipõhine küsitlus saadeti ettevõtetele 2024. aasta märtsis. Asjakohaste ettevõtete kaardistamiseks kasutati Eesti Majanduse Tegevusalade Klassifikaatorit (EMTAK)³³ ja e-äriregistri portaali. Küsitluse valimisse võeti 1073 ettevõtet, kelle põhitegevusalaks on rõivaste tootmine (v.a karusnahast rõivad) (141), rõivaste ja jalatsite hulgimüük (46421), rõivaste jaemüük spetsialiseeritud kauplustes (47711) või tekstiili, rõivaste ja jalatsite jaemüük kioskites ja turgudel (47821). Valimisse võetud ettevõtted peaks olema eeldatavasti just need, kelle tegevuse tulemusena võib tekkida müümata jäänud tekstiiltooteid.³⁴

Küsitlusele vastas ainult 27 ettevõtet³⁵ ehk tegemist ei ole esindusliku valimiga. Enamik vastanutest (44%) on mikro- ja väikeettevõtted, kes toodavad rõivaid ja/või kodutekstiile. Paljud neist müüvad oma tooteid veebiplatvormide kaudu ning mõned (25%) ka jaemüügikauplustes nagu kaubamajad või spetsialiseeritud poed.

Üle poole küsitlusele vastanutest (52%) tegutsevad jaemüügi sektoris või määratlevad end muus tegevusvaldkonnas. Viimased hõlmavad peamiselt mikroettevõtteid, kes pakuvad väikese mahuga tellimustöid, näiteks rahvariiete valmistamist. Sarnaselt tootjatega müüvad paljud tekstiiltoodete müüjad oma tooteid veebiplatvormide kaudu, kuid enamikul neist on ka füüsilisi jaemüügikohti. Hulgimüüjate osakaal oli küsitluses väike – vaid üks ettevõte.

Küsitluses osalenud ettevõtete Eesti turule lastud uute tekstiiltoodete kogused kõikusid 2023. aastal märkimisväärselt, ulatudes väga väikesest kogustest, mis jäid vahemikku 9 kg kuni 3 tonni, kuni suuremate mahtudeni, näiteks 27 tonni.

Küsitlusele vastanud ettevõtete turule lastud rõivastest ja kodutekstiilidest jäi **keskmiselt müümata 9%**³⁶ (N=26). See sisaldab osaliselt ka tagastatud tekstiile (eelkõige e-kaubanduse puhul). Müümata jäänud tekstiilide kogused varieerusid suuresti, tulenevalt ettevõtete ärimudelist ja tegevuslaadist. 38% vastanutest väitis, et 2023. aastal ei tekkinud neil üldse müümata tekstiiltooteid. Seda võib selgitada osaliselt nende

33 <https://www.rik.ee/et/ettevotjaportaal/emtak-tegevusalad>

34 Samas väljendab see pigem lühikaudset hinnangut ettevõtete arvu kohta, keda võib mõjutada võimalik müümata jäänud tekstiiltoodete hävitamise keeld. Valimi aluseks oleva 1073 ettevõtte põhitegevus oli rõivaste ja kodutekstiilide tootmine ja müük. Mõjutatavate ettevõtete arv võib olla mõnevõrra suurem.

35 Oluline on täpsustada, et väga suur osa äriregistrist saadud kontaktandmed ei olnud enam kehtivad. Lisaks tuli tagasiside mitmelt, et ettevõtte on oma tegevuse lõpetanud.

36 Kui välja arvata ühe vastanud ettevõtte tulemus, kellel jäi maha müümata väga suur osa toodetest (65%), siis oli keskmine maha müümata tekstiiltoodete osakaal 6%. Müümata jäänud tekstiiltoodetest ainult väike osa (alla 2% turule pandud tekstiilidest) jõuab lõpuks hävitamisele.

ärimudel, kus tooted valmivad eelkõige vastavalt kliendi vajadustele/tellimustele. 24% ettevõtetest tõid välja müümata jäänud tekstiilide osakaalu, mis jäi vahemikku 0,02–5% turule lastud tekstiilidest. Ülejäänud ettevõtted (38%) tõid välja, et nende müümata jäänud tekstiilide osakaalud olid suuremad, vahemikus 10–65% (kõrgeima osakaalu ehk 65% märkis ainult üks ettevõtte).

Suur osa ettevõtetest (44%) tõi välja, et müümata jäänud tekstiiltoodete kogus on viimastel aastatel vähenenud. Vaid 15% vastanutest märkis, et müümata jäänud tekstiiltoodete kogus on kasvanud. Ülejäänud ettevõtted vastasid, et neil puudub täpne ülevaade sellest, kas müümata jäänud toodete kogus on kasvanud või vähenenud.

Küsitluse põhjal võib välja tuua peamised põhjused, miks tekstiiltooted jäävad müümata. Kõige sagedamini (33% vastanutest) toodi välja tootmise/müügi planeerimine. Planeerimisprobleemide hulgas on näiteks ebapiisavad müügimahtude prognoosid, ebatõhusad müügistrateegiad ning mitteamustamine tegeliku turukonkurentsi suhtes. Tootjad ja tarnijad, kes nõuavad minimaalseid tellimiskoguseid, osutasid samuti oluliseks faktoriks, mis mõjub läbimüüki ja ka müümata toodete koguseid (26%). Lisaks märgiti (26%), et suuremad tellimused on majanduslikult soodsamad, kuid kui tooted ei müü piisavalt kiiresti või kui tarbijate eelistused muutuvad enne tellimuse müümist, tekivad ülejäägid. Kiire jaemüügiotsuse, mida soodustavad uute toodete sagedased tarned, samuti logistikaprobleemid ja kvaliteediprobleemid, olid samuti tegurid, mis võivad viia müümata tekstiiltoodeteni.

Enamik vastanud ettevõtetest rõhutas, et võimalikult suurt kogust müümata toodetest püütakse siiski ühel või teisel viisil realiseerida (nt allahindlusega või müügiga järgmisel hooajal). 81% vastanutest müüvad või annavad müümata jäänud tekstiilid korduskasutuseks heategevusorganisatsioonidele. Samuti mainiti toodete ümberdisainimist uuteks toodeteks (eelkõige väiksemad tootjad). Ainult 22% ettevõtetest tõi välja, et on müümata jäänud tekstiiltooteid andnud üle tekstiilijäätmetena jäätmekäitlejatele või viinud jäätmete kogumiskohta. Vaid üks vastanu ekspordib realiseerimata jäänud rõivaid kolmandatesse riikidesse. Seega võib öelda, et suhteliselt väike kogus Eestis müümata tekstiiltoodetest hävitatakse/käideldakse lõppkokkuvõttes jäätmetena.

Müümata jäänud tekstiiltoodete realiseerimisega (sh nende võimaliku müümise või korduskasutusse saatmisega) seotud väljakutsetest toodi välja peamisena (37% vastanutest), et ettevõtetel on väga piiratud võimalused müümata tekstiiltooteid hoida/ladustada pikemaajaliselt. Ruumide väiksus või puudumine on eriti terav väiksematel jaemüüjatel. Seetõttu ei saa ettevõtted/kauplused hoiustada müümata jäänud tooteid ja peavad need kiiresti realiseerima (muude võimaluste puudumisel ka jäätmetena), et teha ruumi järgmisele kollektioonile. Paar vastanud ettevõtet tõid ära müümata tekstiiltoodete korduskasutusse suunamise takistusena ka sobivate organisatsioonide puudumise, kellele tekstiile annetada.

Ettevõtted, kes oma müümata tekstiiltooteid on sunnitud jäätmetena üle andma, nimetasid ka selle teenuse kulukust.

1.4 Rõiva- ja tekstiilivoogude kokkuvõte

Selle uuringu andmete põhjal (vt eelnevad alapeatükid) võib välja tuua Eesti rõiva- ja tekstiilivoogude koguste hinnangulise kirjelduse, sh turule lastud uued ja kasutatud rõivad ning kodutekstiilid, imporditud ja eksporditud rõivad ja tekstiilid ning korduskasutusse suunatud ja jäätmetena käideldud rõivad ja tekstiilid (vt ka [Joonis 4](#)).³⁷

Uuringu andmete põhjal³⁸ võib hinnata, et Eestis tarbitakse ligikaudu 16 200 tonni uusi rõivaid ja kodutekstiile aastas, mis teeb ühe elaniku kohta 12,2 kg aastas. Turule lastud uute rõivaste ja kodutekstiilide kogus on viimastel aastatel püsinud samas suurusjärgus. Peale selle tarbitakse Eestis hinnanguliselt 4100 tonni kasutatud rõivaid ja kodutekstiile ehk 3,1 kg ühe inimese kohta aastas. Kasutatud rõivaste ja kodutekstiilide kogus on viimaste aastate jooksul kasvanud (2018. aastal tarbiti kasutatud rõivaid ja kodutekstiile 2,4 kg inimese kohta). Seega tarbiti Eestis 2022. aasta andmete põhjal uusi ja kasutatud rõivaid ja kodutekstiile ligikaudu 20 300 tonni ehk 15,2 kg inimese kohta aastas. Siinjuures tuleb silmas pidada, et tegelik uute rõivaste ja kodutekstiilide tarbimise kogus on suurem (hinnanguliselt 10–20%), kuna käesolev arvestus ei sisalda eraisikute oste välisriikide e-kaubandusest ja välismaalt.

Eestisse imporditakse jätkuvalt märkimisväärne kogus (ligikaudu 5800 tonni) kasutatud rõivaid ja tekstiile, mida siin sorditakse ja suunatakse kohapeal kasutusse (müük ja annetamine). Imporditud kasutatud rõivaste ja tekstiilide kogused on viimastel aastatel vähenenud.³⁹ Eestist eksporditakse ligikaudu samas suurusjärgus kasutatud rõivaid ja tekstiile nii korduskasutuseks kui ka jäätmetena taaskasutuseks.

Kasutatud rõivaste ja tekstiilide kogumine ja tarbimine on Eestis viimaste aastate jooksul kasvanud.⁴⁰

Uuringu tulemused näitavad, et Eestis koguti 2022. aasta seisuga kasutatud rõivastest ja tekstiilidest liigiti kokku ligikaudu 39% (arvestatuna turule lastud uute rõivaste ja tekstiilide kogusest). Sellest suurema osa moodustasid korduskasutusse suunatud rõivad ja tekstiilid – 79% (4985 tonni), tarbijajärgsete rõiva- ja tekstiilijäätmetena (koodidega

37 Kuna jalanõude korduskasutuse ja ka tekstiilijäätmete arvestuses osas üldjuhul eraldi arvestust ei peeta, siis on nende toodete kogused arvestatud jäätmevoogudes osaliselt, aga eraldi pole nende osakaalu võimalik välja tuua. Turule lastud uute rõivaste ja kodutekstiilide hulgas jalanõusid ei ole arvestatud.

38 Siin esitatud Eesti rõiva- ja tekstiilivoogude koondandmed tuginevad 2022. aasta kaubandusstatistikast, jäätmearuandlusest ja küsitlustest saadud andmetele.

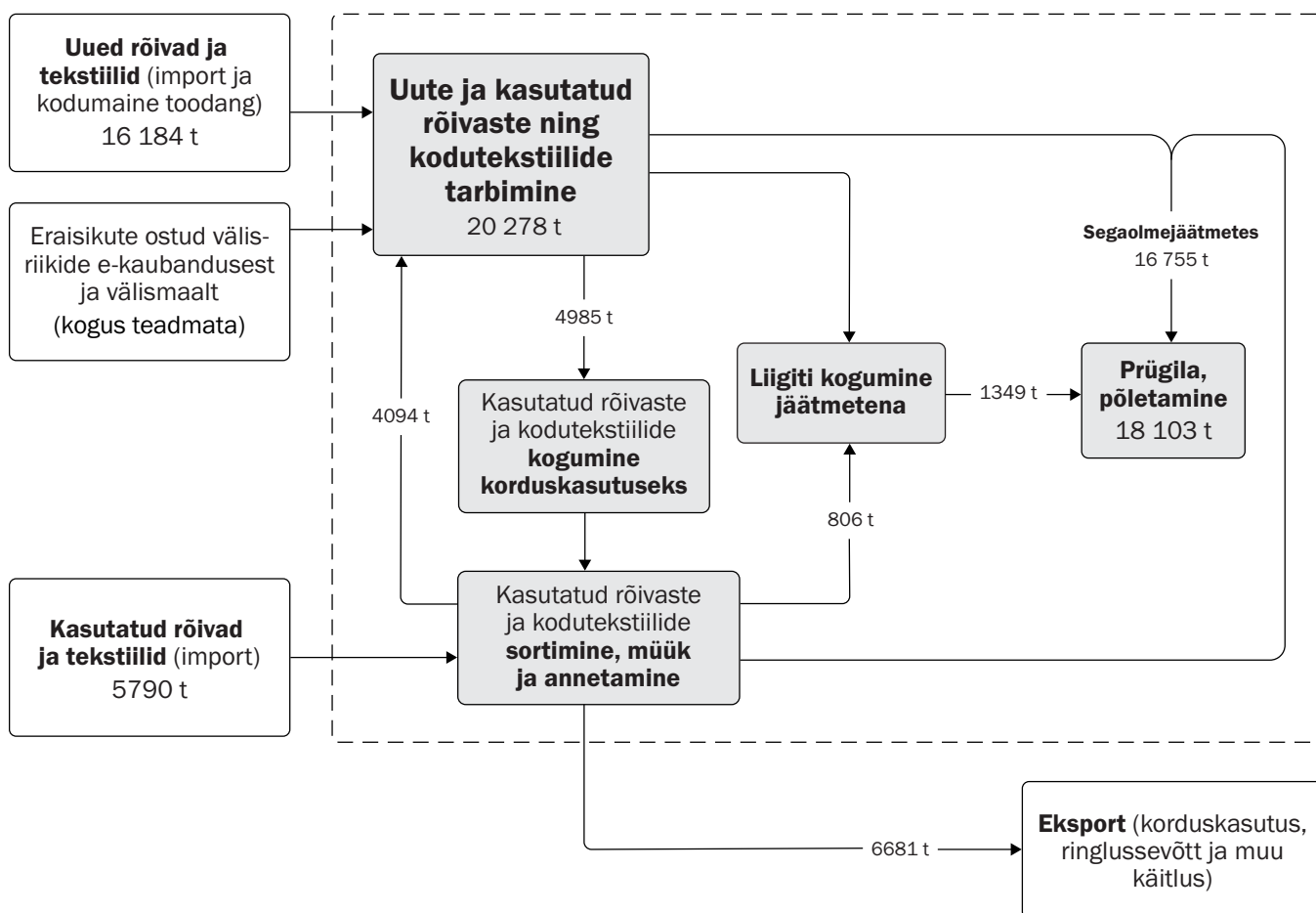
39 2018. aastaga võrreldes ligikaudu 40%.

40 2018. aastal koguti korduskasutuse eesmärgil Eestis 3035 t ja tarbiti 3160 t ning 2022. aastal juba vastavalt 4985 t ja 4094 t kasutatud rõivad ja kodutekstiile.

20 01 10 ja 20 10 11) koguti liigiti kokku ligikaudu 21% (1349 tonni).⁴¹ Lisaks koguti tekstiilitööstusettevõtetes tekstiilijäätmeid liigiti 1738 tonni.

Eestis on rõiva- ja tekstiilijäätmete liigiti kogumine pigem vähenenud viimastel aastatel. Põhjuseks on siin tekstiilijäätmete ringlussevõtu võimaluste puudumine. Nii liigub valdav osa liigiti kogutud rõiva- ja tekstiilijäätmetest ikkagi kas prügilasse või põletusse. Suurem osa rõiva ja tekstiilijäätmetest visatakse seetõttu jätkuvalt segaolmejäätmetesse (2022. a andmete põhjal ligikaudu 16 800 tonni aastas) ja sealt jõuavad need samuti põletusse või prügilasse. Kokku jõudis põletusse või prügilasse ligikaudu 18 100 tonni rõiva- ja tekstiilijäätmeid.

Joonis 4. Eesti rõiva- ja tekstiilivood (v.a tekstiilitööstusega seotud jäätmevood), tonni (2022. aasta andmete põhjal).



41 Siinjuures (ka joonisel 4) ei ole toodud tekstiilitööstuses tekkivaid ja liigiti kogutud tekstiilitööstusjäätmete koguseid.

2 Tekstiilijäätmete teke ja käitlemine Euroopas

Selles peatükis antakse lühiülevaade järgmistest tekstiilijäätmete tekke ja käitlemise aspektidest Euroopas:

- tekstiilijäätmete tekke ja käitlemise arvulised näitajad Euroopas ja maailmas laiemalt,
- tekstiilijäätmete ringlussevõtu peamised takistused ja väljakutsed Euroopas,
- tekstiilijäätmete kogumise ja käitlemise õiguslik alus ja korraldus Euroopa Liidus,
- laiendatud tootjavastutuse rakendamine Euroopa Liidus,
- Eesti lähiriikides olemasolevad tekstiilijäätmete käitlusvõimekused.

Ülevaade on üheks sisendiks tekstiilijäätmete kogumise ja käitlemise korraldusliku raamistiku ning tehnoloogilise võimekuse arendamise ettepanekute tegemisel (vt ka [ptk 3.3.5](#)).

Lühiülevaate sisendiks on eelkõige asjakohane kirjandus ja sellealaste varasemate uuringute andmed.⁴² Uuringu käigus viidi läbi ka terve rida intervjuusid Põhjamaade tekstiilide käitlusarenduste esindajatega ning külastati käitluskeskusi (vt ka [Lisa 4](#)). Eraldi on välja toodud valitud tekstiilijäätmete kogumise ja käitlemise korralduslikud näited Euroopas (sh Eesti lähiriikides toimivad tekstiilijäätmete käitluslahendused).

2.1 Tekstiilide tootmine ja tekstiilijäätme teke maailmas

Üleminek kiirmoele ja sellest tulenev madalama kvaliteediga tekstiilide tootmine on toonud kaasa hindade languse, muutes odava masstoo-danguna toodetud kiirmoetekstiilid kättesaadavamaks laiemale tarbijas-konnale kogu maailmas. Aastatel 2000–2020 suurenes maailma tekstiili-toodang peaaegu kaks korda (58 miljonist tonnist kuni 109 miljoni tonnini), samal ajal kui tekstiilide kasutusaeg vähenes ligikaudu 36% võrra (De La Motte & Östlund, 2022; Deckers et al., 2023; Ellen MacArthuri Sihtasutus, 2017). Keskmiselt kasutatakse ühte rõivaeset kuni 10 korda (Ellen MacArthuri Sihtasutus, 2017). Mitme uuringu (Deckers et al., 2023; Duhoux et al., 2022) kohaselt on ülemaailmne nõudlus tekstiiltoodete järele jätkuvalt tõusuteel ja seda soodustavad ikkagi veel valdavad kiirmoe ärimudelid, rahvastiku- ja majanduskasv, sissetulekute kasve ja linnastumine.

Globaalne tekstiili- ja moetööstus tekitab igal aastal üle 92 miljoni tonni tekstiilijäätmeid, millest suur osa lõpetab jäätmetena prügilates või põletuses (Niinimäki et al., 2020; Tang, 2023). Vähem kui 1% tekstiilidest võetakse ringlusse uute rõivaste valmistamiseks (Ellen MacArthuri Sihtasutus, 2017). Väikesele ringsusele ja raiskavale iseloomule tekitab tekstiili- ja moetööstus ligikaudu 7% ülemaailmsest kasvuhooonegaaside (KHG) heitkogusest (Kew, 2023).

Globaalsel tasandil on mõnevõrra suurem kasutatud rõivaste ja tekstiilide korduskasutamine. Koos ringlussevõtuga on hinnatud kasutatud tekstiilide kogumise määraks ligikaudu 25% (Ellen MacArthuri Sihtasutus, 2017). Kasutatud rõivaste ja tekstiilide (sh korduskasutatavate tekstiilide) kogumise määrad erinevad riigiti ja piirkonniti oluliselt. Näiteks on Saksamaal kogumismäär kõrge, kuni 75% (Niinimäki et al., 2020), samal ajal on USAs ja Hiinas määr vaid 10–15% (ibid.). Lisaks on riike, kus puudub kasutatud tekstiilide kogumiseks infrastruktuur täielikult (Ellen MacArthuri Sihtasutus, 2017; Niinimäki et al., 2020).⁴³ Märkimisväärselt on laienenud ka ülemaailmne kasutatud tekstiilide kaubandus, mis viimase 30 aasta jooksul on kasvanud peaaegu seitse korda (UNECE, 2024). Majandusliku Koostöö ja Arengu Organisatsiooni (OECD) hinnangul toimub umbes kolmandik OECD riikide kasutatud rõivaste kaubandusest OECD riikide vahel ja kaks kolmandikku kasutatud rõivastest läheb OECD riikidest väljapoole, peamiselt keskmise ja madala sissetulekuga

43 Eestis oli 2022. aasta seisuga kasutatud rõivaste ja tekstiilide kogumise määr hinnanguliselt 39% turule lastud uute rõivaste ja tekstiilide kogusest. Sellest suurema osa (79%) moodustasid korduskasutusse suunatud rõivad ja tekstiilid (vt ptk 1.1.2).

riikidesse (Ellen MacArthuri Sihtasutus, 2024). 2021. aastal moodustasid OECD riigid 71% globaalsest kasutatud tekstiilide ekspordist (ibid.). ÜRO kaubavahetuse andmebaasi Comtrade andmetel olid 2021. aastal juhtivad kasutatud riiete eksportijad Euroopa Liit (30%), Hiina (16%) ja Ameerika Ühendriigid (15%). Peamised importijad olid Aasia (28%, peamiselt Pakistan), Aafrika (19%, eelkõige Ghana ja Keenia) ning Ladina-Ameerika (16%, peamiselt Tšiili ja Guatemala) (UNECE, 2024). Kasutatud rõivaste import on toonud riikidele suure jäätmekäitluskoormuse, eriti nendes riikides, kus puudub infrastruktuur kasutuskõlbatute tekstiilide käitlemiseks, mis omakorda põhjustab märkimisväärset keskkonnamõju ja sotsiaalseid probleeme, sealhulgas terviseriske ja majanduslikku ebakindlust kohalike elanike seas.⁴⁴

44 Ellen MacArthuri Sihtasutuse aruandes (2024) tuuakse näiteks Ghana, kus kasutatud riiete import kasvas aastatel 2000–2021 140,5%. Kuna tekstiilide jäätmekäitluse infrastruktuur on selles riigis endiselt puudulik, põletatakse, ladestatakse mitteametlikesse prügilattesse või hävitatakse kasutuskõlbatud tekstiilid muul viisil.

2.2 Tekstiilijäätmete teke ja käitlemine Euroopas

Ka Euroopa Liidus on kiirmoe tarbimismentaliteedi ja tekstiiltoodete suhteliselt madalate hindade tõttu nende tarbimine kasvanud. Nii on ostetud rõivaste kogus arvestatuna ühe inimese kohta kasvanud vaid mõne aastakümnega 40% võrra (Šajn, 2022). Euroopa Teadusuuringute Ühiskeskuse (JRC) (2023) hinnangul lastakse ELi turule umbes 12 miljonit tonni tekstiili aastas. Eurooplased tarbivad keskmiselt 26 kg tekstiiltooteid inimese kohta aastas (Euroopa Keskkonnaagentuur, 2019), mis on suurem kui Eesti vastav näitaja (12 kg).

Euroopa tekstiilisüsteemi vähest ringsust ja raiskavat iseloomu näitab ka see, et suhteliselt suur kogus toodetud rõivastest jääb müümata (Kew, 2023). Euroopa Keskkonnaagentuuri (2024) andmetel hävitatakse 4–9% kõigist Euroopa turule lastud tekstiiltoodetest (264 000–594 000 tonni aastas), ilma et neid kunagi kasutatakse ettenähtud otstarbel.⁴⁵

Rõivaste tarbimisega paralleelselt on kasvanud ka tekstiilijäätmete kogus. Nii tekib ELis tekstiilijäätmeid hinnanguliselt 12,6 miljonit tonni aastas, millest tarbijajärgsed tekstiilijäätmed moodustavad 87% (10,9 miljonit tonni) (Huygens et al., 2023).⁴⁶

Euroopa Liidus kogutakse liigiti ligikaudu 22%⁴⁷ kasutatud tekstiilidest (nii korduskasutamiseks kui ka jäätmetena) (Euroopa Komisjon, 2023; Huygens et al., 2023). See moodustab aastas umbes 2,4 miljonit tonni liigiti kogutud tekstiili⁴⁸, samas kui sorteerimisvõimsus Euroopas on väiksem (kuni 1,8 miljonit tonni aastas) (Huygens et al., 2023). ELis tekivatest tekstiilijäätmetest suurt osa (üle 8 miljoni tonni aastas) ei koguta liigiti, vaid põletatakse või ladestatakse prügilasse (ibid.).

Prognooside kohaselt suureneb tekstiilide liigiti kogumine kogu Euroopas märkimisväärselt alates 2025. aastast, kui kõigile liikmesriikidele rakendub Euroopa Liidu jäätmete raamdirektiivi (2018/851)

45 Antud uuringus läbiviidud analüüsi põhjal jäi Eestis tegutsevatel ettevõtetel 2022./2023. aastal keskmiselt müümata 9% turule lastud tekstiiltoodetest, samas sellest suunatakse hävitamisele väike osa (hinnanguliselt alla 2% turule lastud tekstiilidest).

46 Samas on mõningate uuringute kohaselt välja toodud erinevaid hinnanguid Euroopa tekstiilijäätmete koguste kohta. Näiteks ETC CE avaldatud aruandes (2024, number 5) selgub, et ELis tekkis 2020. aastal hinnanguliselt 6,95 miljonit tonni tekstiilijäätmeid, mis moodustab umbes 16 kg inimese kohta. Sellest 4,4 kg inimese kohta koguti eraldi korduskasutuseks ja ringlussevõtuks ning 11,6 kg inimese kohta sattus majapidamiste segaolmejäätmete hulka. Aruandes tuuakse välja, et tarbijajärgsed (rõivad ja kodutekstiilid) tekstiilijäätmed moodustasid koguhulgast 82% (5,7 tonni). Ülejäänud osa moodustasid tekstiilijäätmed, mis tekkisid tootmisest või müümata tekstiilidest. McKinsey & Company uuringu (2022, lk 14) kohaselt tekib ELi riikides ja Šveitsis igal aastal 7 kuni 7,5 miljonit tonni tekstiilijäätmeid, mis on veidi üle 15 kilogrammi inimese kohta.

47 Köhler et al. (2021) on märkinud, et see osakaal on suurem – 38% turule lastud tekstiilidest kogutakse eraldi korduskasutuseks, ringlussevõtuks ja muuks jäätmekäitluseks.

48 Näiteks Köhler et al. (2021) uuringu kohaselt 2,1 miljonit tonni aastas ja EURATEX (2020) aruande kohaselt 2,8 miljonit tonni aastas.

tekstiilijäätmete liigiti kogumise nõue. Köhler et al. (2021) prognoosivad, et iga-aastane tekstiilijäätmete kogumismaht kasvab ELis 65 000–90 000 tonni võrra, kui liikmesriigid hakkavad rakendama uusi kogumissüsteeme. See kasv, koos olemasoleva kogumisega, võib liigiti kogutud tekstiilijäätmete mahu tõsta 2035. aastaks 0,8–1,1 miljoni tonni võrra, ulatudes kokku 3,2–3,6 miljoni tonnini aastas (Huygens et al., 2023)⁴⁹. Kogutud tekstiilide hulk sõltub aga suuresti sellest, milliseid süsteeme kasutatakse tekstiilide eraldi kogumiseks. Samas on tõenäoline, et isegi kui kogumismahud kasvavad, jääb Euroopa Liidu võimekus kogutud tekstiile korduskasutada ja eriti jäätmetena ringlusse võtta jätkuvalt piiratuks (vt ka ptk 2.3).

Lisaks märgib JRC uuring (2023), et igal aastal eksporditakse suur osa (umbes 1,8 miljonit tonni) Euroopa Liidu riikides liigiti kogutud kasutatud tekstiilidest kolmandatesse riikidesse sorteerimiseks, korduskasutamiseks või ringlussevõtuks⁵⁰. Umbes pool (ligikaudu 48%, mis on 0,85 miljonit tonni) liigiti kogutud ja sortitud tekstiilidest suunatakse ekspordiks kolmandatesse riikidesse, mille lisandub kuni 1 miljon tonni tekstiile sorteerimata kujul (ibid.). Viimane tuleneb Euroopa piiratud korduskasutuse ja ringlussevõtu võimekusest, mistõttu eksporditakse märkimisväärne osa kasutatud tekstiilidest väljapoole Euroopat, peamiselt Aafrikasse ja Aasiasse (Euroopa Keskkonnaagentuur, 2023). Aasiasse suunatud eksport läbib üldjuhul sorteerimise ja töötlemise sihtriigis ning seejärel käideldakse (sh võetakse ringlusse) kohapeal või eksporditakse edasi teistesse (enamasti Aafrika) riikidesse (ibid.). Eelnevalt sorteeritud tekstiilid on mõeldud sihtkohas korduskasutamiseks, kuid uuringute kohaselt (nt Dahlbom et al., 2023; Deckers et al., 2024; Ellen MacArthuri Sihtasutus, 2024) on suur osa nendest lõppkokkuvõttes kasutuskõlbmatud. Seetõttu on nendes riikides imporditud (sh Euroopast sisse veetud) kasutatud tekstiilid suur reostus- ja risustusallikas.

Kõik eksporditud kasutatud tekstiilide kogused on siiski väga hinnangulised, sest suures plaanis on nii koguste kui ka kolmandates riikides käitlemise andmed ebaselged (UNECE, 2024). Puudub ülevaade sihtriikides tegelikult toimunud tekstiilide kasutusest, sealhulgas käitlusest. Samuti ei erista Euroopa Liidu kombineeritud nomenklatuuri korduskasutustekstiilide koodid selgelt korduskasutuseks kõlbmatut tekstiili (Euroopa Keskkonnaagentuur, 2023). Euroopa Keskkonnaagentuur (2023) märgib, et riigid klassifitseerivad ja koguvad tekstiile erinevalt ning ÜRO Comtrade andmed ei peegelda alati eksporditud tekstiili kvaliteeti ja edasist käitlemist. Lisaks puudub ELi tasandil ühtne kasutatud tekstiilide andmete kogumine ja statistika (ibid.).

49 McKinsey & Company hinnangul (2022, lk 14) on võimalik, et liigiti kogutud tekstiilide hulk EL-27 riigis ja Šveitsis võib ulatuda 8,5–9 miljoni tonnini aastaks 2030.

50 Euroopa Keskkonnaagentuuri andmetel (2023) kasvas aastatel 2000–2019 EList eksporditud kasutatud tekstiili kogus pisut üle 550 000 tonnini kuni peaaegu 1,7 miljoni tonnini (1,7 miljonit tonni moodustab 3,8 kg inimese kohta).

2024. aasta kevadel teatasid Rootsi, Prantsusmaa, Taani, Austria ja Soome, et pooldavad tekstiilijäätmete reguleerimist Baseli konventsiooni⁵¹ alusel, et kõrvaldada praegused puudused rahvusvahelises jäätmekäitluses (Pourmokhtari et al., 2024). Erinevalt teistest probleemalistest jäätmevoogudest, nagu kodumajapidamiste, plasti- ja elektroonikajäätmed, ei nõuta tekstiilijäätmete puhul eelnevat nõusolekut importivatelt riikidelt ega keskkonnahoidlikke käitlemistavasid. Selles algatuses tehakse ettepanek kehtestada elektroonikajäätmete reguleerimisega sarnane raamistik, mis nõuab eelnevat nõusolekut tekstiilijäätmete impordiks ja ekspordiks ning keelab ohtlike tekstiilijäätmete (nt kemikaalide või värviga määdunud) ekspordi⁵². Ettepaneku eesmärk on parandada keskkonna- ja tervishoiualaseid tingimusi keskmise ja madala sissetulekuga riikides, kaitstes samal ajal korduskasutuseks mõeldud tekstiilide kaubandust (Pourmokhtari et al., 2024). See ettepanek võetakse arutellu Baseli konventsiooni osaliste 17. istungil, mis peaks toimuma 2025. aasta kevadel.

Euroopa Liit soovib seda probleemi lahendada ka uue riikidevahelise jäätmeveo määrusega (2024/1157), millega hakatakse oluliselt selgemalt reguleerima kasutatud tekstiilide ekspordi ELis ning sätestatakse täpsemad reeglid ja kriteeriumid kasutatud tekstiilide määratlemisel kasutatud kaubana (vt ka [ptk 2.4.2](#)). See peaks tagama, et rohkem käideldakse tekstiilijäätmeid Euroopas, edendades samas kestlikku ja ringset majandust ning vältides jäätmete ekspordiga seotud keskkonnaprobleeme kolmandates riikides.

51 Baseli konventsioon, mis võeti vastu 1989. aastal, reguleerib ohtlike jäätmete rahvusvahelist liikumist ja käitlemist, et kaitsta inimeste tervist ja keskkonda. Konventsioon nõuab, et osalised haldaksid ja käitleksid selliseid jäätmeid vastutustundlikult, rõhutades jäätmete vähendamist ja töötlemist nende tekkekoha lähedal.

52 <https://data.consilium.europa.eu/doc/document/ST-7881-2024-INIT/en/pdf>

2.3 Tekstiilijäätmete kogumise ja ringlussevõtu takistused Euroopa Liidus

Euroopa seisab kasutatud tekstiilide käitlemisel silmitsi suurte väljakutsetega. Need muutuvad aktuaalsemaks alates 2025. aastast, kui Euroopa Liidu liikmesriikidele muutub tekstiilijäätmete liigiti kogumine kohustuslikuks. Euroopas tekkivate (sh liigiti kogutud) tekstiilijäätmete mahud on kasvutrendis ja prognoositakse, et kogutud tekstiilijäätmete maht ületab olulisel määral olemasoleva sorteerimis- ja ringlussevõtu võime (Huygens et al., 2023), mistõttu on kasutuselt kõrvaldatud tekstiilide tõhusaks ringlussevõtuks vaja paremaid lahendusi ja suuri investeeringuid.

Järgnevalt on välja toodud peamised tekstiilijäätmete kogumise ja ringlussevõtu väljakutsed ning takistused ELis. Lühikärgelise põhineb nii varasemates uuringutes kui ka tekstiilijäätmete käitlemisega seotud ekspertide intervjuudes väljatoodul.

2.3.1 Kogumisega seotud väljakutsed

ELi liikmesriikides on siiani tekstiilijäätmete liigiti kogumist ja edasist käitlemist koordineerinud valdavalt kohalikud omavalitsused. Võib eeldada, et tekstiilijäätmete liigiti kogumise kohustust hakkavad samuti realiseerima eelkõige KOVid koostöös partneritega. Korduskasutuseks sobivate kasutatud tekstiilide kogumissüsteeme on kas eraldi või koostöös KOVidega arendanud ja hallanud korduskasutusorganisatsioonid, kellest valdav osa tegutseb n-õ sotsiaalsete organisatsioonidena/ettevõtetenä ehk sotsiaalmajanduse üksustena. Nii nagu näitavad Eesti ja teiste ELi liikmesriikide kogemused, ei sobi üha suurem osa kogutud kasutatud tekstiilidest aga korduskasutuseks ja käideldakse seetõttu hoopis jäätmetena. Samas on jäätmetena liigiti kogutud tekstiilides suhteliselt suur kogus korduskasutuseks sobivaid tekstiile.

Tuginedes ELi liikmesriikide (sh Eesti) kogemustele, võib tekstiilijäätmete kogumissüsteemi toimimise peamiste väljakutsetena välja tuua järgmised aspektid.

- Kuna siiani on suuremas osas ELi liikmesriikides puudunud kokku kogutud tekstiilijäätmete käitlusvõimekus ning käitlusega seotud kulude laiendatud tootjavastutuse alusel katmine, siis on KOVidel puudunud motivatsioon arendada tekstiilijäätmete kogumist (sh arendada kogumisvõrgustikku, suurendada teadlikkust jms).
- Kuna suures osas ELi riikides puudub tekstiilijäätmete terviklik käitlussüsteem (sh sortimine ja ringlussevõtt), siis pole ka loodud selget alust KOVidele ega teistele osalistele tekstiilijäätmete

kogumiseks. Puudub selge arusaam, milliseid tekstiilijäätmeid ja kuidas tuleks koguda ning kuidas ja kes peaks kandma selle tegevusega seotud kulud.

Paljudes ELi liikmesriikides on nii riiklikul kui ka kohalikul tasandil siiani puudu tekstiilijäätmete kogumise ja käitlemise strateegiline ja õiguslik raamistik. Nendes riikides ja omavalitsustes, kus tekstiilijäätmeid on hakatud liigiti koguma, on väljakutseks kogumise finantseerimine ja väga piiratud võimalused neid jäätmeid ringlussevõttu suunata. Seega on vaja tekstiilijäätmete laiaulatusliku kogumissüsteemi arendamiseks tagada selle tegevuse struktuurne finantseerimine (Ellen MacArthuri Sihtasutus, 2024). Lisaks on suureks väljakutseks inimeste teadlikkus ja valmisolek panustada liigiti kogumisse. Vaatamata erinevatele kogumismeetoditele on tulemused olnud ebapiisavad. Kogutud tekstiilijäätmed on tihti niisked või saastunud, mistõttu liiguvad liigiti kogutud tekstiilijäätmed valdavalt prügilasse või põletusse. Välja on toodud ka tekstiilijäätmete kogumise ja käitlemisega seotud andmete puudumist (nii ELi kui ka liikmesriikide tasandil), mis pärsib tõhusa kogumissüsteemi planeerimist ja loomist.

2.3.2 Eeltötlusega seotud väljakutsed

Sõltumata valitud tekstiilijäätmete ringlussevõtu viisist (nt mehaaniline või keemiline ringlussevõtt), on esmatähtis kogutud tekstiilijäätmete eeltöötlemine ja ringlussevõtuks ettevalmistamine (eelkõige kogutud tekstiilijäätmete sortimine ning sellele järgnev mehaaniline töötlus). Tuginedes ELi liikmesriikide kogemustele, võib kogutud tekstiilijäätmete eeltötluse peamise väljakutsetena välja tuua järgmised aspektid.

- Kuna suuremas osas ELi liikmesriikides puudub terviklik tekstiilijäätmete käitlemise süsteem ning selle finantseerimise alused, siis on ainult üksikutes ELi liikmesriikides tehtud esimesi samme tekstiilijäätmete eeltöötlemiseks (sh sortimiseks) vajalike käitiste loomisel. Paljudes ELi liikmesriikides sellised (tekstiilijäätmete eeltötluseks sobivad) käitised puuduvad.
- ELi liikmesriikides olemasolev tekstiilide sortimissüsteem tugineb peamiselt käsitsi teostatavatele protsessidele, mis on suuresti mõeldud korduskasutatavate tekstiilide sortimiseks ning ei sobi sellisel kujul tekstiilijäätmete ringlussevõtu eeltötluseks, mis nõuab spetsiifiliste tekstiilmaterjali- ja kiutüüpide tuvastamist ning eraldamist (Dahlbom et al., 2023).

Viimastel aastatel avaldatud uuringute kohaselt on tarbijajärgsete tekstiilijäätmete sortimisvõimsus ELis kuni poole väiksem (1,5–2 miljonit tonni aastas), kui eeldatav tekstiilijäätmete tekkekogus (Huygens et al., 2023; Köhler et al., 2021; McKinsey & Company, 2022). Suurem osa siiani tegutsevatest sortimiskäitistest toimivad peamiselt käsitsi teostatavatel protsessidel, mis teenindavad küll korduskasutusturge, kuid pole

optimaalsed tekstiilijäätmete eeltötluseks, eriti kvaliteetse mehaanilise ja keemilise ringlussevõtu jaoks, mis nõuab spetsiifiliste tekstiili- ja kiutüüpide tuvastamist ning eraldamist. Seetõttu on kasvanud huvi sortimisprotsessi automatiseerimise ning sobivate purustus- ja kiustamistehnoloogiate vastu, mis võiksid aidata lahendada just neid väljakutseid ja parandada protsessi tõhusust tekstiilijäätmete ringlussevõtu seisukohast (vt ka [ptk 3.3.2](#)). Hästi sorditud ja eeltöödeldud lähteaine on oluline erinevates ringlussevõtutehnoloogiates, kus igaühel on spetsiifilised nõuded kiudude koostisele ja muudele parameetritele. See rõhutab tungivat vajadust tekstiilijäätmete täpseks ja ulatuslikuks sortimiseks ja eelnevaks mehaaniliseks töötamiseks arvestades kiudude omadustega.

Suuremate tekstiilijäätmete sortimisrajatiste võimsused varieeruvad märkimisväärselt, ulatudes 40 000 tonnist aastas Hispaanias kuni 234 000 tonnini Madalmaades. Põhjamaades (nt Soome ja Rootsis) on rajatud viimastel aastatel ka moodsamaid ja automatiseeritud tekstiilijäätmete sortimisrajatiseid (vt ka [lisa 2](#)). Kui suurem osa sortimiskäitistest rajati esialgu pidades silmas piirkondlikku tekstiilijäätmete sortimisvajadust, siis tulenevalt majanduslikest põhjustest pakuvad olemasolevad sortimisrajatised teenust ka laiemalt. Näiteks sorditakse 55% Hollandis tekkinud tekstiilijäätmetest teistes ELi riikides, kuid enamik kohalikku tootmisvõimsust kasutatakse hoopis Saksamaalt pärit tekstiilide sortimiseks (van Duijn et al., 2022).

Euroopas on mitmeid riike ja piirkondi, kus siiani puuduvad tekstiilijäätmete jaoks sobivad eeltötluse võimalused. Samas on ka selliseid piirkondi, nt Madalmaad ja Põhjamaad, kes tegutsevad plaanipäraselt piirkondlike tekstiilijäätmete eeltötluse võimekuse loomisega.

Vastavalt erinevate mehaanilise ja ka keemilise ringlussevõtu võimaluste tekkimisele on rajatud nii sortimiskäitiste juurde kui ka eraldiseisvana tekstiilide edasise eeltötluse (nt purustamine ja kiustamine) käitiseid. Samas pärsib olemasolevate eeltötlemisrajatiste tegevust ja laiendamist ikkagi töödeldud tekstiilide vähene nõudlus ja ringse tekstiilisüsteemi puudulik rahastamine (Ellen MacArthuri Sihtasutus, 2024). Üha spetsiifilisemad nõuded tekstiilijäätmete eeltötlusele tõstavad selle tegevuse hinda. Lisaks puuduvad ELis ühtlustatud nõuded, suunised ja standardid tekstiilijäätmete eeltötluseks. Kõik see teeb keeruliseks sortimis- ja muude ringlussevõtuks vajalike eeltötlusrajatiste planeerimise ja ehitamise ning nende opereerimise efektiivselt ja majanduslikult optimaalselt.

2.3.3 Ringlussevõtuga seotud väljakutsed

Rõiva- ja tekstiilijäätmete ringlussevõtu tehnoloogiliste protsesside puudumine ja ka teisesest/ringlussevõtud toormest toodete vähene nõudlus on olnud kogu ringse tekstiilisüsteemi (sh tekstiilijäätmete kogumise ja eeltötlamise) arendamise peamiseks takistuseks. Tehniliselt on peamiseks takistuseks olnud rõivaste ja teiste tekstiiltoodete omadused (nt tekstiilide segakiud ehk looduslike ja sünteetiliste

tekstiilkiudude segamini kasutamine, erinevast materjalist komponentide lisamine, sh kattematerjalide, värvide ja kemikaalide kasutamine), mis teevad nende toodete ringlussevõtu väga keeruliseks. See omakorda on muutnud tekstiili ringlussevõtu väga kulukaks ning ringlusse võetud tekstiilid (nii teise toormena kui ka ringsete toodetena) ei ole ilma ringlussevõtu süsteemi lisafinantseerimiseta turul konkurentsivõimelised:

Tuginedes ELi liikmesriikide kogemustele võib tekstiilijäätmete ringlussevõtu peamiste väljakutsetena välja tuua järgmised aspektid.

- Kõige olulisem takistus tekstiilijäätmete ringlussevõtu arendamisel on nende jäätmete ümbertöötlemisel saadud teisene toore (nt kiudmaterjal) ja sellest saadud uute toodete vähene turunõudlus. Nimelt ei ole seni teisesest toormest tehtud alternatiivsed tooted konkurentsivõimelised sarnaste toodetega, mis on toodetud odavamast esmasest toormest. Kuna valdavas osas ELi liikmesriikides on puudu ka terviklik tekstiilijäätmete kogumise ja käitlemise süsteem ning selle finantseerimise alused, siis pole siiani suudetud ringsetele tekstiiltoodetele tekitada suuremas mahus nõudlust.
- Siiani on tekstiilijäätmete ringlussevõtu lahendused piirdunud eelkõige mehaanilise ringlussevõutuga. Kuna kõrgemal tasemel mehaanilise ringlussevõtu (nn kiust-kiuks või tekstiilist-tekstiiliks) eelduseks on puhas ja sobivate omadustega sisendmaterjal (tekstiilkiud), siis tulenevalt sellest, et tekstiilid, sh rõivad koosnevad üldjuhul väga erinevatest materjalidest/kiududest ning sisaldavad ka muid materjale (nt lukud, nõöbid, õmblusniidid, värvid ja viimistlusained, trükised), on selliseks ringlussevõtuks sobiva sisendi (kiu) saamine keeruline, piiratud võimalustega ning eeldab keerukaid ja kalleid eeltötluslahendusi. See pärsib eelkõige kõrgema taseme ehk väärtustavat ringlussevõttu (uute tekstiiltoodete valmistamist), mis peaks ringlussevõtul olema eelistatud lähenemine.
- Uudsed keemilise ringlussevõtu lahendused on paljuski alles arendusfaasis. Suur osa sellistest lahendustest keskendub eelkõige biogeensest tekstiilimassist (naturaalsest ehk looduslikust kiust) tselluloosi ekstraheerimisele. Keemilise ringlussevõtu lahendused vajavad suuri investeeringuid ning selliste lahenduste keskkonnamõju (nt protsessi energia kasutuse, heitmete ja jäätmete ning kemikaalide mõju) on ebaselge.

Turule lastud tekstiiltoodete disain aga ei toeta nende toodete pikaajalist kasutamist (sh korduskasutust) ega ka nende ringlussevõttu, kui nad on muutunud jäätmeteks (Ellen MacArthuri Sihtasutus, 2024).

Üheks oluliseks tekstiilijäätmete eeltötluse ja ringlussevõtu arendamise takistuseks, eriti suletud olulusringi ringlussevõtu puhul (vt lähemalt [ptk 3.3.1](#)), on tekstiiltoodete segakiuline koostis, mis varieerub ning muudab töötlemisprotsesside väljaarendamise tunduvalt keerulisemaks. Enim kasutatavad segakiulised kombinatsioonid tekstiiltoodetes on puuvilla ja polüestri segu (näiteks 50/50 või 65/35 koostis) (Textile

Exchange, 2022). Traditsiooniliste tekstiilkiudude kõrval esineb tänapäeva rõivastes ka teistlaadseid materjale (erinevad kiled, vahtmaterjalid, veekindlate materjalide polümeersed katted) (Esop et al., 2021). Lisaks väheleiduvale homogeenisele kiusisaldusele on tekstiilijäätmete ringlussevõtul arvestatavaks takistuseks ka mitmesugused kemikaalid, mida tekstiilide tootmisel kasutatakse (värvained, kinnitusained, pehmendajad, viimistlus- ja kattematerjalid, vett ja rasva hülglavad kemikaalid jne). Kasutatud tekstiilides leiduvad erinevad ohtlikud ained võivad oluliselt pärssida ka nende ümbertöötlemist ja ringlussevõttu.⁵³ Samuti võib tekstiilijäätmete ringlussevõtu puhul olla probleemiks ka tekstiilide kasutamisel lisandunud mustus ja kemikaalid.

McKinsey & Company (2022) andmetel peaks Euroopas kuni 70% tekstiilijäätmetest olema 2030. aastaks tehnoloogiliselt võimalik ringlussevõtta n-ö kõrgemal tasemel ehk suletud ringi (kiust-kiuks) lähenemisega. Kuna paljud tekstiiltooted koosnevad segakiududest, on selleks vaja tehnoloogiate (eelkõige keemilise ringlussevõtu) täiendavat arendamist ja ka toodete disaini muutmist, mis toetaks nende ringlussevõttu.

Siiani kasutatud mehaanilise ringlussevõtu lahendused (eelkõige looduslikest kiududest uue niidi/lõnga tegemine ning sellest omakorda tekstiilide tootmine) ei ole piisavad turule lastud valdavalt sünteetilisest kiust toodetud tekstiiltoodete massi ringlussevõtuks. Teisesest tekstiilkiust n-ö lausmaterjali tootmine ja selliste materjalide kasutamine toodetes (nt ehitusmaterjalid) on siiani olnud pärsitud eelkõige majanduslikel põhjustel (sellised ringsed tooted ei ole üldjuhul majanduslikult konkurentsivõimelised). Tekstiilijäätmete ringlussevõtu laiendamist takistavad olulised majanduslikud ja mittemajanduslikud turutõkked, sealhulgas tehnilised piirangud. Seetõttu on kogu tekstiilijäätmete massi ringlussevõtu perspektiivist oluline edasi arendada tekstiilijäätmetele sobivaid keemilise ringlussevõtu lahendusi (van Duijn et al., 2022).

Kogu tekstiilide ringlussevõtu süsteem Euroopa Liidus vajab seega finantseerimise (nt laiendatud tootjavastutusel põhinevat) skeemi. Üheks osaks selles protsessis on ka vajalike üleeuroopaliste õiguslike määratluste (nt tekstiilijäätmete mõiste ja jäätmeteks oleku lakkamine) ja ühtsete standardite koostamine. Peale selle tuleb tekitada ringsetele tekstiiltoodetele turunõudlus, kasutades selleks regulatiivseid ja majanduslikke instrumente (nt maksusoodustused, keskkonnahoidlikud hanked jms). Ringlussevõtu tõhustamiseks tuleb hakata suunama ka tekstiiltoodete disaini ja koostist, et tagada nende toodete oluliselt kergem ja odavam ringlussevõetavus. See kõik vajab jõupingutusi nii ELi kui ka liikmesriikide tasandil.

53 Näitena võib tuua sünteetilised, nn igavesed kemikaalid nagu per- ja polüfluoritud alküülühendid (PFAS) ja perfluorooktaansulfonaadid (PFOS), mis võivad ka hilisemas tekstiilijäätmete käitlusetapis probleeme tekitada (eriti vanade tekstiiltoodete puhul). Mitmed EL liikmesriigid kaaluvad selliste kemikaalide piiramist või keelustamist tekstiiltoodetes (vt ka <https://www.eurofins.com/textile-leather/articles/pfas-textile-regulations-around-the-world/>)

2.4 Tekstiilijäätmete kogumise ja käitlemise õiguslik alus ning korraldus Euroopa Liidus

Euroopa Liidu tekstiili- ja moetööstus on vaatamata märkimisväärsele keskkonnamõjule jäänud siiani keskkonnaalaselt (sh ringmajanduse seisukohast) suhteliselt vähereguleerituks. Vajadus luua terviklik õigusraamistik kasutatud tekstiilide, sh tekstiilijäätmetega seotud probleemide reguleerimiseks ELis, tuleneb põhimõttelisest arusaamast, et ilma ringse tekstiilisüsteemita on kliimaneutraalsuse ja ka üldisemate keskkonnamärgide saavutamine raske. Seetõttu on ELi tasandil algatatud selles valdkonnas viimastel aastatel mitmete strateegiliste ja õiguslike dokumentide väljatöötamine.

2.4.1 Euroopa Liidu strateegiline raamistik

Euroopa Liidu kliima- ja keskkonnapoliitika põhisuunad paneb paika 2019. aastal vastu võetud Euroopa roheline kokkulepe.⁵⁴ Tegu on ELi katusstrateegiaga, mille eesmärk on ressursitõhusa ja konkurentsivõimelise majandusega Euroopa, kus aastaks 2050 on saavutatud kliimaneutraalsus ja ressursside jätkusuutlik kasutus ning tagatud piisav majanduskasv.

Märtsis 2020 avaldati rohelise kokkuleppe olulise osana Euroopa uus ringmajanduse tegevuskava⁵⁵, mis sisaldab üle 30 meetme ringmajanduse edendamiseks. Ringmajanduse tegevuskava toob välja ka prioriteetvaldkonnad, mis vajavad eraldi tähelepanu. Nende hulgas on ka tekstiiltooted, kuna tegu on ühe kõige ressursimahukama tööstusharuga.

2022. aastal tuli Euroopa Komisjon välja ELi kestliku ja ringse tekstiili strateegiaga⁵⁶, et täita Euroopa Liidu rohelepe ja ringmajanduse tegevuskava kohustusi. Strateegia kohaselt on vaja Euroopas teha olulisi muudatusi, et üle minna praegusest lineaarsest tekstiilitootmise, -kasutuse ja käitlemise mudelist ringsele mudelile. Eesmärk on 2030. aastaks saavutada selline Euroopa tekstiiliturg, kus tooted on „pika kasutuseaga ja ringlusse võetavad, suures osas valmistatud ringlusse võetud kiududest, ohtlike ainete sisalduseta ning toodetud austades

54 <https://www.consilium.europa.eu/et/policies/green-deal/>

55 <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ET/TXT/?uri=CELEX%3A52020DC0098>

56 <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ET/TXT/?uri=CELEX%3A52022DC0141>

sotsiaalõigusi ja keskkonda.⁵⁷ Strateegias rõhutatakse ka kiirmoe vähendamise tähtsust ning tootjate vastutust nende toodetest tekkinud jäätmete eest.

ELi kestliku ja ringse tekstiili strateegia toob välja terve rea meetmeid, mis on kooskõlas ELi kliima- ja keskkonnanägemistega⁵⁸, näiteks järgmised meetmed.

- Kohustuslike **ökodisaininõuete** kehtestamisega soovitakse tagada, et turule lastud toodete kasutusiga oleks võimalikult pikk, tooted oleksid korduskasutatavad, parandatavad ja kasutusaja lõppedes ringlussevõetavad.
- Müümata või tagastatud tekstiiltoodete hävitamise lõpetamiseks kavatakse kehtestada nõuded, mille kohaselt suurettevõtjad peavad avalikustama müümata ja tagastatud tekstiilide hävitamise andmed ning uuritakse võimalust kehtestada müümata tekstiilide hävitamise keeld.
- Teabenõuete ja digitaalse tootepassi kehtestamisega soovitakse tagada, et tooted sisaldaksid selget keskkonnakestlikkuse näitajate teavet, mis aitab tootjatel ja tarbijatel teha teadlikumaid valikuid.
- Harmoniseeritud ELi eeskirjad laiendatud tootjavastutuse rakendamiseks panevad tekstiili- ja rõivatootjad vastutama oma toodete eest kogu elutsükli jooksul. Tarbijajärgsed tekstiilid kogutakse sihipäraselt kokku ja neid tuleks käidelda ringmajandusmudeli põhimõtteid järgides. Tootjavastutuse tasude **ökomoduleerimine** annab tootjatele stiimuli muuta tooted kestlikumaks.
- Rohe- ja digipöördeks vajalike oskuste arendamine hõlmab kvalifitseeritud **tööjõu koolitamist, sealhulgas noorte talentide ligimeelitamist ja oskuste täiendamist, et katta ökodisaini** ja uuendusliku tekstiilitootmise vajadusi.
- Tekstiilijäätmete ekspordi probleemide lahendamiseks on Euroopa Komisjon teinud ettepaneku kehtestada uued eeskirjad, mis lubavad tekstiilijäätmete ekspordit OECD-välisesse riiki ainult tingimusel, et need riigid nõustuvad jäätmete impordiga ja suudavad neid kestlikult käidelda.

2.4.2 Euroopa Liidu õiguslik raamistik

Tekstiilide, sealhulgas ringsete tekstiilide ja tekstiilijäätmete valdkonda reguleerivad ELi tasandil mitmed õigusaktid, millest peamised on alljärgnevalt välja toodud. Siinjuures tuleb selgitada, et käesoleva uuringu läbi viimise ajal olid olulisemate Euroopa Liidu õigusaktide muudatused alles kas arutlusel või muudatusettepanekute staadiumis.

57 https://environment.ec.europa.eu/strategy/textiles-strategy_en

58 <https://ringmajandus.envir.ee/sites/default/files/2022-11/Tekstiilistrateegia.pdf>

Euroopa Liidu jäätmete raamdirektiiv

Jäätmete raamdirektiiv (2008/98/EÜ), mis jõustus 2008. aastal, määratleb Euroopa Liidu jäätmekäitluse õiguslikud alused, sealhulgas põhiterminid nagu jäätmehierarhia, saastaja maksab ja tootjavastutus ning sätestab eesmärgid, sihtmäärad ja liikmesriikide kohustused.

Direktiiv hõlmab ka tekstiilijäätmete käitlemist, kehtestades nõuded nende liigiti kogumiseks, käitlemiseks ja aruandluseks. 2018. aasta muudatusega (2018/851⁵⁹) sätestati, et liikmesriigid peavad hiljemalt 1. jaanuariks 2025 sisse seadma tekstiili liigiti kogumise ja võtma meetmeid jäätmetekke vältimiseks, soodustades toodete ringlussevõttu ning luues süsteeme, mis edendavad tekstiilide parandamist ja korduskasutust.

5. juulil 2023 esitas Euroopa Komisjon ettepaneku jäätmete raamdirektiivi läbivaatamiseks, tunnistades vajadust oluliste investeeringute järele taristusse ja tehnoloogilistesse uuendustesse, et suurendada tekstiilijäätmete liigiti kogumist, sortimist, korduskasutamist ja ringlussevõttu. Euroopa Komisjoni üks ettepanekutest oli kehtestada regulatsioon, mille kohaselt vastutavad tekstiilitootjad, importijad ja muud tekstiiltoodete turule laskjad tekstiiltoote kogu olemusringi eest läbi laiendatud tootjavastutuse mehhanismi.

Euroopa Parlament võttis 13. märtsil 2024 vastu oma seisukoha Euroopa Komisjoni muudatusettepanekute kohta, toetades laiendatud tootjavastutuse süsteemi kehtestamist tekstiilidele.⁶⁰ Euroopa Liidu Nõukogu jõudis 17. juunil 2024 ühtse mandaadini jäätmete raamdirektiivi sihipärase läbivaatamise ja täiendamise osas.⁶¹ Jäätmete raamdirektiivi täiendamise ettepanek näeb ette, et kõigis ELi liikmesriikides tuleb rakendada tekstiilitootjatele kohustuslikud ja ühtlustatud laiendatud tootjavastutuse skeemid (vt ka ptk 2.4.3). Lisaks kaalutakse muude meetmete kõrval 2028. aasta lõpuks konkreetsete eesmärkide seadmist tekstiilijäätmete tekke vältimiseks, kogumiseks, korduskasutuseks ja tekstiilijäätmete ringlussevõtuks. Jäätmete raamdirektiivi muudatuste lõplik kokkuleppimine ja vastuvõtmine on kavandatud Ungari ELi eesistumise ajal 2024. aasta lõpuks. Siinjuures tuleb silmas pidada, et pakutud muudatused võivad enne jäätmete raamdirektiivi lõplikku vastuvõtmist veel mõnevõrra muutuda.

Kestlike toodete ökodisaini määrus

18. juulil 2024 jõustus kestlike toodete ökodisaini määrus 2024/1781 (ingl *Ecodesign for Sustainable Products Regulation*, ESPR).⁶² Kui varasemalt kehtinud ökodisaini direktiiv keskendus üksnes energiamõjuga

59 <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ET/TXT/HTML/?uri=CELEX:32018L0851>

60 <https://oeil.secure.europarl.europa.eu/oeil/popups/summary.do?id=1780546&t=e&l=en>

61 <https://data.consilium.europa.eu/doc/document/ST-11300-2024-INIT/et/pdf>

62 Euroopa Parlamendi ja nõukogu määrus (EL) 2024/1781, 13. juuni 2024, millega kehtestatakse kestlike toodete ökodisaininõuete sätestamise raamistik, muudetakse direktiivi (EL) 2020/1828 ja määrust (EL) 2023/1542 ning tunnistatakse kehtetuks direktiiv 2009/125/EÜ, <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/et/TXT/?uri=CELEX%3A32024R1781>.

seotud toodetele, siis uus ökodisaini määrus laieneb praktiliselt kõikidele ELi turul olevatele toodetele, k.a tekstiilidele. Eesmärk on parandada toodete korduskasutatavust, parandatavust, täiustatavust ja ringlussevõetavust ELis. Ökodisaini määrusega kehtestatakse maksimaalse mõjususe tagamiseks ja toodete keskkonnakestlikkuse tõhusaks parandamiseks ökodisaini nõuded tekstiilile.

Raamõigusaktina annab kestlike toodete ökodisaini määrus laiemad suunised ja eesmärgid kestlikkuse saavutamiseks. See tähendab, et üksikasjalikud reeglid ja nõuded tulevad eraldi õigusaktide kaudu. Uue määruse põhielemendid seoses tekstiilidega on järgmised.

- Määruse kohaselt võtab Euroopa Komisjon vastu tööplaani, milles on üheks prioriteetseks tooterühmaks tekstiiltooted (eelkõige rõivad ja jalanõud). Tööplaanis tuuakse välja, et tekstiiltoodetele kehtestatakse ökodisaininõuded ja täpsustatakse nende nõuete hinnanguline ajakava. Esimene tööplan võetakse vastu hiljemalt 19. aprilliks 2025.⁶³
- Kõikide ökodisaini määrusega reguleeritavate toodete puhul saab tavaks kasutada **digitaalset tootepassi**, mis võimaldab tooteid märgistada, tuvastada ning nendega seotud ringlus- ja kestlikkusandmeid jälgida, et aidata tarbijatel teha teadlikumaid otsuseid. Tarbijad saavad nendele andmetele juurdepääsu läbi avaliku veebiportaali. Digitaalse tootepassi standardid peaksid valmima 2025. aasta detsembri lõpuks, mis annab rõiva- ja tekstiilitööstusele kohanemiseks aega kuni 2027. aastani.⁶⁴
- Esmakordselt hõlmab tekstiilisektorit **müümata ja tagastatud tarbekaupade hävitamise keeld**, mis sunnib ettevõtjaid kriitiliselt hindama ja muutma oma tootmis- ja müügi praktikaid ning suunab neid kasutama meetmeid, mis on mitte ainult kestlikumad, vaid ka eetiliselt vastutustundlikumad. Tootjad ja müüjad on kohustatud avalikustama toodete mahakandmise kogused (toodete arv ja kaal), põhjused, kohaldatavad jäätmekäitlustoimingud ja hävitamise vältimiseks võetud meetmed. Aruandlus peab toimuma majandusaastate kaupa ja see kohustus kehtib suurettevõtetele esimese täieliku majandusaasta jooksul, mis rakendub kaks aastat pärast määruse jõustumist. Hävitamise keeld muutub kohustuslikuks suurettevõtetele alates 19. juulist 2026. Keskmise suurusega ettevõtetele hakkab keeld kehtima 19. juulil 2030. Mikro- ja väikeettevõtjate suhtes keeldu ei kohaldata, kuid nad ei tohi hävitada neile tarnitud tarbijale mõeldud müümata tooteid.⁶⁵

63 <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ET/TXT/?uri=CELEX:32024R1781>

64 EL määrus 2024/1781, artiklid 9–15.

65 EL määrus 2024/1781, artiklid 23–26. Keeld kohaldub rõivastele ja rõivamanustele (KN-koodid 4203, 61–62, 6504–6505) ning jalatsitele (KN-koodid 6401–6405) (VII lisa).

Riikidevahelise jäätmeveo määrus

20. mail 2024 jõustus Euroopa Parlamendi ja nõukogu määrus (EL) 2024/1157, mis käsitleb jäätmesaadetisi ning millega muudetakse riikidevahelise jäätmeveo määrusi (1013/2006) ja (EL) 2020/1056.⁶⁶ Uus määrus, mida kohaldatakse alates 21. maist 2026, karmistab jäätmete (sh kasutatud tekstiilide) EList väljaviimise reegleid ja korda.

Uue määrusega hakatakse oluliselt selgemalt reguleerima kasutatud tekstiilide ekspordi EList ning püütakse vältida tekstiiljätmete valesti deklareerimist kasutatud kaubana. Siiani on suur osa EList välja veetud korduskasutatavatest tekstiilidest, mis on deklareeritud kaubana, sihtriigis ikkagi osutunud jäätmeteks. Määruse artikli 29 alusel on komisjonil õigus vastu võtta rakendusakt, et kehtestada üksikasjalikud kriteeriumid, mille alusel liigitatakse tekstiiltoode jäätmeks ja mille alusel kaubaks, et eristada kasutatud kaupade ja jäätmete liidust eksportimist.

Plastijätmete (sh tekstiilitööstuses kasutatavate polümeeride nagu polüetüleen (PE), polüpropüleen (PP) ja polüetüleentereftalaat (PET)) ekspordile OECDsse mittekuuluvatesse kolmandatesse riikidesse on määrusega sätestatud terve rida piiranguid. Ringlussevõtuks ette nähtud plastijätmete (B3011) ekspordile OECDsse mittekuuluvatesse kolmandatesse riikidesse on lubatud ainult eritingimustel – eelneva kirjaliku teatamise ja nõusoleku menetlusega ehk tuleb taotleda kirjalik luba. EList jäätmeid ekspordivad ettevõtted peavad tõendama, et eksporditud jäätmeid käideldakse nõuetekohaselt. Jäätmekäitluskoht peab olema läbinud sõltumatu auditi, mis tõendab jäätmete käitlust keskkonnaohutult ja vastavalt nõuetele. Auditeerimise kohustust kohaldatakse alates 21. juunist 2027.

2.4.3 Euroopa Liidu laiendatud tootjavastutuse süsteem tekstiilidele

Ringse tekstiilisüsteemi arendamise seisukohast on üks olulisemaid poliitika rakendusvahendeid laiendatud tootjavastutuse (ingl *Extended Producer Responsibility*, EPR) elluviimine. Siiani on ELi tasandil õiguslikult rakendatud tootjavastutuse põhimõtet pakenditele, elektri- ja elektroonikaseadmetele, patareidele ja akudele ning mootorsõidukitele.

Ka tekstiiltoodetele (vt Tabel 9) on kavas jäätmete raamdirektiivi ettepaneku kohaselt rakendada Euroopa Liidus laiendatud tootjavastutust. Tegemist on reguleeriva mehhanismiga, mille peamine eesmärk on panna tootjad vastutama tekstiiltoodete kogu olelusringi eest, mis kätkeb ka kasutatud tekstiilide nõuetekohast käitlemist, sealhulgas peavad tootjad rahastama tootjavastutuse alla kuuluvate tekstiiltoodete kogumist, korduskasutust ja taaskasutamist, sh ringlussevõttu, ja kõrvaldamist vastavalt õigusaktides toodud nõuetele ja sihtmääradele.

66 <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ET/TXT/?uri=CELEX:32024R1157>

Seega on laiendatud tootjavastutus vajalik, et korraldada ja finantseerida ELi liikmesriikides üha suureneva hulga kasutatud tekstiili liigiti kogumist ja käitlemist (vt ka [ptk 2.3](#)). Peale selle peaks tootjavastutuse põhimõtte rakendamine suunama tootjaid valmistama ja disainima keskkonnahoidlikumaid tekstiiltooteid (nt kasutama looduslikke või ringlusse võetud materjale, tagama toodete pika kasutusea, lihtsa parandamise ja ringlussevõetavuse). Samuti peaks tootjavastutus suunama nii tootjaid kui ka tarbijaid vähendama tekstiiltoodete tarbimist ja leevendama sellega seonduvat keskkonnamõju.

2.4.3.1 **Laiendatud tootjavastutuse rakendamise peamised aspektid ja nõuded**

Järgnevalt on esitatud lühiülevaade olulisematest laiendatud tootjavastutuse rakendamisega seotud aspektidest ja nõuetest, mis tuginevad eelkõige Euroopa Liidu Nõukogu 17. juunil 2024 avaldatud jäätmete raamdirektiivi muutmise seisukohtadele ehk üldisele lähenemisviisile. Siinjuures tuleb arvesse võtta, et ELi tootjavastutuse regulatsioon tekstiiltoodetele võib mingil määral enne jäätmete raamdirektiivi muudatuste lõplikku vastuvõtmist siiski veel mingil määral muutuda (vt ka [ptk 2.4.2](#)).

Tootjavastutuse kohaldamisalasse kuuluvad tekstiiltooted

Vastavalt Euroopa Liidu Nõukogu 17. juunil 2024 avaldatud jäätmete raamdirektiivi muutmise üldisele lähenemisviisile on kavas kehtestada tootjavastutus tekstiil- ja tekstiiliga seotud toodetele ja jalatsitele, mis on omadustelt ja koostiselt mõeldud kasutamiseks kodumajapidamistes või sarnastes kasutuskohtades (nt rõivad, rõivaste aksessuaarid, mütsid jm peakatted, kodutekstiilid nagu kardinad, voodipesu ja rätikud, nahast ja sünteetilisest materjalist jalanõud) ([Tabel 9](#)).

Tabel 9. Laiendatud tootjavastutuse kohaldamisalasse kuuluvad kodutekstiilid, rõivad, rõivatarvikud ja jalanõud

KN kood	Kirjeldus
61 – kõik grupis loetletud koodid	Silmkoelised ja heegeldatud rõivad ning rõivamanused (trikootooted)
62 – kõik grupis loetletud koodid	Rõivad ning rõivamanused, v.a silmkoelised või heegeldatud
6301	Tekid ja reisivaibad (v.a 6301 10 00)
6302	Voodipesu, lauapesu, vannilina, käterätikud ning köögirätikud
6303	Kardinad (sh eesriided) ja aknasisekatted, kardina- või voodidrapeeriingud
6304	Muud sisustustarbed, v.a rubriigi 940 tooted
6309	Kasutatud rõivad ja muud kasutatud rõivaesemed
6504	Kübarad jm peakatted, punutud või valmistatud mis tahes materjalist ribade ühendamise teel, voodri või kaunistustega või ilma

KN kood	Kirjeldus
6505	Kübarad jm peakatted, silmkoelised või heegeldatud või valmistatud pitsi, vildi vm riide ühest või mitmest tükist (kuid mitte ribadest), ka voodri või kaunistustega; juuksevärgud mis tahes materjalidest, ka voodri või kaunistustega
4203	Nahast või komposiitnahast rõivad ja rõivamanused (v.a jalanõud ja peakatted ja nende osad ning grupi 95 tooted, näiteks säärised, vehklemismaskid)
6401	Veekindlad jalatsid kummist või plastist välistaldade ja pealsetega, v.a pealeõmmeldud, neet-, polt-, kruvi-, tihvt- vms tallakinnitusega jalatsid
6402	Muud jalatsid kummist või plastist välistaldade ja pealsetega
6403	Kummist, plastist, nahast või komposiitnahast välistaldade ja nahast pealsetega jalatsid
6404	Kummist, plastist, nahast või komposiitnahast välistaldadega ja tekstiilpealsetega jalatsid
6405	Muud jalatsid

Allikas: Ettepanek: Euroopa Parlamendi ja nõukogu direktiiv, millega muudetakse direktiivi 2008/98/EÜ, mis käsitleb jäätmeid – üldine lähenemisviis, <https://data.consilium.europa.eu/doc/document/ST-11300-2024-INIT/et/pdf>

Tootjad ja tootjavastutus

Tekstiilivaldkonnas on ELis kavas rakendada tootjavastutuse põhimõtet samadel aluspõhimõtetel kui teiste toodete puhul seda on tehtud. Laiendatud tootjavastutuse regulatsioon mõjutab olulisel määral kõiki neid ettevõtteid, kes määratletakse tootjavastutuse alla kuuluvate tekstiiltoodete tootjatena. Vastavalt EL Nõukogu üldisele lähenemisviisile laieneb tootja mõiste siin kõikidele ettevõtetele (peale tekstiiltoodete tootjate ka näiteks importijaid ja turustajaid – jae- ja hulgikaubandusettevõtted), kes oma majandustegevuses lasevad esimest korda ELi liikmesriigi turule asjakohaseid tekstiiltooteid (vt Tabel 9) müügi või muul viisil turustamise eesmärgil oma nime või kaubamärgi all. Tootjavastutuse kohaldamisalasse kuuluvad ka digiplatvormide pakkujad. Kuna tekstiiltoodete tootjaid on ELis vähe, siis paljudes riikides (sh ka Eestis) on suurem osa nn tootjaid hoopis asjakohaste tekstiiltoodete turustajad.

Komisjoni ettepanekul võiks tootjavastutuse kohustusest vabastuse saada füüsilisest isikust õmblejad, kes valmistavad eritellimusel tooteid. Samuti sooviks komisjon tootjavastutuse kohaldamisalast välja jätta need organisatsioonid ja ettevõtted, kes teevad esimest korda turul kättesaadavaks korduskasutuskõlblikuks hinnatud (ingl *fit for re-use*) kasutatud tekstiiltooted, nt korduskasutusorganisatsioonid, eelkõige sotsiaalmajanduse üksused (ingl *social economy entities*), kes koguvad ja realiseerivad korduskasutustekstiile ühe liikmesriigi piires. Ka tuleks välja jätta need, kes lasevad esimest korda turule kasutatud tekstiilidest või tekstiiljätmetest tehtud tooted, mis aitavad pikendada nende toodete eluiga läbi korduskasutuse, parandamise, ümbertöötlemise või väärtustava ringlussevõtu (ingl *upcycling*) ja mille käigus muudetakse algse toote teatud funktsioone (see tegevus peab toimuma Euroopa Liidus).

Võib eeldada, et kaubandusliku korduskasutusega tegelevad ettevõtjad (ingl *commercial re-use operators*), kes turustamise eesmärgil impordivad teistest riikidest korduskasutatavaid kasutatud tekstiile, võivad hakata kuuluma tootjavastutuse kohustuse alla ja peavad tasuma tootjavastutuse tasu. Tootjavastutuse alla kuuluvate ettevõtete ja organisatsioonide täpsemad määratlused sätestatakse eraldi regulatsiooniga.

Tootjad peavad korraldama ja rahastama nende poolt turule lastud tekstiiltoodete kogumise, korduskasutuse, korduskasutuseks ettevalmistamise ja ringlussevõtu vastavalt seaduses ettenähtud tingimustele ja sihtmääradele. Nii nagu teiste tootjavastutusskeemide puhul ELis, on ka tekstiilisektori tootjavastutuse alla kuuluvatel ettevõtetel võimalik tootjavastutuse kohustust täita individuaalselt või ühiselt läbi tootjate loodud tootjavastutusorganisatsiooni. Tootjavastutuse alla kuuluvate tekstiiltoodete kogumine tuleb tagada üleriigiliselt, luues selleks kasutatud tekstiilide kogumisvõrgustiku ning kokku kogutud tekstiilide edasise käitlusvõimekuse.

Tootjad ja tootjavastutusorganisatsioonid peavad edendama ja ka finantseerima ringmajanduse (jäätmehierarhia) kõrgema taseme strateegiaid – tekstiiljäätmete tekke vältimist, sh korduskasutust ja parandamist. Sellepärast tuleks kasutatud tekstiilide kogumise ja eeltöötlemise/sortimise puhul tagada kogutud tekstiilidest esimese asjana korduskasutatavate toodete eraldamine. Kogumisvõrgustik tuleb korraldada koostöös korduskasutusorganisatsioonide, omavalitsuste ja teiste osalistega.

Jäätmete raamdirektiivi täiendustepanekud toovad selgelt välja ka selle, et tekstiiljäätmete ringlussevõtu arendamisel ja süsteemi finantseerimisel tuleb eelistada kõrgema taseme ehk kiust-kiuks suletud ringiga ringlussevõtu lahendusi.

Tootjavastutuse toimimismudeli rakendamise ja sellega seotud täpsemad nõuded kehtestavad liikmesriikide pädevad asutused.

Kulude katmine

Tootjavastutuse alla kuuluvate tekstiiltoodete tootjad peavad kandma kasutatud tekstiilide kogumise (nii korduskasutuseks kui ka jäätmehierarhia kogumise), korduskasutuseks ja ringlussevõtuks vajaliku sortimise ja ettevalmistamise ning nende tekstiilide ringlussevõtu või muu käitlemisega seotud kulud. See hõlmab ka müümata jäänud asjakohaste tekstiiltoodete (mida käsitletakse jäätmehierarhia ja mis tarniti liikmesriikide territooriumile pärast direktiivi jõustumist) ringlussevõtu ja muu töötlemise kulude katmist. Tootjad peaksid lisaks rahastama kulud, mis on seotud jäätmehierarhiaga (nt segaolmejäätmehierarhiaga sisalduvate tekstiiljäätmehierarhiade osakaalude väljaselgitamine), tekstiilide ökodisaini uurimis- ja arendustööga, sortimis- ja ringlussevõtutehnoloogiate arendamisega, kasutatud tekstiilide liigiti kogumise, korduskasutuse ja ringlussevõtu või muu käitlemise aruandlusega ning teavitamisega (nt lõpptarbivate regulaarne teavitamine tekstiilide keskkonnamõju ja kestliku kasutamise kohta).

Nende kulude katmiseks peavad tootjad maksma tasu vastavalt nende poolt turule lastud tekstiiltoodete kogusele (mõningatel juhtudel võib tasu

arvestamine olla ka muul alusel). Tasude määramisel võib kasutada erinevaid skeeme, sh tuleb kasutada nn ökomodulatsiooni põhimõtteid, mille puhul eristatakse tasusid vastavalt toote keskkonnamõjule ja ringlusele (nt korduskasutatavate, parandatavate, ringlusse võetud materjale sisaldavate, lihtsasti ringlusse võetavate tekstiiltoodete puhul määratakse madalamad tasud), mis peaks stimuleerima ringsete tekstiiltoodete disaini ja turule jõudmist.

Registreerimine ja aruandlus

Tootjad peavad end registreerima enne tootjavastutuse alla kuuluvate tekstiiltoodete turule laskmist asjakohases registris (ise või läbi tootjavastutusorganisatsiooni). Tootjavastutuse skeemi rakendamine eeldab liikmesriikidelt vastava tekstiiltootjate registri loomist.

Tootjad ja tootjavastutusorganisatsioonid peavad pidama arvestust ja esitama asjakohastele ametiasutustele perioodiliselt aruandeid nende poolt turule lastud tekstiiltoodete, liigiti kogutud kasutatud tekstiilide, sh korduskasutusse ja ringlussevõttu suunatud ning muul viisil käideldud tekstiilide koguste kohta.

Ka korduskasutusorganisatsioonid (sh sotsiaalmajanduse üksusena tegutsevad korduskasutusorganisatsioonid) peaksid esitama perioodilisi (vähemalt korra aastas) aruandeid oma tegevuse kohta.

Liikmesriigid võivad täpsustada nii tootjate kui ka korduskasutusorganisatsioonide registreerimise ja aruandlusega seonduvat, sh vabastada teatud sotsiaalmajanduse üksused (nt need, kes koguvad ja realiseerivad kasutatud tekstiile korduskasutuse eesmärgil ainult ühe liikmesriigi territooriumil) registreerimise ja aruandluse kohustusest.

2.4.3.2 Tootjavastutuse rakendamise näited Euroopas

Suurem osa liikmesriike on otsustanud ära oodata tootjavastutuse õigusliku kehtestamise Euroopa Liidu tasandil, enne kui hakata seda rakendada riiklikul tasemel. Samas on mitmed liikmesriigid juba kehtestanud või kaaluvad tekstiiltoodetele laiendatud tootjavastutuse nõuete kehtestamist lähiajal. Järgnevalt on esitatud mõned näited tootjavastutuse rakendamisest Euroopa Liidus.

Prantsusmaa

Prantsusmaa oli esimene riik maailmas, kes laiendas tekstiilidele tootjavastutuse süsteemi (Girling, 2024). 2007. aastal võeti vastu tekstiiltoodete tootjavastutuse nõue, mis muutus kohustuslikuks juba järgneval aastal.⁶⁷

Tootjavastutuse alla kuuluvad kõik ettevõtted, kes Prantsusmaa turule tekstiiltooteid lasevad, sõltumata nende suuruselt ja käibest.⁶⁸

67 <https://refashion.fr/pro/en/what-epr>

68 <https://refashion.fr/pro/en/liable-companies-and-products>

Tekstiiltoodetele suunatud tootjavastutussüsteem hõlmab rõivaid, kodutekstiili ja jalatseid.⁶⁹

Tootjatele on kehtestatud järgmised kohustused:

- lubatud on kollektiivne (läbi tootjavastutusorganisatsiooni, milleks on Refashion) või individuaalne kohustuse täitmine, mille peab olema heaks kiitnud Keskkonnaministerium⁷⁰,
- tootjavastutusorganisatsiooni Refashion liikmetel tuleb igal aastal maksta ökotasu (ingl eco-fee) ehk nn tootjavastutuse tasu⁷¹,
- tootjavastutusorganisatsiooni Refashion liikmed peavad igal aastal esitama nende poolt turule pandud tekstiiltoodete koguste andmed,
- tootjad on kohustatud tekstiilidel kasutama Triman logo koos vastavate sortimisjuhistega („info-tri“ sortimisteave), et teavitada tarbijaid tekstiilide ja jalanõude nõuetekohastest kogumismeetoditest⁷².

Refashion on siiani ainus tekstiilisektori akrediteeritud tootjavastutusorganisatsioon Prantsusmaal, millega on liitunud ligikaudu 95% turuosalistest (Girling, 2024). Refashioni eesmärk on saavutada kasutatud tekstiilide ja jalatsite kogumise ning edasise käitlemise riiklikud eesmärgid. Samuti vastutab organisatsioon tekstiilijäätmete käitlemise arendamise eest (kogumine, sortimine ja edasine käitlemine kas korduskasutuse või ringlussevõtuna) ning toetab tekstiilisektori teadusarendust ja innovatsiooni.

Igale registreerunud tootjale väljastatakse unikaalne identifitseerimisnumber, mis näitab, et tootja on nõuetekohaselt registreeritud tootjavastutusorganisatsioonis ja täidab oma kohustusi. Tootja staatust on võimalik igal aastal aktiveerida või deaktiveerida vastavalt tootja olukorrale.⁷³

Refashion kogub oma liikmetelt, kes lasevad turule tootjavastutuse alla kuuluvaid tekstiiltooteid, ökotasu. Ökotasu arvutatakse järgmiste

69 Välja on jäetud 100% nahast ja naturaalsest karusnahast valmistatud tekstiiltooted, kuid nt nahast jalatsid on siiski hõlmatud. Vt Prantsusmaa EPR-skeemi alla kuuluvaid rõivaste, kodutekstiilide ja jalanõude ülevaated siit: EN_Nomenclature_Refashion_2024_130324.xlsx (live.com)

70 https://www.refashion.fr/pro/sites/default/files/fichiers/Guide_Adherents_2024_ENG.pdf

71 Ökotasu aitab rahastada nii jäätmetekke vältimist kui ka kasutatud tekstiilide ja jalatsite käitlemist. Ökotasude määramisel hindab Refashion kõigepealt kogu finantsvajadust eelseisvaks aastaks. See hõlmab kõiki kulusid, mis on seotud kasutatud tekstiilide (sh jalanõude) käitlemisega (nt kogumine, sortimine, ringlussevõtt ning parandamine ja korduskasutamine). Allikas: [refashion.fr/pro/sites/default/files/fichiers/BAREME_ECO_CONTRIBUTION_2024_REFASHION_EN.pdf](https://www.refashion.fr/pro/sites/default/files/fichiers/BAREME_ECO_CONTRIBUTION_2024_REFASHION_EN.pdf) Praegune tasu on maksimaalselt 0,06 eurot ja keskmiselt 0,01 eurot tooteühiku kohta (Girling, 2024).

72 Alates 1. augustist 2023 peavad kõik Prantsusmaal müüdavad rõivad, kodutekstiilid ja jalatsid kandma uut Triman logo. Triman logo ja sortimisteave peavad olema füüsiliselt tekstiiltootel olemas (vastavalt AGECE seaduse (jäätmevastane seadus ringmajanduse edendamiseks) artiklile 17 ja 29. juuni 2021. aasta määrusele nr 2021-835). Triman logo ja sortimisteave võib kuvada erinevatel viisidel: nt tekstiilietiketil, mis näitab kiukoostist; ajutisel etiketil (näiteks pappetikett või nn riputusetikett), trükituna või tikituna tootele, pakendil, milles toode kliendile müüakse (nimesilt, karp, kott jne) või kasutusjuhendil. Allikas: <https://refashion.fr/pro/en/sorting-info-textile-sector-validated>

73 <https://refashion.fr/pro/en/liable-companies-and-products>

komponentide alusel⁷⁴: hinnanguline maht⁷⁵ × panuse määr⁷⁶. Sellele lisandub fikseeritud haldustasu (30 eurot) ja ADEME⁷⁷ tasu (2,784 eurot).

Ökodesaini algatuste edendamiseks ja tunnustamiseks kasutab Refashion rahalist boonussüsteemi – ökomodulatsiooni. Süsteemi eesmärk on premeerida tooteid, mille keskkonnamõju on vähendatud. Ökomoduleeritud tasude põhimõte tähendab, et tootjatele, kes valmistavad vähem keskkonnahoidlikke/ringseid tooteid, rakendatakse kõrgemat tasu võrreldes nendega, kes toodavad kergemini ringlusse võetavaid tooteid. Turule laskjatel on võimalik saada boonust toodetele, mis on kas vastupidavad, omavad keskkonnasertifikaati ja/või mille koostises on kasutatud ringlusse võetud materjali. Näiteks kui turule lastud toodetes on ringlusse võetud materjali, siis boonust makstakse iga tonni ringlusse võetud materjali eest, mis pärineb jäätmekäitlejalt, mida toetab Refashion või muu riiklikult tunnustatud organisatsioon.⁷⁸

Holland

Hollandis jõustus tekstiilidele laiendatud tootjavastutuse määrus 1. juulil 2023.⁷⁹ Tootjavastutuse täiemahuline kohustus rakendub alates 2025. aastast. Tootjavastutus rakendub tootjatele, maaletootjatele ja turustajatele, kes tootjavastutuse alla kuuluvaid tekstiiltooteid Hollandi turule (sh veebis) lasevad. Tootjate kohustuseks on tagada nende poolt turule lastud tekstiiltoodete kogumine ja käitlemine (sh korduskasutus ja ringlussevõtt).

Hollandis kuuluvad tootjavastutuse alla rõivad (KN koodidega 61 ja 62), kodutekstiilid (KN koodiga 6302) (nt laudlinad, voodipesu ja rätikud) ning nende tooterühmade tagastatud tooted. Jalanõud, tekid, kardinad ja müümata jäänud tooted ei kuulu laiendatud tootjavastutuse alla.

Tootjavastutussüsteemi raames on kehtestatud järgmised kohustused tootjatele.

- Lubatud on kollektiivne (läbi tootjavastutusorganisatsiooni) või individuaalne kohustuse täitmine.
- Rahaliselt on tootjad täielikult vastutavad kasutatud tekstiilide kogumise, transpordi ja käitlemisega seotud kulude eest. Selleks on

74 <https://refashion.fr/pro/en/what-are-eco-fees>

75 Määratakse, kui palju tekstiile ja jalatseid järgmise aasta jooksul turule lastakse. Hinnangusse arvestatakse ka korduskasutuse ja paranduse jaoks mõeldud kogused.

76 Kindel summa iga turule lastud tooteühiku eest. Panuse määr võib olla lihtsustatud (kehtib turule laskjatele, kes ei deklareeri tooteid, mis arvestavad toote keskkonnamõju ja kelle aastane müügi maht on alla 5000 toote) ja detailne (kohustuslik ettevõtetele, kes deklareerivad tooteid, mis on sobivad keskkonnamõju arvestamiseks ja/või kelle aastane müügi maht on rohkem kui 5000 toodet).

77 ADEME (l'Agence de la transition écologique) on riigiasutus, mis vastutab laiendatud tootjavastutuse süsteemide järelevalve eest. ADEME tasu katab kulud, mis on seotud haldus- ja järelevalve ülesannetega, samuti tootekoguste hindamisega.

78 https://refashion.fr/pro/sites/default/files/fichiers/BAREME_ECO_MODULATIONS_2024_REFASHION_MAI2024_EN_Vdef.pdf (vaadatud 08.07.2024)

79 <https://www.government.nl/topics/circular-economy/documents/decrees/2023/04/14/decreed-rules-extended-producer-responsibility-for-textile-products> (vaadatud 10.07.2024)

kehtestatud tootjatele tasu, mille määr sõltub suures osas kogumise ja töötlemise seotud kuludest.⁸⁰

- Kuigi määrus seab tootjatele peamised kohustused alates 2025. aastast, on aruandluskohustus kehtinud alates määruse jõustumisest. Aruandluskohustuse kohaselt peavad tootjad esitama andmed müüdud/turule lastud tekstiilide koguste ning nende korduskasutuse ja ringlussevõtu määrade kohta.
- Alates 2025. aastast peavad tekstiilide tootjad ja maaletoojad koguma ning käitlema (korduskasutuseks või ringlussevõtuks) 50% müüdavatest tekstiilidest. See osakaal peab 2030. aastaks tõusma 75%-ni. Samuti peab 10% müüdud tekstiilidest Hollandis korduskasutusse minema ja see peaks tõusma 2030. aastaks 15%-ni. Lisaks peab tekstiilide kiust-kiuks ringlussevõtt⁸¹ ulatuma 25%-ni ja tõusma 2030. aastaks 33%-ni.⁸²

Uuringu koostamise ajal tegutses Hollandis kaks tootjavastutusorganisatsiooni: Stichting UPV Textiel ja European Recycling Platform Netherlands B.V. Nimetatud organisatsioonid korraldavad registreerunud ettevõtete nimel tekstiilide kogumist ja käitlemist (sortimine, korduskasutus ja ringlusse võtmine).⁸³

Läti

Läti riiklikus jäätmekavas 2021–2028 on ette nähtud laiendatud tootjavastutuse kehtestamine tekstiiltoodetele aastast 2023, eesmärgiga vähendada prügilatesse ladestatavate tekstiilijäätmete kogust.⁸⁴ 2023. aasta aprillis võeti vastu täiendatud jäätmeseadus, millega kehtestati tekstiiltoodete turule laskjatele (tootjatele, maaletoojatele ja edasimüüjatele) kohustus katta kasutatud tekstiilide kogumise ja käitlemisega seotud kulud.⁸⁵ Tekstiiltoodetele rakenduv tootjavastutussüsteem muutus kohustuslikuks alates 1. juulist 2024.

Läti laiendatud tootjavastutus kehtib järgmistele tekstiiltoodetele: rõivad ja rõivamanused (61 ja 62), kodutekstiilid (6301–6304), kasutatud rõivad (6309), mütsid jm peakatted (6504 ja 6505), nahast või komposiitnahast rõivad ja rõivamanused (4203), jalatsid (6401–6405).⁸⁶

Tootjavastutussüsteemi eesmärk on suunata 2024. aastast vähemalt 20% turule lastud tekstiilidest korduskasutusse või ringlussevõtuks. 2025. aastaks tõstetakse see määr 22,5%-ni ja alates 2026. aastast 25%-ni.

80 2024. aastaks kehtestatud tasu on 0,10 €/kg, mis peaks 2025. aastal tõusma 0,20 €/kg. Allikas: <https://www.stichtingupvtextiel.nl/en/upvtextiel/>

81 Ringlussevõtt, mille käigus jäätmeteks muutunud tekstiiltooted töödeldakse nii, et tekstiilkiud kasutatakse taas rõivaste või kodutekstiilide valmistamiseks.

82 wetten.nl – Regulation – Extended Producer Responsibility Decree for textiles – BWBR0048093 (overheid.nl) (vaadatud 10.07.2024)

83 Näiteks koordineerib Stichting UPV Textiel süsteemi ning sõlmib sealhulgas tekstiiltootjate nimel lepinguid omavalitsuste, kogujate, sortijate, korduskasutusorganisatsioonide ja teiste osalistega.

84 <https://polsis.mk.gov.lv/documents/6951> (vaadatud 10.07.2024)

85 Heategevusorganisatsioonid, kes müüvad Lätis kogutud tarbijajärgseid annetatud tekstiiltooteid, ei pea nende kaupade eest maksma loodusvarade maksu.

86 <https://likumi.lv/ta/id/352752-noteikumi-par-razotaja-paplasinat-as-bildibas-sistemas-izveidi-un-piemerosanu-tekstilizstradajumiem> (vaadatud 10.07.2024)

Tootjavastutussüsteemi toimimiseks on tehtud järgmised ettepanekud (Akule et al., 2023).

- Tootjad peavad maksma riigile loodusvaramaksu (0,50 eurot turule lastud tekstiiltoodete kilogrammi kohta)⁸⁷.
- Selleks, et saada vabastus loodusvarade maksust, tuleb ettevõttel kas liituda olemasoleva tootjavastutusorganisatsiooniga, mis tegeleb ettevõtte eest kogu jäätmekäitluse tsükliga; või luua oma käitlussüsteem, mis hõlmab ettevõtte tekstiilijäätmete kogumist, sortimist, korduskasutust ja ringlussevõttu, avalikkuse harimist ja kaasamist, andmete kogumist, auditite läbiviimist ja teavitamist.
- Tootjavastutusorganisatsiooniga liitunud ettevõttel tuleb igal aastal esitada andmed turule lastud tekstiilide koguste kohta (sh internetimüügi kaudu), mille alusel maksab ettevõtte tootjavastutusorganisatsioonile tasu. Tootjavastutussüsteemiga liitumisel peavad ettevõtted esitama andmed kolme eelneva aasta kohta, mille põhjal saab tootjavastutusorganisatsioon arvutada tootja keskmist turuaktiivsust kajastava tasu.

Ungari

2023. aasta juulis hakkas Ungaris kehtima uus määrus 80/2023⁸⁸, mis laiendab tootjavastutuse kohustuse peale muude tootjavastutuse alla kuuluvatele toodete (nt pakend, elektri- ja elektroonikaseadmed, patareid ja akud, mootorsõidukid) ka tekstiiltoodetele.

Ungaris on tootjavastutuse nõue kehtestatud kõikidele ettevõtetele, kes teevad tootjavastutuse alased tooted (sh tekstiiltooted) turul kättesaadavaks (tootjad, turustajad ja importijad, sh veebiplatvormide pakkujad). Tootjavastutuse alla kuuluvad rõivad ja rõivaste aksessuaarid, kodutekstiilid (nt tekid, vaibad, kardinad) ja jalanõud.

Ungari on tootjavastutuse süsteemi haldamiseks loonud riigikeskse süsteemi, kus tootjatele on kehtestatud järgmised kohustused:⁸⁹

- registreerimine riiklikus jäätmekäitlusametis (*Nemzeti Hulladékgazdálkodási Igazgatóság*);
- registreerimine riigi poolt määratud keskses tootjavastutusorganisatsioonis – jäätmekäitlusettevõttes (*MOHU MOL Hulladékgazdálkodási Zrt*), kes korraldab tootjavastutuse kohustuse täitmist;
- tootjavastutuse tasu maksmine tootjavastutusorganisatsioonile;⁹⁰
- kvartaalsete aruannete esitamine tootjavastutusorganisatsioonile.

87 Hõlmab kõiki kulusid, mis on seotud tekstiilijäätmete kogumise, vastuvõtmise, transpordi, korduskasutamiseks ettevalmistamise, ringlussevõtu ja taaskasutamisega; samuti kulud, mis kaasnevad avalikkuse teavitamisega. Loodusvaramaks on 0,50 €/kg või 500 €/t.

88 <https://njt.hu/jogszabaly/2023-80-20-22> (vaadatud 10.07.2024)

89 <https://vatcompliance.co/epr-in-hungary/> (10.07.2024)

90 Tootjavastutuse tasu arvutatakse turule lastud toodete koguse põhjal, mille tootja on kvartali jooksul raporteerinud ja korrutatakse määruks kehtestatud määraga. Tasu tegelik maksmine toimub kvartaliarve alusel, mille tootjavastutusorganisatsioon esitab tootjale. Tekstiiltoodete tasumäär on alates 1.07.2023 145 HUF/kg (umbes 0,36 EUR/kg). Allikas: https://www.pwc.com/hu/en/pressroom/2023/kiterjesztett_gyartoi_felelosseg_dijtetelek.html (vaadatud 8.08.2024)

2.5 Tekstiilijäätmete ringlussevõtu võimekus Eesti lähiriikides

Selleks peatükis antakse ülevaade Eesti lähiriikides asuvatest olulisematest tekstiilijäätmete eeltötluse ja ringlussevõtu lahendustest ning käitistest. Ülevaade on üheks sisendiks Eesti tekstiilijäätmete kogumise ja käitlemise tehnoloogilise võimekuse arendamise ettepanekute tegemisel (vt ptk 3.3.5), kuna mitmed kirjeldatud käitised võivad olla osaks Eestis tekkivate tekstiilijäätmete ringlussevõtu süsteemi kujundamisel, pakkudes koostöövõimalusi ja teenuseid Eestis kogutud kasutatud tekstiilide, sh tekstiilijäätmete käitlemisel.

Lühiülevaate sisendiks on eelkõige asjakohane kirjandus ning intervjuud Põhjamaade tekstiilide käitluslahendusi ja -tehnoloogiaid pakkuvate organisatsioonide esindajatega (vt Lisa 4).

Põhjamaad on olnud Euroopas esirinnas ringse tekstiilisüsteemi arendamisel. Nendes riikides on riiklikul tasandil ellu kutsutud mitmeid arendusprogramme ja -projekte, mille raames on koostööpartneritega (sh teadus- ja arendusorganisatsioonidega) välja töötatud tekstiilijäätmete kogumise ja eeltötluse lahendusi ja arendatud tekstiilide ringlussevõtu tehnoloogiaid. Muuhulgas on pilootprojektidena rajatud ka terve rida katsetehaseid ja -käitisi tekstiilijäätmete käitlemiseks. Kõik need arendused on tehtud, tagamaks riikide valmisolek ELi kestliku ja ringluspõhise tekstiili strateegia eesmärkide ja asjakohaste õigusaktidega kehtestatud nõuete (sh 2025. aastal ELi tasandil jõustuva tekstiilijäätmete liigiti kogumise kohustuse) täitmiseks.

Mitmeid silmapaistvaid algatusi võib esile tuua Soomest. Soomes on tekstiilide ringmajanduse edendamiseks loodud **Telaketju koostöövõrgustik**⁹¹, mille eesmärk on soodustada kasutatud tekstiilide ringlussevõttu (sh kogumist ja sortimist) ja arendada tekstiilitööstuse ökosüsteemi, tuginedes ringmajanduse põhimõtetele ja multidistsiplinaarsele koostööle. Telaketju võrgustik toetab teadus- ja arendustegevust ning ringsete ärimudelite väljatöötamist koostöös kasutatud tekstiilide kogujate, sortijate, ringlussevõtjate, jäätmekeskuste, heategevusorganisatsioonide ja omavalitsustega.⁹²

Telaketju koostöövõrgustik on jätk 2016. aasta pilootprojektile „Textile 2.0“⁹³, mida juhtisid Turu rakenduskõrgkool ja piirkondlik jäätmekäitlusettevõtte Lounais-Suomen Jätehuolto Oy. Esimest

91 <https://telaketju.turkuamk.fi/en/> (vaadatud 10.02.2024)

92 https://storage.googleapis.com/turku-amk/2018/04/telaketju-in-general_poster.pdf (vaadatud 10.02.2024)

93 Projektiga käivitati kasutatud tekstiilide kogumine ja sortimine Edela-Soome piirkonnas.

etappi toetasid Soome keskkonnaministeerium ning tehnoloogia- ja innovatsiooniagentuur Tekes (praegune Business Finland) ning seda koordineerisid Lounais-Suomen Jätehuolto Oy ja Soome tehnoloogiauurin-gute keskus (VTT). Ministeerium rahastas tekstiilide kogumise ja sortimise projekti, Tekes toetas ettevõteteid tööprotsesside ja toodete arendamisel Telaketju võrgustiku kaudu. Lisaks rahastas Tekes riiklikku projekti, millega määratleti tekstiilide ringlussevõtu süsteem. 2019. aastal käivitati Telaketju teine etapp („Telaketju 2“), mida toetasid Business Finland ja 26 ettevõtet ning organisatsiooni. Teine etapp keskendus uudsetele ring-majanduse ärimudelitele, mis suurendavad materjalitõhusust ja piken-davad tekstiiltoodete eluiga. See hõlmas viit ettevõtluse arendusprojekti ning riiklikke teadusuuringuid, mida viisid läbi VTT, Turu rakenduskõrgkool ja Lahti rakenduskõrgkool.⁹⁴ „Telaketju 2“ projektist kasvasid välja uued projektid: „PaaS Pilots“ (*Product as a Service pilots*)⁹⁵ ja „Telavalue“, mis lõppes 2024. aasta juulis⁹⁶.

Paralleelselt Telaketju koostöövõrgustiku arendamisega algatati 2019. aastal Aalto ülikooli, Soome keskkonnainstituudi (SYKE), VTT, Turu rakenduskõrgkooli ja teiste partnerite **ühisprojekt FINIX** („Co-creating resource-wise business for Finland in global textile networks“)⁹⁷, mida rahastab Soome akadeemia. Aalto ülikooli juhitud konsortsium teeb projekti raames laiaulatuslikku uuringut, mille eesmärk on muuta Soome tekstiilisektor kestlikumaks tööstusharuks. FINIX-projekti käigus on välja töötatud visioon, mis seab 2030. aastaks eesmärgi saavutada Soomes kestlik tekstiilide majandamise süsteem. Visioon keskendutakse kogu tekstiili elutsüklile – alates tootmisest ja disainist kuni müügi, kasuta-mise ja kasutuselt kõrvaldamiseni välja. Selles kirjeldatakse ka Soome rolli ELi tekstiilisektoris ning see on ettevõtjatele, poliitikakujundajatele, haridusasutustele ja tarbijatele juhiseks, et soodustada kestlikke tavasid tekstiilisektoris.⁹⁸

Rootsis loodi ringse tekstiilisüsteemi arendamiseks **innovatsiooni-platvorm SIPTex**, mis sai alguse uurimisprojektina ja tegutses aastatel 2015–2022 laiaulatusliku koostööplatvormina, mida rahastas Rootsi innovatsiooniagentuur Vinnova⁹⁹ ja projekti partnereid (vt ka [Lisa 2](#)). Uurimisprojekti juhtis Rootsi keskkonnauuringute instituut (IVL), selles osalesid Rootsi ettevõtted, teadus- ja ametiasutused ning teised tekstiili-valdkonnas tegutsejad. Uurimisprojekti eesmärk oli laiendada tekstiilide väärtusahelat, töötada välja tekstiilijäätmete käitlemise võimekus ja edendada tekstiilide ringlussevõttu. Kolmest etapist koosnenud projekti

94 <https://telaketju.turkuamk.fi/en/about-telaketju/> (vaadatud 10.02.2024)

95 <https://www.tuas.fi/en/research-and-development/projects/paas-pilots-product-as-a-service-pilots/> (vaadatud 10.02.2024)

96 <https://www.tuas.fi/en/research-and-development/projects/telavalue/> (vaadatud 10.02.2024)

97 <https://finix.aalto.fi/> (vaadatud 10.02.2024)

98 https://finix.aalto.fi/wp-content/uploads/2022/11/FINIX-vision-2030_-ENGLISH-1.pdf (vaadatud 10.02.2024)

99 Vinnova on Rootsi kliima- ja ettevõtlusministeeriumi alla kuuluv valitsusasutus ning ELi teadusuuringute ja innovatsiooni raamprogrammi riiklik kontaktasutus.

viimane etapp, mis algas 2019. aastal, kulmineerus maailma esimese automatiseeritud sortimisjaama loomisega Malmös (Bolinus, 2022; Morrison, 2023; Nellström et al., 2022). Sortimisliini projekteeris ja ehitas ettevõtte Stadler ning selle rajamiseks kulus umbes 5,1 miljonit eurot (Morrison, 2023). Pärast projekti lõppu, alates 2022. aasta novembrist, on sortimisjaama omanik Skåne piirkonnas 14 omavalitsusele kuuluv jäätmekäitlusettevõtte Sysav.¹⁰⁰

Taanis on sõlmitud **ringse tekstiilisüsteemi arendamise kokkulepe**, mis ühendab ettevõtteid, omavalitsusi ja riigiasutusi ning teisi huvirühmi, et edendada moe- ja tekstiilitööstuses ringmajandust, arendada tehnoloogiaid ja valmistada ette regulatiivset raamistikku, mis aitaks vähendada tööstusharu mõju keskkonnale ja luua uusi ringseid ärimudeleid. Ühiselt on seatud eesmärk, et kokkuleppes osalevate ettevõtete tekstiiltooted peavad 2030. aastaks sisaldama vähemalt 40% ulatuses ringlussevõetud materjali.¹⁰¹

Ka mitmes teises ELi liikmesriigis on ellu viidud arendusprogramme, mille tulemusel on välja töötatud ja testitud tekstiilijäätmete käitluslahendusi.

Teedrajava algatuse käivitas 2020. aastal Euroopa Rõivaste ja Tekstiili Konföderatsioon EURATEX koos oma liikmetega. Üheks ettepanekuks oli rajada Euroopasse viis ringlussevõtukeskust (Recycling Hubs – **ReHubs**). Selle ettepaneku kohaselt võiksid ReHub-käitluskeskused paikneda strateegiliselt tekstiili- ja rõivatööstuspiirkondade lähedal üle Euroopa. Välja on käidud, et need võiks rajada Belgiasse, Soome, Saksamaale, Itaaliasse ja Hispaaniasse.¹⁰² Suurte tekstiilijäätmete koguste töötlemisega eeldatakse, et ringlussevõtukeskused loovad mastaabisäästu, muudavad ringlussevõtutehnoloogiad kulutasuvamaks ja edendavad investeringuid innovatsiooni.¹⁰³

Eesti lähiriikides on seega just Põhjamaades olemas märkimisväärne oskusteave ja käitlusvõimekus tarbijajärgsete tekstiilijäätmete eeltöötlemiseks ja ringlussevõtuks. Tarbijajärgsete tekstiilijäätmete sortimiseks sobivad automaatseid sortimisliine või suuremaid selliste jäätmete mehaanilisi või keemilisi ringlussevõtu rajatisi Balti riikides käesoleva uuringu koostamise ajal ei ole loodud.¹⁰⁴ Küll on aga Balti riikides sortimiskäitisi (eelkõige Humana sortimiskäitised)¹⁰⁵, mis sobivad ja on mõeldud eelkõige korduskasutatavate tekstiilide käitlemiseks (sortimiseks).

100 <https://www.sysav.se/foretag/produkter-tjanster/siptex/siptex-som-forskningsprojekt/> (vaadatud 05.04.2024)

101 <https://copenhagenfashionweek.com/article/new-sectoral-agreement-to-ensure-a-greener-danish-textile-industry>

102 <https://euratex.eu/wp-content/uploads/Recycling-Hubs-FIN-LQ.pdf>

103 <https://euratex.eu/139/rehubs-2022-circulating-textile-waste-into-value/>

104 Balti riikides on väiksemaid ettevõtteid, sh iduettevõtteid, kes toodavad tarbijajärgsetest tekstiilijäätmetest puhastuskaltse, kaltsuvaipu, pakendimaterjale jms, aga nende tootmis-mahud on väga väikesed.

105 Leedus asuv Humana sortimiskeskus on üks Euroopa suurimad kasutatud tekstiilide sortimiskäitisi (võimsus ligikaudu 32 760 tonni aastas (Humana Baltic, 2022)). Koos Tallinnas asuva Humana sortimiskäitise ja võttes arvesse ka teiste korduskasutusorganisatsioonide sortimisvõimsusi, ületab see mitmekordselt Balti riikides kogutavate kasutatud rõivaste ja tekstiilide kogust.

Üldjuhul on tegu kas täiesti või osaliselt käsitsi sortimisega ja seetõttu on selliste käitiste kasutamine tekstiilijäätmete ringlussevõtuks vajaliku sortimise eesmärgil piiratud.¹⁰⁶

Lätis ja eriti Leedus on mitmeid plastide ümbertöötlejaid, kes on suutelised ümber töötlema erinevaid polümeerseid materjale. Need käitised on siiani keskendunud siiski eelkõige pakendijäätmete töötlemisele, sh ringlussevõtule. Balti riikides on ka mitmeid tekstiilitööstuse ettevõtteid, kes on kasutanud või kes saavad kasutada oma tootmisprotsessis ringlusse võetud tekstiilkiude.

Tabel 10. Ülevaade valitud tegutsevatest tarbijajärgsete tekstiilijäätmete käitistest Euroopas sisaldab loetelu suurematest tarbijajärgsete tekstiilijäätmete eeltötluse ja ringlussevõtu käitistest ning ettevõtetest, mis tegutsevad või on testimisfaasis nii Eesti lähiriikides kui ka teistes asjakohastes Euroopa riikides.

Tabel 10. Ülevaade valitud tegutsevatest tarbijajärgsete tekstiilijäätmete käitistest Euroopas

Ettevõtte nimi	Käitlustehnoloogia	Sisendmaterjal	Võimsus	Asukoht (riik)
Tekstiilijäätmete sortimisrajatised				
Lounais-Suomen Jätehuolto Oy	Pool-automatiseeritud sortimine	Tarbijajärgsed kasutatud tekstiilid	kuni 5000 tonni aastas ¹⁰⁷	Soome
Sysav (Siptex)	Automatiseeritud sortimine	Tarbijajärgsed kasutatud tekstiilid	24 000 tonni aastas ¹⁰⁸	Rootsi
NewRetex A/S	Automatiseeritud sortimine	Tekstiilitööstuse tootmisjäätmed ja tarbijajärgsed kasutatud tekstiilid	3000–4000 tonni aastas ¹⁰⁹	Taani
Boer Group (Marbo, Gebotex, Curitas, Evadem, FWS jt)	Manuaalne sortimine	Tekstiilitööstuse tootmisjäätmed ja tarbijajärgsed kasutatud tekstiilid (k.a korduskasutuse eesmärgil toimuv sortimine)	100 000 tonni aastas ¹¹⁰	Belgia, Holland, Saksamaa, Prantsusmaa ¹¹¹
Humana People to People sortimiskeskus	Manuaalne sortimine	Tarbijajärgsed kasutatud tekstiilid (eelkõige korduskasutuse eesmärgil toimuv sortimine)	32 760 tonni aastas ¹¹²	Leedu

106 Humana sortimiskäitiste praeguse sortimislahenduse piiratud kasutamine liigiti kogutud tekstiilijäätmete ringlussevõtu jaoks vajalikuks eeltötluseks ja sortimiseks toodi välja ka käesoleva projekti raames korraldatud korduskasutusorganisatsioonide ümarlaual 11. juunil 2024.

107 (Dahlbom et al., 2023)

108 <https://www.sysav.se/om-oss/press-och-media/nyheter/world-unique-textile-sorting-plant-put-into-operation-in-malmo/>

109 Sortimisliin on pidevas arendamises ja lähiaastate võimsuse plaan on 40 000 tonni aastas.

110 Kõikide sortimisrajatiste peale kokku (Dahlbom et al., 2023, lk 24).

111 Boer Grupil on sortimisrajatise Hollandis 3, Saksamaal 2, Belgias ja Prantsusmaal 1 (Dahlbom et al., 2023, lk 24).

112 Leedus asub Humana sortimiskeskus on üks Euroopa suurimaid kasutatud tekstiilide sortimiskäitisi (võimsus ligikaudu 32 760 tonni aastas (allikas: Humana Baltic 2022. aasta aruanne)). Koos Tallinnas asuva Humana sortimiskäitise ja võttes arvesse ka teiste korduskasutusorganisatsioonide sortimisvõimsusi, ületab see mitmekordselt Balti riikides kogutavate kasutatud rõivaste ja tekstiilide kogust.

Ettevõtte nimi	Käitlustehnoloogia	Sisendmaterjal	Võimsus	Asukoht (riik)
Tekstiilijäätmete eeltötluse ja ringlussevõtu rajatised				
Rester Oy	Mehaaniline eeltötlus	Tekstiilitööstuse ja tarbija-järgsed tekstiilijäätmed	11 000 tonni aastas ¹¹³	Soome
Neaustima UAB	Mehaaniline eeltötlus ja avatud ahelal põhinev mehaaniline ringlussevõtt	Tekstiilitööstuse tekstiilijäätmed	Ei ole teada	Leedu
Wolkat	Manuaalne sortimine, mehaaniline eeltötlus ja suletud ahelal põhinev mehaaniline ringlussevõtt	Tekstiilitööstuse ja tarbija-järgsed tekstiilijäätmed	250 tonni aastas (uute toodete tootmismah) ¹¹⁴	Holland
Infinited Fiber	Suletud ahelal põhinev keemiline ringlussevõtt (Infinna™ kiud)	Tekstiilitööstuse ja tarbija-järgsed tekstiilijäätmed (puuvill ja kõrge puuvillasisaldusega)	2024. a seisuga töötab piloot-tehasena, 2026. aastaks planeeritud tööstusliku tehase võimsus 30 000 tonni aastas ¹¹⁴	Soome
Circulose AB (endine Renewcell AB)	Suletud ahelal põhinev keemiline ringlussevõtt (Circulose® kiud)	Tekstiilitööstuse ja tarbija-järgsed tekstiilijäätmed (puuvill ja kõrgema puuvilla sisaldusega puuvilla ja polüestri segu)	60 000 tonni aastas ¹¹⁴	Rootsi
Södra	Suletud ahelal põhinev keemiline ringlussevõtt (OnceMore® tselluloosimass)	Tekstiilitööstuse ja tarbija-järgsed tekstiilijäätmed	2000 tonni aastas, lähiaastateks planeeritud tööstusliku tehase võimsus 25 000 tonni aastas ¹¹⁴	Rootsi
REFIBRA™ (Lenzing AG)	Suletud ahelal põhinev keemiline ringlussevõtt Lyocell tehnoloogial (tselluloosipõhised tekstiilmaterjalid). Lõppmaterjal LENZING™ ECOVERO™ kiud, mis on valmistatud REFIBRA™ tehnoloogiaga	Tekstiilitööstuse ja tarbija-järgsed tekstiilijäätmed	Ei ole teada	Austria
Worn Again Technologies	Keemiline töötlus (PET ja tselluloosipõhised kiud) eesmärgiga suletud ahelal põhinevaks ringlussevõtuks	Tekstiilitööstuse ja tarbija-järgsed tekstiilijäätmed (polüester ja puuvill), plastpudelid, plastmaterjalist muud jäätmed	1000 tonni aastas (tekstiilijäätmeid) ¹¹⁴	Ühendkuningriik
ALTEX Textil Recycling GmbH & Co KG	Mehaaniline eeltötlus	Tekstiilitööstuse ja tarbija-järgsed tekstiilijäätmed	36 000 tonni aastas ¹¹⁴	Saksamaa
ALTEX Gronauer Filz GmbH & Co KG	Mehaaniline ringlussevõtt (erinevate mittekoatud materjalide arendamine ja tootmine)	Tekstiilitööstuse ja tarbija-järgsed tekstiilijäätmed	Keskmiselt 1500 tonni aastas ¹¹⁵	Saksamaa

113 Andmed saadud e-kirja teel 25.06.2024 Rester Oy esindajalt.

114 <https://ldcluster.com/wp-content/uploads/sites/4/2022/08/FINAL-Interactive-mapping-of-global-recycling-textile-plants-august-2022-LDC.pdf> (vaadatud 05.07.2024)

115 Võimsus pärineb kirjavahetusest ALTEX Textil-Recycling GmbH & Co. KG esindajaga 26.08.2024.

3 Kasutatud tekstiilide ja tekstiilijäätmete käitlemise võimekuse arendamine Eestis

Peatükk esitab kokkuvõtliku ülevaate kasutatud tekstiilide, sh tekstiilijäätmete käitlussüsteemi võimalikust korraldusest ning selliste tekstiilide kogumise ja ringlussevõtu lahendustest ja tehnoloogiast ning perspektiividest ringse tekstiilisüsteemi arendamise valguses Eestis. Ringse tekstiilisüsteemi arendamine eeldab terviklikku lähenemist, kus on oluline vaadelda nii õiguslikku kui ka korralduslikku poolt, mis omakorda annab aluse ja raamistiku kasutatud tekstiilide liigiti kogumise, korduskasutuse ja ringlussevõtu finantseerimiseks ning loob eeldused Eesti jaoks sobivate tehnoloogiliste lahenduste ja võimekuste rajamiseks. Oluline on kaasata ringse tekstiilisüsteemi ja tekstiilijäätmete ringlussevõtu võimekuse arendamisse kõik asjakohased osalised alates kohalikest omavalitsustest, korduskasutusorganisatsioonidest, tekstiiltoodete tootjatest ja turule laskjatest kuni tekstiilijäätmete käitluslahenduste pakkujateni. Selles peatükis on käsitletud kasutatud tekstiilide, sh tekstiilijäätmete kogumise ja käitlemise võimekuse arendamise seisukohast olulisi teemasid, mis on asjakohased ringse tekstiilisüsteemi edendamisel Eestis:

- kasutatud tekstiilide käitlemise korralduse soovitused ja võimalikud alternatiivid laiendatud tootjavastutuse rakendamiseks ([ptk 3.1](#));
- kasutatud tekstiilide kogumissüsteemi arendamise soovitused ([ptk 3.2](#));

- tekstiiljäätmete ringlussevõtu lahenduste taust ja kaardistamine ning ringlussevõtu võimekuse arendamise seisukohast asjakohaste ja Eesti tingimustesse sobivate tehnoloogiliste lahenduste juurutamise ettepanekud (ptk 3.3).

Ringse tekstiilisüsteemi võimekuse arendamise analüüsil ja ettepanekute tegemisel on keskendunud eelkõige tootjavastutusega seotud tekstiiltoodetest tekkivatele kasutatud tekstiilidele. Seetõttu on kasutatud tekstiilide kogumise ja käitlemise korraldusliku süsteemi arendusettepanekutes puudutatud ka tekstiilide korduskasutust. Kasutatud tekstiilide ringlussevõtu lahenduste ja tehnoloogiate analüüs ning arendusettepanekud keskenduvad eelkõige tekstiiltoodetest (rõivad ja kodutekstiilid)¹¹⁶ tekkivatele tarbijajärgsetele tekstiiljäätmetele. Analüüs tugineb varasemate asjakohaste uuringute ja ülevaadete andmetele ning uurimistöö käigus läbi viidud intervjuudele erinevate tehnoloogiapakkujatega (vt [lisa 4](#)).

116 Käesolevas uuringus ei ole lähemalt analüüsitud jalatsite ringlussevõttu, kuna jalatseid ei ole siiani käsitletud tüüpiliste tekstiiltoodetena ja toimivad lahendused jalanõude ringlussevõtuks puuduvad. Lisaks ei moodusta jalanõud üldises tekstiiltoodete massis suurt osa.

3.1 Kasutatud tekstiilide käitlemise korraldus

Peatükis on esitatud soovitud kasutatud tekstiilide, sh tekstiiljätmete kogumise ja käitlemise korraldamiseks Eestis. Kuna ELi tasandil on otsustatud, et teatud tekstiiltoodetele kehtestatakse laiendatud tootjavastutus (vt tootjavastutuse ja sellega seotud mõistete, sh tootja määratluse ja muude oluliste elementide kirjeldust peatükis 2.4.3), siis on soovitude väljapakkumise ja võimalike alternatiivsete lähenemiste kirjeldamisel seatud fookus eelkõige tootjavastutuse mehhanismil põhineval korralduslikul mudelil, mille põhimõtted ja nõuded sätestatakse ELi jätmete raamdirektiiviga.¹¹⁷ Sellest tulenevalt vaadeldakse siin eelkõige tootjavastutusega seotud tekstiiltoodete tekkivate kasutatud tekstiilide kogumis- ja käitlussüsteemi korraldust.

Tootjavastutuse rakendamise võimalused ja alternatiivid

Kasutatud tekstiilide kogumise ja käitlemise korralduslikust seisukohast mängib olulist rolli tootjavastutussüsteem ja selle toimimismudel. Tootjavastutuse rakendamine peaks pakkuma nii korraldusliku raamistiku kui ka vajalikku finantseerimist, et tagada Eestis tekkivate kasutatud tekstiilide liigiti kogumine ning nende korduskasutamine ja ringlussevõtt vastavalt sätestatavatele sihtmääradele.¹¹⁸

Nii Eestis kui ka muudes ELi liikmesriikides on ühe peamise ringse tekstiilisüsteemi arendamist pärssiva aspektina välja toodud ringset tekstiilisüsteemi toetava tervikliku rahastamisskeemi puudumine (vt ka ptk 1.3 ja ptk 2.3). See on seadnud olulised piirangud nii kasutatud tekstiilide kogumisele ja korduskasutusele kui ka takistanud tekstiiljätmete ringlussevõtulahenduste ning ringsete toodete turu teket ja laiendamist. Seni ainult turupõhiselt toimiv kasutatud tekstiilide käitlussüsteem on tugeva surve all ja seda ei ole võimalik laiendada, kui pole võimalik leida tegevuskuludeks lisaraha. Euroopas ja ka Eestis on vaja teha märkimisväärseid investeeringuid, et luua vajalik tehnoloogiline võimekus tekstiiljätmete sortimiseks ja ringlussevõtuks.

Tekstiilivaldkonna eesmärkide (ringsemate tekstiiltoodete turule toomine, tekstiiltoodete tarbimise vähendamine ja keskkonnamõju leevendamine) realiseerumine sõltub sellest, kas ja kuidas õnnestub tootjavastutussüsteemi rakendada ning kui kulutõhusalt ja eesmärgipäraselt see toimib.

¹¹⁷ Siin on lähtutud uuringu läbiviimise ajal Euroopa Liidu Nõukogu poolt 17. juunil 2024 avaldatud jätmete raamdirektiivi täiendamise ettepanekus ('üldine lähenemisviis') toodud tootjavastutussüsteemi reeglistikust ja nõuetest.

¹¹⁸ Vastavalt Komisjoni tehtud jätmete raamdirektiivi täiendamise ettepanekule, kaalutakse 2028. aasta lõpuks jätmetekke vältimise, jätmete kogumise, korduskasutamiseks ettevalmistamise ja ringlussevõtu sihtmäärade kehtestamist.

Euroopa Liidus sätestatakse tootjavastutuse toimimise olulisemad elemendid ja kriteeriumid (nt tootjavastutuse alla kuuluvate tekstiiltoodete ja tootjate määratlus; võimalikud kogumise, korduskasutuse ja ringlussevõtu sihtmäärad; tootjate rahastatavad tegevused; registreerimise ja aruandluse nõuded) jätmete raamdirektiivi ja muude asjakohaste õigusaktidega (vt ka [ptk 2.4.3](#)). Üldisemas plaanis on tekstiiltoodete laiendatud tootjavastutuse rakendamine ELis kavas ellu viia samadel põhimõtetel, mida on ka varasemalt kasutatud toodete (nt pakendite, elektri- ja elektroonikaseadmete, patareide ja akude ning romuautode) tootjavastutuse puhul. Sarnaselt teiste tootjavastutuse alla kuuluvate toodetega jäetakse aga terve rida aspekte liikmesriikide otsustada. Seega on liikmesriikidel võimalik kasutada mitmesuguseid tootjavastutuse toimimise mudeleid. Tavaliselt on jäetud tootjale võimalus tootjavastutusega seotud kohustusi täita individuaalselt või ühiselt läbi tootjate loodud organisatsiooni (vt tootja ja tootjavastutusorganisatsiooni selgitused [ptk 2.4.3](#)).

Tuginedes ELi liikmesriikide tootjavastutussüsteemide rakendamise viisidele võib tootjavastutusmudelid jagada ühelt poolt korraldusliku ja teiselt poolt rahalise (kulude katmise) vastutuse alusel laias laastus järgmiselt.¹¹⁹

- **Riigikesksed mudelid**, kus riiklikul tasandil kogutakse tootjatelt (tootjavastutuse alla kuuluvate toodete turule laskjatelt) tootjavastutuse kohustuse täitmise maksu või tasu. Siin võib välja tuua sellised riigid (nt Ungari), kus riik kogub maksu/tasu ja suures osas ka korraldab keskselt tootjavastutuse alla kuuluvate toodete kogumist ja käitlemist ning viib läbi muid tegevusi (vt ka [ptk 2.4.3](#)). Peale selle on ELi liikmesriike, kes on teinud tootjavastutuse alla kuuluvate toodete tootjatele kohustuseks maksta maksu (tavaliselt nn ressursi- või tootemaksu), aga samas on võimalik selle maksu tasumisest saada vabastus, kui liitutakse mõne riigis tegutseva tootjavastutusorganisatsiooniga, kes nende eest vajalikud kohustused täidab (nt Läti on seda lähenemist kasutanud pakendi ja nüüd ka tekstiiltoodete puhul, vt ka [ptk 2.4.3](#)).

Selliste lähenemiste tugevuseks on see, et riigikeskselt korraldades või tootjavastutuse maksu/tasu kogudes on riigil olemas kindlus, et süsteem toimib ja vajalik rahastamine on tagatud, sõltumata sellest, kas tootjad suudavad oma kohustusi iseseisvalt või ühiselt (tootjavastutusorganisatsiooni kaudu) täita. Paljude riikide kogemused on näidanud, et tootjate initsiatiivi või huvi puudumisel, aga ka mitme, omavahel konkureeriva tootjavastutusorganisatsiooni olemasolul, ei pruugi tootjate täisvastutusel toimiv süsteem hästi toimida või ei rakendu see üldse.

¹¹⁹ Toodud lähenemised kirjeldavad tootjavastutuse mudeleid varasemalt tootjavastutusega kaetud toodete keskselt (nt pakend). Samas on need lähenemised asjakohased ka tekstiiltoodete tootjavastutuse rakendamisel.

Riigikesksete mudelite negatiivse küljena on välja toodud, et selline süsteem ei pruugi olla kõige kulutõhusam, kuna vastavad maksud ja tasud on määratud ametkondlikul tasandil ja ei pruugi peegeldada süsteemi tegelikke kulusid.

- **Jagatud vastutusega mudelid**, kus kogumise ja käitlemise korralduslik ja/või rahastamise kohustus on jagatud tootjate/ tootjavastutusorganisatsiooni(de) ning muude osaliste, tavaliselt kohalike omavalitsuste vahel. Sellised mudelid on levinud näiteks Põhjamaades, kus omavalitsused on sageli juba enne tootjavastutuse rakendamist korraldanud toodetest tekkinud jäätmete kogumist ja käitlemist, sh ka katnud sellega seotud kulusid.

Sellise lähenemise puhul on positiivne asjaolu, et kohalikud omavalitsused saavad kõige vahetumalt mõjutada, koordineerida ja korraldada just kodumajapidamistes tekkivate jäätmete (sh ka kasutatud tekstiilide) kogumist ja esmatöötlemist (nt sortimine). Lisaks saavad KOVid kõige efektiivsemalt korraldada teavitamist, nõustamist ja järelvalvet. Kohalikud omavalitsused ja nende koostööorganisatsioonid on üldjuhul võimelised looma ja investeerima nii üleriigilistesse või piirkondlikesse kogumisvõrgustikesse ja -vahenditesse ning käitlustehnoloogiatesse (sh riikliku toetuse abil). Ka tootjate/tootjavastutusorganisatsioonide seisukohast on koostöö kohalike omavalitsustega selles valdkonnas üldjuhul kasulik, kuna KOVid teevad jäätmehooldussüsteemi raames olulisel määral ära selle, mida peaksid tootjad tootjavastutuse nõuete kohaselt vastasel juhul ise tegema. Mitmes riigis (nt Põhjamaad) katavad kohalikud omavalitsused ka osaliselt kogumisega seotud kulusid.

Jagatud vastutuse toimimise eelduseks on omavalitsuskeskse jäätmehooldussüsteemi tõhus toimimine. Omavalitsused on viimasel ajal erinevates riikides välja toonud, et teatud jäätmete puhul peab olema tagatud KOVide sellealase tegevuse toetus ja rahastamine kas riiklikult või siis tootjavastutusorganisatsioonide poolt. Seda on eriti mainitud kasutatud tekstiilide kogumise ja käitlemise puhul, kuna nende käitlemisega seotud kulud on märkimisväärsed, mida ei saa jätta ainult KOVide kanda.

- **Täisvastutusega mudelid**, kus tootjavastutusega seotud kohustused, sh kogumise, käitlemise, teavitamise jms korraldus ja rahastamine on täismahus tootjate või nende loodud tootjavastutusorganisatsiooni(de) kanda.

Tootjate täisvastutusega mudeli rakendamine eeldab tootjate valmisolekut ja võimekust tootjavastutussüsteemi ise korraldada ja koostööd teha (sh tasude määramisel ja kulude jagamisel).

Mitmed liikmesriigid on tavaliselt ka kombineerinud erinevaid mudeleid. Lõppkokkuvõttes sõltub lähenemisviis riigi varasematest tootjavastutussüsteemidest (sh õiguslikust süsteemist) ja sellealastest

kogemusest ning osaliste võimekusest ja valmisolekust võtta vastutust.

Nendes riikides, kus tegutseb rohkem kui üks tootjavastutusorganisatsioon, on paljudel juhtudel tekkinud vajadus tootjavastutuse kohustuste ja nõuetega seotud kulude jagamiseks ehk kliirimiseks tootjavastutusorganisatsioonide vahel. Selle funktsiooni täitmiseks on loodud nii riiklikke kui ka tootjate/ tootjavastutusorganisatsioonide asutatud sõltumatuid organisatsioone.

Eestis on varem tootjavastutuse alla kuuluvate toodete (pakendid ja probleemtooted – elektri- ja elektroonikaseadmed, akud ja patareid, rehvid, mootorsõidukid ja nende osad, põllumajandusplast) tootjavastutuse rakendamine toimunud pigem täisvastutusega mudeli kohaselt. Tekstiiltoodete tootjavastutust võib kõige enam võrrelda pakenditele kehtestatud tootjavastutusega. Eesti on tootjavastutuse rakendamisel, sh just liikmesriikidele jäetud regulatsiooni täpsustamisel (tootjavastutussüsteemile ja -organisatsioonidele kehtestatavad nõuded), järginud väga liberaalsest joont, jättes tootjavastutuse kollektiivse kohustuse rakendamise avatuks ja riigi poolt vähesuunatuks. Nii on näiteks pakendivaldkonnas tekkinud Eestis mitu konkureerivat tootjavastutusorganisatsiooni, kelle liikmelisus on piiratud ja kes tegutsevad pigem jäätmekäitlusteenuse pakkujatena. Suurem osa tootjaid ei kuulu ühtegi organisatsiooni ja ostavad neilt ainult teenust. Nii puudub tootjatel ka kontroll ja võimalus selliste organisatsioonide tegevust ja kulusid kontrollida ja suunata. Konkurentsist ja koostöötahete puudumisest tulenevalt on olnud väga keeruline ka ühiseid kokkuleppeid saavutada ja arendada terviklikku süsteemi (nt ökomodulatsiooni alusel kehtestatud tasude kehtestamine, kulude jagamine, ühiste käitluslahenduste ja investeeringute tegemine on olnud pärsitud). Eestis pole riiklikul tasandil loodud ka nn kliirimisorganisatsiooni, mis saaks kohustusi ja kulusid jagada tootjavastutusorganisatsioonide vahel proportsionaalselt. Ka jagatud vastutusega mudeli rakendamine pole Eestis olnud võimalik, kuna omavalitsuste õigused keskselt jäätmehooldust korraldada ja seda ka rahastada on olnud väga piiratud.¹²⁰

Tekstiilide tootjavastutuse rakendamise olulised aspektid ja erisused

Kuigi tootjavastutussüsteem tekstiiltoodetele on ELis kavas sisse viia üldises plaanis samadel põhimõtetel nagu varasemalt teiste toodete puhul, siis on siiski mitmeid aspekte ja erisusi, mis võivad olulisel määral mõjutada ja ka keerukamaks muuta tekstiiltoodete tootjavastutuse rakendamist.

¹²⁰ Käesoleva uurimistöo ajal on Kliimaministeerium alustanud jäätmereformi, mille käigus tahetakse anda KOVidele tagasi õigusi Euroopas valdavalt levinud omavalitsuskeskse jäätmehooldusmudeli rakendamiseks (sh jäätmetasude kogumiseks).

Järgnevalt on ära toodud olulisemad aspektid ja erisused, mis mõjutavad Eestis tekstiiltoodete tootjavastutuse rakendamist ja sellest tulenevalt ka võimaliku korraldusliku mudeli valikut.

- Tootjavastutuse kohustusega (tootjate määratluse) on Eestis väga suur hulk ettevõtteid, kellest valdav osa on väikeettevõtted (eelkõige rõiva- ja tekstiilibrändide esindajad ning tekstiiltoodete müüjad). Käesoleva uuringu käigus tehtud küsitlused ja intervjuud näitasid, et selliste ettevõtete teadlikkus tootjavastutuse rakendamisest on väga madal. Seetõttu võib eeldada, et nende valmisolek tootjavastutussüsteemi loomisesse panustada on samuti tagasihoidlik. Võib arvata, et Eesti turu väiksuse tõttu ei hakka suuremad rõivabrändid vastupidiselt näiteks elektri- ja elektroonikaseadmete tootjavastutuse rakendamisele siin ise jõulisemalt tootjavastutussüsteemi loomisesse panustama. Kuna tootjavastutuse määratlusega ettevõtete tegevusalad on väga erinevad (tekstiiltoodete tootjad, kaubandusettevõtted, sh e-kaubandus ja isegi teatud korduskasutusorganisatsioonid), siis pole siin ka ühtset alaliitu või muud organisatsiooni, kes võiks eest vedada tootjavastutussüsteemi loomist.
- Kuigi tootjavastutussüsteemi toimimisel on tootjatele (tekstiiltoodete turule laskjad) ette nähtud registreerimise kohustus, võib siiski eeldada, et tulenevalt selle kohustusega ettevõtete väiksusest ja tegutsemise laadist, ei pruugi paljud ettevõtted tootjavastutussüsteemis ennast registreerida ning kohustuste täitmisse panustada ja tasu maksta. Sellele aitab kaasa ka üha suurem e-kaubanduse, vahendusplatvormide ja muude tekstiiltoodete turule toomise viiside osakaalu kasv. Seega võib selliste ettevõtete osakaal (nn jänesed ehk ingl *free-riders*), kes süsteemis ei osale ja tasu nende poolt turule pandud tekstiiltoodete käitlemise eest ei maksa, osutada suhteliselt suureks. See tekitab rahalist lisakoormust ettevõtetele, kes süsteemis osalevad ja oma kohustust täidavad. Selle vältimiseks peab tagama, et tootjavastutuse rakendamisel luuakse piisavalt tugevad kontrolli- ja järelevalve mehhanismid (sh näiteks ettevõtete tootjavastutuse nõude täitmise kontroll, turule lastud tekstiiltoodete koguse õigsuse kontroll).
- Tootjavastutusega kaasnevate kohustuste ulatus on tekstiilide puhul oluliselt laiem, eriti tegevuste osas, mida tootjavastutussüsteem peab katma ja ka rahastama. Tootjavastutuse alla kuuluvate tekstiiltoodete tootjad/tootjavastutusorganisatsioon(id) peavad eeldatavasti korraldama kasutatud tekstiilide kogumise (nii korduskasutuseks kui ka jäätmetena kogumise), korduskasutuseks ja ringlussevõtuks vajaliku sortimise ja ettevalmistamise ning nende tekstiilide ringlussevõtu või muu käitlemise ning katma ka nende tegevustega seotud kulud. Lisaks tuleb neil korraldada ja rahastada terve rida muid tegevusi (nt müümata jäänud tekstiiltoodete käitlemine, jäätmeuringute ja tehnoloogiate arendustööde läbiviimine, teavitamine ja kampaaniad). Sellega seoses on tootjavastutuse

kulud (tasud) tõenäoliselt suhteliselt kõrged ja lisaks on väga palju osalisi, kellega tuleb läbi rääkida ja nende poolt tehtud kulusid kompenseerida (nt KOVid, kogujad, korduskasutusorganisatsioonid, sh sotsiaalsed ettevõtted, ümbertöötledajad ja ringlussevõtjad jne). See eeldab hästi kontrollitud tootjavastutussüsteemi olemasolu ning keskselt koordineeritud ja ühtsetel alustel tegutseva tootjavastutusorganisatsiooni loomist. Mida rohkem on tootjavastutusorganisatsioone, seda keerulisem on sellises komplekses süsteemis ühiste reeglite (nt ökomodulatsiooni põhiste tasude kehtestamine) ja kohustuste kokkuleppimine ning ka kulude jagamine.

- Võrreldes mitme teise varem tootjavastutuse alla pandud tootega, tuleb kasutatud tekstiilide puhul nii Eestis ja ka Euroopas oluliselt suuremal määral arendada käitlusvõimekust, sest käitlusvõimekust ja vastavaid lahendusi seni lihtsalt ei ole või on neid ebapiisavalt. See kõik nõuab süsteemi rakendamisel suuri investeeringuid. Lisaks tuleb arvestada, et Eestis tekib tulenevalt turu väiksusest suhteliselt vähe kasutatud tekstiile, mis võib tekitada olukorra, kus tekstiilijäätmete ringlussevõtuks tehtavad kulutused on olulisemalt suuremad kui suuremate jäätmekoguste puhul. Seetõttu tuleks hästi kaaluda, millistesse lahendustesse Eestis investeerida ning siin tuleks hoiduda paralleelsete ja konkureerivate arenduste/käitlusahelate loomisest.

Tekstiiltoodete tootjavastutussüsteemi arendamise soovitused

Eestis tekstiiltoodete tootjavastutussüsteemi arendamine, sh osaliste rollid selles süsteemis sõltuvad paljudest eeldustest, aspektidest ja arengusuundadest (sh õiguslikust arengust). Käesoleva uurimistöö ajal ei olnud veel lõplikult selge, milline milline hakkab olema ELi tekstiiltoodete tootjavastutuse regulatsioon.

Nii saab eesmärgipärase ja kulutõhusa tootjavastutussüsteemi arendamiseks soovitused välja tuua ainult üldisemas plaanis, tuginedes käesoleva uurimistöö analüüsi tulemustele.

- Tekstiiltoodete tootjavastutuse korraldusliku mudeli aluste ja asjakohase õigusliku raamistiku väljatöötamisel tuleks analüüsida põhjalikult praegu Eestis toimiva tootjavastutussüsteemi kitsaskohti, et vältida neid tekstiiltoodete tootjavastutuse kujundamisel ja rakendamisel.
- Kasutatud tekstiilide tootjavastutuse süsteemi raames läbiviidava kogumise ja korduskasutuse puhul tuleks toetuda Eestis juba toimivale süsteemile. Selle uuringu käigus koostatud ülevaade näitab selgelt, et kasutatud tekstiilide korduskasutussüsteem toimib väga kõrgel tasemel, seda isegi võrreldes edumeelsemate ELi liikmesriikidega. Eestis tegutseb terve rida hästi toimivaid korduskasutusorganisatsioone, kes on kas ise või koostöös KOVidega suutnud üles ehitada efektiivse ja ka kulutõhusa kasutatud tekstiilide kogumise, sortimise ja realiseerimise süsteemi. Seetõttu oleks väga oluline jälgida, et loodav tootjavastutussüsteem olemasolevat ja hästi toimivat

korduskasutussüsteemi ei pärsiks ega kahjustaks, vaid integreeriks võimalikult terviklikult ja ka rahastaks piisaval tasemel (kataks kokkulepitud kulusid). Korduskasutussektori (sh nende korduskasutusorganisatsioonide, kes tegutsevad nn sotsiaalmajanduse üksusena) kaasamise olulisuse toob välja ka Euroopa Komisjoni viimane jäätmete raamdirektiivi täiendamise ettepanek.

- Kasutatud tekstiilide ja eelkõige tekstiiljäätmete liigiti kogumise kohustus on juba pandud KOVidele. Nad peavad tagama tekstiiljäätmete kokkukogumise ja jäätmekäitluse korraldamise alates 2025. aastast. Seega oleks mõistlik korralduslikus mõttes integreerida KOVide loodud kasutatud tekstiilide, sh tekstiiljäätmete liigiti kogumise süsteem tootjavastutussüsteemi. Põhjamaade kogemused on näidanud, et KOVide loodavad piirkondlikud tekstiiljäätmete kogumissüsteemid koos kokkulepitud ühtsete kogumiskriteeriumitega ning teavituskampaaniatega annavad üleriigilise kogumissüsteemi loomisel hea ja kulutõhusa tulemuse.
- Kuna KOVid juba teevad koostööd korduskasutusorganisatsioonidega kasutatud tekstiilide kogumisel ja arendavad valmisolekut ka tekstiiljäätmete liigiti kogumiseks, siis võiks kaaluda, et KOVid koordineerivad ja korraldavad ka tekstiiljäätmete eeltöötlust, sh sortimist, sest seda oleks mõistlik Eestis teha keskses käitises, mida opereeritakse KOVide koostööpõhiselt. KOVide poolt käitatud keskse kasutatud tekstiilide sortimiskäitise loomisel on võimalik kasutada ka riigi toetust ning käitist saaksid kasutada Eesti tootjad/ tootjavastutusorganisatsioon(id) kulutõhusalt ja võrdsetel tingimustel, makstes kokkulepitud tasu, mis katab nii kasutatud tekstiilide kogumise kui ka sortimise kulud (vt ka [ptk 3.3.5.1](#)). Selline lähenemine järgiks Põhjamaades arendatud tekstiilide jagatud vastutuse mudelit, kus KOVid korraldaksid ja koordineeriks kasutatud tekstiilide kogumissüsteemi ja teostaks keskses sortimiskäitises tekstiiljäätmete eeltöötlust vastavalt ringlussevõtuturul nõutavatele materjali- ja kiuliikidele. Tootjad või tootjavastutusorganisatsioon kataksid kokkulepitud tasu alusel selle tegevuse (kogumise ja eeltöötuse) kulud.
- Võttes arvesse eespool kirjeldatud tekstiiltoodete tootjavastutusega seotud aspekte ja erisusi, on eesmärgipärase ja kulutõhusa tootjavastutussüsteemi loomine suure tõenäosusega võimalik pigem sellisel juhul, kui Eestis loovad tootjad ühe keskse tootjavastutusorganisatsiooni, kes on suuteline osalistega kokkuleppeid tegema (sh kulude kompenseerimiseks), süsteemi arendama ja koordineerima ning ühtsetel põhimõtetel toimivat tasusüsteemi välja töötama, mis võtab arvesse ka seadusega nõutud ökomodulatsiooni põhimõtted. Õigusraamistik peaks kindlustama, et kriitiline mass tootjaid on selle organisatsiooni liikmed, mis omakorda tagab organisatsiooni läbipaistva tegevuse ja tootjate võrdse kohtlemise ning nende tegeliku vastutuse võtmise. Oluline on, et tootjavastutusorganisatsioon piirduks

selgelt korraldava tegevusega (tasumäärade kehtestamine, osalistega kulude kompenseerimise kokkuleppimine, ringlussevõtu hangete korraldamine). Teiste riikide kogemused näitavad, et üks keskne tootjavastutusorganisatsioon on tõhus süsteemist kõrvalehoidvate ettevõtete kontrollimisel ja leidmisel ning sellisel juhul pole vaja rakendada keerulist ja vaevanõudvat kulude ja kohustuste jagamise ehk kliirimise süsteemi. Nii on ka suurem osa tekstiilivaldkonnas enamarenenud riike loonud olukorra, kus tootjavastutuse kohustusi täidab üks keskne organisatsioon.

- Võttes arvesse tekstiiltoodete tootjavastutuse rakendamisega seotud keerukust ja kompleksust ning väga paljusid huvirühmi, tuleb selle süsteemi loomist ja väljatöötamist keskselt koorineerida. Seetõttu on väga oluline, et Kliimaministeerium looks võimalikul varakult (soovitavalt juba enne jäätmete raamdirektiivi täienduste vastuvõtmist eeldatavalt 2024. aasta lõpus) töö- või rakkerühma, kuhu kuuluvad kõikide huvirühmade esindajad ning kes hakkab tegema ettevalmistusi tootjavastutussüsteemi väljatöötamiseks ning soovitude andmist lähenemiste ja õiguslike regulatsioonide osas. Eraldi tähelepanu ja toetavaid tegevusi tuleks planeerida tootjate teavitamiseks ning võimaliku tootjavastutusorganisatsiooni loomise initsiatiivi jaoks sobiva raamistiku loomiseks.
- Riik peaks olema valmis ka selleks, et tootjad ei ole suutelised tootjavastutusorganisatsiooni looma või on oht, et selle rolli võtavad muude huvidega osalised. Võttes arvesse tekstiilivaldkonna keerukust, kaaluvad mitmed riigid (nt Ungari) seetõttu riiklikult juhitud või pigem ühe keskse (nt Põhjamaad) tootjavastutusorganisatsiooni loomist.¹²¹ Seega oleks soovitatav, et riik seirates olukorda ja arengut oleks valmis välja töötama riigikeskset tasude kogumise süsteemi, mille üheks osaks peaks olema ka korralduslik funktsioon (kulude jagamine osaliste vahel). Riik peaks olema valmis looma ka keskse (soovitavalt riiklikul tasandil loodud) kulude jagamise ehk kliirimismehhanismi, eriti juhul, kui Eestis tekib mitu tootjavastutusorganisatsiooni või osa tootjaid otsustab täita iseseisvalt oma tootjavastutuskohustust.

121. Ka Euroopa Liidu Nõukogu ettepanek jäätmete raamdirektiivi täiendamiseks toob eraldi välja võimaluse luua riiklikult juhitud tootjavastutusorganisatsioon.

3.2 Kasutatud tekstiilide kogumise arendamine

Võttes arvesse tekstiilide tootjavastutuse regulatsiooni nõudeid tuleb Eestis luua kasutatud tekstiilide kogumissüsteem(id), mis lubab koguda nii korduskasutuseks sobivaid tekstiile kui ka tekstiiljätmeid. Kasutatud tekstiilide liigiti kogumine on oluline esimene etapp nende korduskasutuse ja ka ringlussevõtu ahelas. Kogumissüsteemi(de) ülesehitus ja toimimine sõltub paljus sellest, kas kogumine toimub eelkõige korduskasutuse või pigem jäätmetena kogumise eesmärgil. Seepärast tuleb hästi läbi mõelda, kuidas ja millistes tingimustes kasutatud tekstiile koguda.

Kasutatud tekstiilide kogumise kogemused Euroopas

Kasutatud tekstiilide liigiti kogumise olukord eri riikides varieerub suuresti. Terve rida riike (nt Prantsusmaa, Holland, Belgia, Põhjamaad) on arendanud viimastel aastatel aktiivselt kasutatud tekstiilide kogumissüsteeme ja lahendusi. Samas on paljudes riikides kasutatud tekstiilide kogumine alles väga algusjärgus.

Toetudes erinevatele uuringutele (Köhler et al., 2021; Trzepacz et al., 2023; Watson et al., 2020) võib välja tuua mõned olulised tähelepanekud ELi liikmesriikide kasutatud tekstiilide kogumise kogemustest ning kogumissüsteemide arengust, mida tasuks silmas pidada ka selliste süsteemide arendamisel Eestis.

- Kasutatud tekstiilide kogumissüsteemid on siiani keskendunud eelkõige korduskasutatavate tekstiilide kogumisele. Korduskasutatavaid tekstiile koguvad (sh arendavad kogumilahendusi) ELi liikmesriikides valdavalt korduskasutusorganisatsioonid, kellest suurema osa moodustavad n-ö sotsiaalmajanduse üksused ehk sotsiaalsed organisatsioonid ja ettevõtted. Tarbijajärgsete tekstiiljätmete liigiti kogumist on laiemalt ja süsteemsemalt arendanud üksikud riigid, kus seda on tehtud eelkõige kohalike omavalitsuste või tootjavastutusorganisatsioonide initsiatiivil.
- Korduskasutatavate tekstiilide kogumisel kasutatakse kõige enam nn kokkukande lähenemist, kus tekstiile kogutakse avalikku ruumi paigutatud konteineritega. Need võivad asuda nii välitingimustes kui ka siseruumides (nt kaubanduskeskused). Lisaks koguvad korduskasutusorganisatsioonid kasutatud tekstiile üldjuhul ka enda kauplustes ja realiseerimispunktides (näiteks on selline kogumisviis valdav Suurbritannias). Üksikutel juhtudel pakutakse ka nn ukse-eest-vedu, kus kasutatud tekstiilid viiakse ära jäätmevaldaja juurest kas tellimisel või mingi ajaperioodi järgselt.

- Erinevatel kogumisviisidel on oma eelised ja puudused. Siseruumides asuvatest kogumispunktidest saadud tekstiilid on üldjuhul puhtamad ja välditud on nende niiskumine. Lisaks on sellise kogumise puhul tihti logistikakulud madalamad ning teatud juhtudel on võimalik kohapeal teha esmasortimist, kui sellised kogumiskohad asuvad korduskasutusorganisatsioonide enda ruumides. Kuid tavaliselt on selliste kogumispunktide arv piiratud ja nende kasutamine sõltub hoone lahtiolekuajast.

Välitingimustes asuvate konteineritega kogutud tekstiilide puhul võib kaasneda tekstiilide niiskumise ja saastumise risk. Niiskus ja vihmavesi võivad põhjustada hallituse teket, halvendades oluliselt kogutud tekstiilide edasist kasutamist nii korduskasutuse, aga ka jäätmetena ringlussevõtu seisukohast. Välitingimustes asuvate avalike kogumiskonteinerite puhul on ühe riskina välja toodud ka konteinerite lõhkumise ja kogutud tekstiilide varguse oht. Välialikonteinerid lubavad siiski luua kõige mugavama ja tihedama kasutatud tekstiilide kogumise võrgustiku, mis omakorda on aluseks suuremate tekstiilikoguste kogumiseks. Seetõttu peetakse avalikus ruumis asuvaid välialikonteinereid üldiselt kõige sobivamaks viisiks suurte koguste kasutamiseks ja vastuvõetava kvaliteediga tekstiilide kogumiseks.¹²²

- Teiste riikide kogemused näitavad, et korduskasutuseks mõeldud tekstiilide kogumissüsteemi on hakanud tulema üha rohkem korduskasutuseks mittesobivaid tekstiile (madala kvaliteediga ja kulunud, katkisi või määrdunud tekstiile). Võib eeldada, et tekstiiljäätmete kogumise kohustuse rakendudes (2025), hakkab korduskasutusorganisatsioonide kogumissüsteemidesse jõudma veelgi rohkem tekstiiljäätmepuud. Seega tuleb silmas pidada, et korduskasutatavate tekstiilide kogumissüsteemid toimivad ka tekstiiljäätmepuud kogumisena.
- Tekstiiljäätmepuud liigiti kogumine toimub ELi liikmesriikides tavaliselt kas jäätmepuudades või avalike kogumiskonteinerite kaudu. Üldjuhul asuvad avalikud kogumiskonteinerid välitingimustes, aga ka siin on välja toodud negatiivseid aspekte. Seetõttu on mitmed omavalitsused eelistanud tekstiiljäätmepuud koguda siseruumides või sademete eest kaitstud kohtades (vt Helsingi linna näide, [Lisa 3](#)). Tekstiiljäätmepuud kogumise kogemused näitavad, et märkimisväärne osa kogumissüsteemi toodud tekstiilidest sobivad korduskasutuseks.¹²³ Need riigid, kus toimivad hästi korduskasutusorganisatsioonide hallatud kogumissüsteemid, on üldjuhul eelistanud selliseid kogumissüsteeme toimivana hoida ning pidada neid lahus tekstiiljäätmepuud kogumisest.

122 Näiteks Prantsusmaal, kus kasutatud tekstiilide kogumine toimub üleriigiliselt, kogutakse enamik kasutatud tekstiilidest (83%) avalikus ruumis (valdavalt välitingimustes) asuvate kogumiskonteinerite kaudu, 15,5% kogutakse siseruumides asuvate kogumispunktide kaudu ja 1,5% ukse-eesveona. Allikas: <https://refashion.fr/rapport-activite/2022/en/#page/10>

123 Nt Helsingi linna tekstiiljäätmepuud kogumiskonteineritesse 2023. a. toodud tekstiilidest sobis korduskasutuseks 11% (vt lisa 3).

Küll on aga tekstiiljätmete kogumissüsteemide sisseviimisel (eriti tootjavastutussüsteemiga riikides) hakatud üha enam kasutatud tekstiile koguma nii, et kogumiskonteinerisse on võimalik panna nii tekstiiljätmeid kui ka korduskasutuseks sobivaid tekstiile. Näiteks Prantsusmaal ja Hollandis kogutakse üha enam kõiki kasutatud tekstiile koos. Samas Rootsis kogutakse mitmes omavalitsuses korduskasutuseks sobivaid tekstiile ja tekstiiljätmeid eraldi konteineritega. Seega sõltub kogumisviisi ülesehitus ja toimimine paljus konkreetsetest oludest ja varasema kogumissüsteemi toimimisest.

- Tekstiiljätmete kogumise laiendamist on pärssinud puudulik rahastamine ja väga piiratud võimalused kogutud tekstiile suunata edasi ringlusse, eriti nendes riikides, kus ei ole tootjavastutussüsteemi.
- Euroopa riikide kogemused näitavad, et väga oluline on ühtlustada erinevate kogumissüsteemide toimimine, töötades välja ühtsed märgistused, kogumiskriteeriumid, juhised ja teave. Oluline on tagada ka osaliste koostöö. Häid tulemusi on andnud ühtsetel alustel toimiva süsteemi loomine (sh teavituse korraldamine) sellistes piirkondades (nt Holland, Belgia, Põhjamaad), kus keskne koordineerija on kohalik omavalitsus. Omavalitsusel on olemas võimalused (sh õiguslikud) kujundada kõige efektiivsemalt keskselt kasutatud tekstiilide kogumissüsteemi.
- Kasutatud tekstiilide kogumise efektiivsus ja kvaliteet sõltub inimeste teadlikkusest. Samuti on oluline, et kasutatud tekstiilide kogumine oleks korraldatud mugavalt ning arusaadavalt. Tekstiilide kogumisvõrgustik peab olema piisavalt tihe ja üleriigilise kattuvusega.¹²⁴

Kasutatud tekstiilide kogumissüsteemi arendamise soovitused

Kasutatud tekstiilide liigiti kogumise arendamisel tuleks arvesse võtta nii Eestis toimivaid kogumissüsteeme ja siinseid kogemusi, aga ka teiste sarnaste riikide kogemusi (eriti nende riikide kogemusi, kus on esimesi samme tekstiiljätmete ja tekstiiltoodete tootjavastutuse rakendamisel tehtud). Olulisel määral mõjutab Eestis kasutatud tekstiilide kogumissüsteemi ka võimalik tootjavastutussüsteemi korralduslik mudel ja selle rakendumine (vt ka [ptk 2.4.3](#)).

Seega võiks välja tuua järgmised üldisemad soovitused kasutatud tekstiilide kogumissüsteemi edasiseks laiendamiseks ja arendamiseks Eestis.

- Kasutatud tekstiilide tootjavastutuse rakendamisega seotud aspektid pole Eestis veel paika pandud (vastavalt Euroopa Komisjoni jätmete raamdirektiivi täiendamise ettepanekutele on selleks aega kuni

124 Näiteks Prantsusmaal on üks kogumiskoht ligikaudu 1500 elaniku kohta. Allikas: <https://refashion.fr/rapport-activite/2022/en/#page/10>

2028. aastani¹²⁵). Tekstiiljäätmete eeltöötlemise (eelkõige sortimise) ja ringlussevõtu lahenduste ja võimsuse suurendamine vajab samuti arendamist. Samas peavad kohalikud omavalitsused sisse viima tekstiiljäätmete liigiti kogumise alates 2025. aastast. Seega oleks soovitatav kasutatud tekstiilide (eelkõige tekstiiljäätmete) kogumissüsteemi arendada samm-sammult.

- Korduskasutatavate tekstiilide kogumisel tuleks soovitatavalt toetuda Eestis juba toimivale süsteemile, mille on rajanud korduskasutusorganisatsioonid kas ise või koostöös KOVidega (avalikud kogumiskonteinerid). Käesoleva uuring näitab, et suuremates asulates on olemas piisavalt tihe korduskasutatavate tekstiilide kogumisvõrgustik. Tootjavastutussüsteemi rakendudes (lisarahastuse tekkimisel) tuleks korduskasutatavate tekstiilide liigiti kogumist laiendada ka teistesse asulatesse, kus praegu majanduslikel põhustel pole kasutatud tekstiile koguda võimalik (vt ka [ptk 1.3](#)). Suuremad korduskasutusorganisatsioonid on võimelised ise professionaalselt eristama kogutud tekstiilidest korduskasutuseks sobivad (ingl *fit for re-use*) tekstiilid.
- KOVid peavad hakkama tekstiiljäätmey liigiti koguma alates 2025. aastast. Seega oleks mõistlik esmalahenduses tekstiiljäätmey liigiti kogumist arendada läbi kohalike omavalitsuste hallatava jäätmey kogumise taristu (eelkõige jäätmeyjaamad). Järgmise sammuna, kui kogumise rahastamise ja kogutud tekstiilide edasise käitlemise võimalused on loodud, saaks tekstiiljäätmey kogumissüsteemi hakata laiendama. Üheks võimaluseks on siin sarnaselt mitme teise liikmesriigiga, kus on rakendunud tootjavastutussüsteem, luua üleriigiline kasutatud tekstiilide avalik kogumiskonteinerite võrgustik. Majanduslikust seisukohast võib olla optimaalne koguda selliste konteineritega nii korduskasutuseks sobivaid tekstiile kui ka tekstiiljäätmey. Selline kogumine eeldab konteinerkogumise tõhusat opereerimist (tühjendamist, asukohtade valikut ja tingimusi), teavitamist ja integreerimist olemasolevate korduskasutuse konteinerparkidega. Kindlasti on siin ka eelduseks liigiti kogutud tekstiilide tõhusa sortimise võimekus Eestis. See peab tagama kvaliteetse ja edasise ringlussevõtu seisukohast sobiva tekstiilide eristamise ja eeltöötlemise (sh korduskasutuseks sobivate tekstiilide eraldamise).
- Võttes arvesse Eesti väiksust, tuleks kasutatud tekstiilide kogumissüsteemiga paralleelselt välja töötada üle-eestiline ja ühtne kogumisvahendite märgistus, kogumiskriteeriumid, juhised ja teave, mida kõik osalised saavad/peavad kasutama. Siin on oluline tagada osaliste koostöö.

125 <https://www.consilium.europa.eu/en/press/press-releases/2024/06/17/waste-framework-directive-council-set-to-start-talks-on-its-revision/>

- Samm-sammult arendatud ja KOVide keskselt koordineeritud tekstiiljäätmete kogumissüsteemid koos kokkulepitud ühtsete kogumiskriteeriumitega ning teavituskampaaniatega loovad hea aluse tootjavastutussüsteemi rakendamiseks ning annavad üleriigilise kogumissüsteemi loomisel hea ja kulutõhusa tulemuse.
- Võttes arvesse teiste tootjavastutuse alla kuuluvate toodete (eelkõige pakendite) kogumise kogemusi, peaks riik edaspidi kehtestama detailsed nõuded tootjatele ja tootjavastutusorganisatsioonidele kasutatud tekstiilide üleriigilise kogumissüsteemi toimimiseks (nt kogumispunktide tihedus tihe- ja hajaasustusaladel, ühtlustatud märgistus ja kogumisteave).

3.3 Tekstiilijäätmete ringlussevõtu võimekuse arendamine

Selles alapeatükis on esitatud lühiülevaade tekstiilijäätmete käitlemise sammudest alates kogutud tekstiilijäätmete sortimisest kuni ringlussevõtu erinevate tehnoloogiateni. Eraldi alapeatükkides (vt [ptk 3.3.2](#) ja [ptk 3.3.3](#)) on toodud tekstiilijäätmete eeltöötlemise ja ringlussevõtu tehnoloogiate peamised tüübid ja nende kirjeldused, millele on lisatud Euroopas toimivate käitiste ja tehnoloogiliste lahenduste näited. Põhirõhk on tarbijajärgsete tekstiilijäätmete eeltöötlemise ja mehaanilise ringlussevõtu lahenduste kirjeldamisel, kuna need tehnoloogiad on lähiperspektiivis asjakohased ka Eesti tekstiilijäätmete ringlussevõtu arendamise seisukohast. Tehnoloogiliste lahenduste ülevaate koostamisel toetuti senistele uuringutele (Huygens et al., 2023; Köhler et al., 2021; Stubbe et al., 2024) ning intervjuudele tehnoloogiate arendajate, tarnijate ja kasutajatega (vt [Lisa 4](#)).

Asjakohaste tehnoloogiliste lahenduste analüüsi tulemused olid üheks sisendiks Eestis ringlussevõtu seisukohast perspektiivsete tekstiilijäätmete ja nende koguste hindamisele ([ptk 3.3.4](#)) ning Eesti kontekstis sobivate ringlussevõtu tehnoloogiliste lahenduste juurutamise ettepanekute tegemisele ([ptk 3.3.5](#)).

3.3.1 Tekstiilijäätmete ringlussevõtu tehnoloogilised sammud

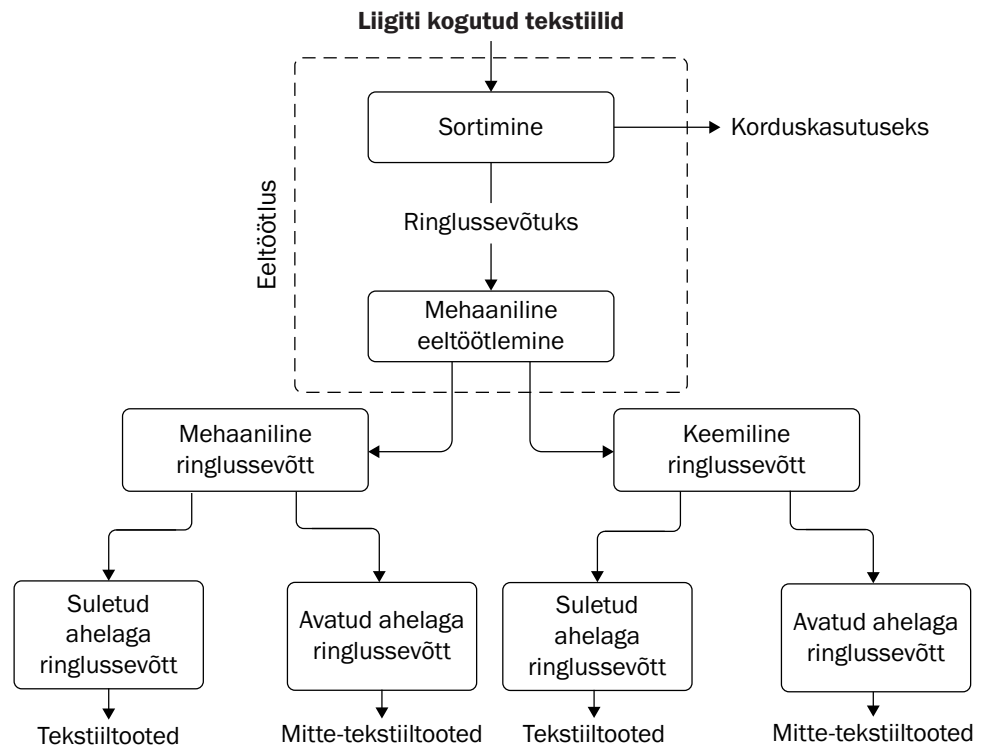
Liigiti kogutud tekstiilijäätmete ringlussevõtu eesmärgil toimiv käitlussüsteem sisaldab mitmeid tehnoloogilisi samme. Joonis 5 toob välja tekstiilijäätmete käitlussüsteemi olulisemad tehnoloogilised etapid ja tehnoloogiad koos sisendite ja väljunditega.

Tekstiilijäätmete ringlussevõtu tingimuseks on nende **eeltöötlemine – sortimine ja teatud mehaaniline eeltöötlus**, mis tagab ringlussevõtu tehnoloogiatele vajalike parameetritega sisendi. Eeltöötlus võib kätkeada endas erinevaid tehnoloogilisi protsesse, mille määrab ära edasine ringlussevõtu tehnoloogia ja eesmärk. Näiteks puuvillaste tekstiilide ringlussevõtuks tööstuslike puhastuslappide valmistamisel võib tekstiilijäätmeid sortida käsitsi, samas kui uue lõnga arendamiseks vajaliku sisendmaterjali sortimine ja sellele järgnev töötlus võib nõuda väga detailset ja mitmetasandilist eeltöötlemist.

Üldjuhul suunatakse liigiti kogutud kasutatud tekstiilid esmalt sortimisse (tavaliselt sortimiskäitistesse), kus eristatakse tekstiilid vajalikesse liikidesse. Muuhulgas eraldatakse määratud või muul põhjusel

ringlussevõtuks mittesobivad tekstiilid ning korduskasutuseks sobivad tekstiilid. Sortimisele järgnev edasine eeltöötlus võib toimuda sortimis-
kätistes või eraldi kätistes (sh osana ringlussevõtu protsessist).

Joonis 5. Tekstiiljäätmete käitlussüsteemi olulisemad tehnoloogilised etapid ja tehnoloogiad koos sisendite ja väljunditega.



Tekstiiljäätmete ringlussevõtu viise ja lahendusi saab liigitada ja kategoriseerida mitmeti. Üldisemas plaanis võib need tehnoloogiapõhiselt jagada kaheks: **mehaaniline ringlussevõtt ja keemiline ringlussevõtt.**

Tekstiiljäätmete mehaanilisel ringlussevõtul töödeldakse materjali mehaaniliselt ilma selle keemilist struktuuri muutmata. Saadud tekstiilmaterjal suunatakse ringlusse kas esialgsel või muul otstarbel (näiteks mehaanilisel töötlemisel saadud kiust uute tekstiiltoodete või ehitusmaterjalide tootmine). Keemilise ringlussevõtu puhul võib välja tuua väga erinevaid tehnoloogilisi protsesse, mille käigus toimub esmase materjali keemilise struktuuri muutmine ning selle konverteerimine monomeerideks ja polümeerideks.

Mõnikord eristatakse ühe ringlussevõtu viisina ka termomehaanilist ringlussevõttu, kus tekstiilid (tavaliselt sünteetilised kiud) sulatatakse kõrge temperatuuri ja rõhu abil.¹²⁶ Kuna selle töötamise käigus materjalide keemiline struktuur üldjuhul ei muutu, liigitatakse see sageli mehaanilise ringlussevõtu alla. Samuti eristatakse termokeemilist ringlussevõttu, näiteks pürolüüsil põhinevat töötlemist, mida võib pidada keemilise ringlussevõtu üheks alaliigiks.

Kui mehaanilise ringlussevõtu tehnoloogiaid ja lahendusi on kasutatud juba pikaajaliselt, siis tekstiiljäätmete käitlemiseks sobivad keemilise ringlussevõtu tehnoloogiad on suurel määral alles arendusfaasis.

126 Levinumaks näiteks on siin PET-materjali sulatamine ja sellest uue kiu tootmine.

Kõikidel ringlussevõtu viisidel on omad tugevused ja nõrkused. Siin välja toodud tekstiiljäätmete eeltötluse ja ringlussevõtu tehnoloogilised lahendused ja näited (sh nende tugevused ja nõrkused) on täpsemalt kirjeldatud allolevates alapeatükkides.

Tekstiiljäätmete ringlussevõtu puhul tuleks lisaks silmas pidada, et eri lähenemised kätkevad endas erinevaid ringlussevõtu tasemeid: **suletud ahelaga ringlussevõttu** (ingl *closed-loop*), mille puhul tekstiiljäätmel töödeldakse ümber samaväärseks, tekstiilivaldkonnas kasutatavaks tooteks (üldjuhul uuteks rõivatoodeteks) ja **avatud ahelaga ringlussevõttu** (ingl *open-loop*), mille puhul tekstiiljäätmel töödeldakse ümber toodeteks, mida kasutatakse teistes valdkondades (näiteks ehitusmaterjalid, seinapaneelid vms). Suletud ahelaga ringlussevõttu võib üldjuhul vaadelda ka kui jäätmehierarhia (ringmajanduse) hierarhia kõrgema taseme tegevust ehk nn **väärtustavat ringlussevõttu** (ingl *upcycling*), mida nimetatakse ka **kiust-kiuks või tekstiilist-tekstiiliks ringlussevõtuks**. Avatud ahelaga ringlussevõttu nimetatakse üldjuhul **madalama taseme ringlussevõtuks** (ingl *downcycling*), kus ümbertöödeldud toode on tavaliselt esialgselt tootest madalama väärtusega (Juanga-Labayen et al., 2022; Payne, 2015).

Kui keemiline ringlussevõtt lubab üldjuhul kasutada saadud materjali suletud ahela põhimõttel uute tekstiiltoodete või muude kõrgema väärtusega toodete tootmiseks, siis mehaanilise ringlussevõtu puhul on suletud ahelaga ringluse tagamine piiratum. Nii on paljudel juhtudel mehaanilise ringlussevõtu tulemuseks materjali avatud ahelal põhinev ringlus, mille tulemuseks on muud (mittetekstiil)tooted, mis sisaldavad tekstiilkiudu. Tekstiiljäätmete ringlussevõtu lahenduste arendamisel tuleks ringmajanduse ja jäätmehierarhia põhimõtetele tuginedes eelistada suletud ahelaga ehk väärtustavat ringlussevõttu.

3.3.2 Tekstiiljäätmete eeltötlus

Tekstiiljäätmete eeltötlamine jaguneb mitmeks etapiks, mis võivad oma ülesehituselt erineda. Eeltötluse tehnoloogilised sammud määrab ära sisendmaterjali tüüp või soovitud lõppmaterjali kvaliteet ja omadused, mille omakorda määrab ära ringlussevõtu viis. Nii on näiteks tekstiilitootmise jäätmest lausmaterjalide valmistamiseks vajaminevas eeltötluses vähem etappe kui näiteks tarbijajärgsetest tekstiiljäätmest lõnga arendamiseks mõeldud kiu ettevalmistusel. Hoolimata detailsematest erisustest võib üldiselt tekstiiljäätmete mehaanilise eeltötlamise protsessi jaotada kahte peamisesse etappi:

- liigiti kogutud tekstiilide sortimine
- ringlussevõtule eelnev mehaaniline töötlemine

3.3.2.1 Tekstiiljäätmete sortimine

Tekstiiljäätmete eeltöötlemine kätkeb esmalt kogutud tekstiilide mitmetapilist sortimisprotsessi, kus kasutatakse eri lähenemisi, sortimistehnoloogiaid ja -liine. Sortimisel eristatakse üldjuhul tekstiilid vastavalt nende korduskasutuse või ringlussevõtu sobivusele (ingl *fit for re-use/rewearable* ja *non-rewearable*). Samuti eraldatakse sortimise käigus määratud ja/või kahjustunud tekstiilid, mis ei sobi korduskasutuseks ega ringlussevõtuks ning mittetekstiilsed tooted, materjalid, detailid ja jäätmed, mis on kogumise käigus tekstiiljäätmete sekka sattunud. Ringlussevõtuks sobivate tekstiilide eraldamisel toetutakse üldjuhul kolmele põhiomadusele: 1) tekstiiltoote kiuline koostis, 2) tekstiiltootel esinevate vööriste hulk või mittetekstiilsest materjalist lisandid (neetidega/kaunistustega kaetud laiemad pinnad, silikoonrükitud tekstiilpinnad vms), 3) värvus (van Duijn et al., 2022, lk 30). Vastavalt sortimisliini tehnoloogilisele lahendusele võib liini viimase etapina toimuda ka sorditud tekstiilide pressimine/pakkimine, mis võimaldab tekstiiljäätmete optimaalse transpordi edasisse eeltöötlemisse.

Sortimislahendusi ja -tehnoloogiaid võib üldisemas plaanis jagada kolmeks:

- käsitsi sortimine
- poolautomatiseeritud sortimine
- automatiseeritud sortimine

Käsitsi sortimine

Käsitsi sortimine on Euroopas kõige levinum kasutatud tekstiilide sortimise lahendus. Euroopas on sadu eri suurusega sortimiskäitisi ja -liine, mis üldjuhul on mõeldud korduskasutuseks sobivate tekstiilide välja sortimiseks. Väljakoolitatud töötajad sordivad tekstiile väga mitmesugustesse kategooriatesse.

Tavaliselt eemaldatakse käsitsi sortimise esimese sammuna mittetekstiilist tooted ja saastunud või määratud tekstiilid (nt vee, hallituse, õli tõttu). Järgmise sammuna eraldatakse kahjustuste tõttu (nt rebendid ja augud, värvimuutused, puuduvad komponendid jms) korduskasutusse mittesobivad rõivad ja tekstiilid. Korduskasutuseks sobivad rõivad ja tekstiilid sorditakse tavaliselt omakorda kategooriatesse vastavalt stiilile, tüübile, värvile, hooajale, sihtrühmale ja seisukorrale. Korduskasutuseks sobivate tekstiilikategooriate arv (võib ulatuda üle saja) ja tüübid sõltuvad käitisest ja nõudlusest.

Mõned käsitsi sortimise käitised eraldavad tekstiile ka ringlussevõtuks suunatava materjali põhjal. Tavaliselt eristatakse tekstiile suurema puuvillasalduse ja ka värvi järgi ning need suunatakse üldjuhul madalama taseme mehaaniliseks ringlussevõtuks, nt puhastuskaltsude ja isolatsioonimaterjalide tootmisse. Kuna valdav osa kõrgema tasandi (suletud ahelaga) ringlussevõtu lahendusi vajab sisendiks oluliselt täpsemalt eraldatud tekstiile (materjale ja kiude), siis ainult käsitsi sortimine ei

sobi sellise sisendi tarnimiseks. Tekstiilmaterjali ja kiudude tasandil täpsemalt eristamiseks tuleb kasutada juba automatiseeritud tehnoloogiatega sortimisliine. Küll aga võib vaadelda käsitsi sortimist kui liigiti kogutud tekstiilide käitlemise esimest etappi, mis on oluline eelkõige korduskasutamiseks sobivate tekstiilide eristamiseks, aga ka kui esimene samm tekstiilijäätmete keerukamaks ja automatiseeritud sortimiseks ning mehaaniliseks eeltötluseks. Nii on ka mitmed uudsemad automatiseeritud sortimisliinid varustatud spetsiaalselt käsitsi sortimiseks mõeldud liiniga (esimese etapina), mis tagab korduskasutuseks sobivate tekstiilide hindamise ja eraldamise.

Poolautomatiseeritud sortimine

Nn poolautomaatseks sortimiseks peetakse selliseid kasutatud tekstiilide sortimislahendusi, kus käsitsi sortimisel kasutatakse tehnilisi abivahendeid. Siinkohal ei peeta üldjuhul silmas selliseid tehnoloogiaid, mis on tüüpilised enamikus sortimiskäitistes tekstiilide käsitsi sorteerijatele etteandmisel ning sorteeritud fraktsioonide transportimisel ja pressimisel, vaid pigem neid tehnilisi abivahendeid, mis aitavad tekstiile kiutüüpide või muude ringlussevõtu parameetrite alusel eristada. Näiteks võivad need olla käeshoitavad skannerid, mida käsitsi sorteerijad kasutavad materjali kiulise koostise määramisel. Näidetena võib siin välja tuua NIR (lähiinfra-punaspektroskoopia) skannerid ja VIS (nähtava valguse spektroskoopia) skannerid, mis tuvastavad materjalitüüpe nende optiliste omaduste alusel. NIR-tehnoloogial põhinevad skannerid suudavad siiski tuvastada pigem tekstiilide pinnapealse koostise, mistõttu võivad tekstiili viimistlused või kattekihid tulemusi mõjutada. Tehnoloogiat kasutanud ettevõtted on märkinud, et ka tumedamad värvid tekstiilidel võivad mõjutada kiutüübi tuvastamist (Duhoux et al., 2021).

Käsitsi sortimist sisaldavate poolautomatiseeritud sortimiskäitiste ja -liinide peamine eelis võrreldes täisautomaatsete sortimisliinidega on see, et ringlussevõtuks sobiva tekstiilmaterjali kõrval saab samaaegselt eraldada korduskasutuseks sobivad tekstiilid ning selleks pole vaja ehitada eraldi rajatist ega töötlemiskeskust. See võib vähendada ka ruumivajadust ja kulusid. Teisalt võib poolautomaatne sortimine sellisel kujul olla tööjõumahukam, mis omakorda võib tõsta kulusid. Liigiti kogutud tekstiilijäätmed võivad aga sisaldada kuni 55%¹²⁷ korduskasutuseks sobilikke tekstiile, mis tuleks igal juhul eraldada (van Duijn et al., 2022).

Järgnevalt on toodud näide poolautomatiseeritud sortimiskäitisest Euroopas.

127 Vastavalt sortimiskäitisele ja kasutatavale tehnoloogiale võib see osakaal erineda (nt on Taanis NewRetexi esindajatega tehtud intervjuu põhjal see maht vaid 20%).

Poolautomaatne Lounais-Suomen Jätehuolto Oy (LSJH) sortimiskäitis, Soome

Soomes sorditakse kodumajapidamistest kogutud kasutuskõlbmatud tekstiilid Paimios asuvasse kasutatud tekstiilide eeltöötluskaitisesse, kus sortimist korraldab Lounais-Suomen Jätehuolto Oy (LSJH), omavalitsustele kuuluv jäätmekäitlusettevõte. LSJH alustas tarbijajärgsete tekstiilide sortimist ja eeltöötlemist (purustamist ja kiustamist) pilootprojektina Paimios 2021. aastal. Alates 2024. aastast on piloteeritud eeltöötlemisliini omanik Rester Oy ja LSJH jätkab Paimios kodumajapidamistes tekkinud tarbijajärgsete tekstiilide sortimisega (vt täpsemalt lisa 2).

LSJH korraldatud sortimine koosneb neljast etapist. Esimesed kolm etappi on käsitsi eelsorteerimine, kus sorditavad tekstiilijätmed võivad kulude kokkuhoiu eesmärgil olla eelnevalt osaliselt sorditud omavalitsuste poolt, kes tarnivad kaitisesse liigiti kogutud tekstiilijätmeid. Sortimisetappide käigus eraldatakse: 1) saastunud ja mittetekstiilsed materjalid ja võõrised; 2) korduskasutuseks sobivad tekstiilid ja 3) mehaaniliseks tekstiilide ringlussevõtuks sobivad ja mittesobivad tekstiilid (nt mitmekihilised rõivad). Neljas ja viimane sortimise etapp tehakse infrapuna (NIR) skanneriga, mis aitab määrata tekstiilijätmete materjalikoostist ja sortida need eri fraktsioonidesse spetsiifiliste ringlussevõtu tehnoloogiate jaoks.

Sortimise tulemusel eraldatakse ja ringlussevõtuks sobivad tekstiilijätmed viiakse Resteri eeltöötlemise ja mehaanilise ringlussevõtu liinile või otse muudesse tekstiilijätmete ringlussevõtu kaistesse.

Automatiseeritud sortimine

Kuna eri mehaanilised ja keemilised ringlussevõtu lahendused vajavad sisendina suures koguses täpselt määratletud tekstiilkiude, siis on tööstusliku ringlussevõtu eelduseks võimalikult kõrgel tasemel automatiseeritud sortimine. Automatiseeritud sortimistehnoloogiate puhul on tekstiilide värvide ja kiukoostise määramine oluliselt kiirem ja täpsem võrreldes käsitsi sortimisega (900–4500 kg tunnis võrreldes käsitsi sortimise 100–150 kg inimese kohta tunnis) (Dahlbom et al., 2023). Ka automatiseeritud sortimisliinidel kasutatakse kõige laiemalt spektroskoopilisele meetodile tuginevaid NIR-tehnoloogiaid. See võimaldab eristada materjali/kiu kategooriaid nagu puhas materjal, materjalide segud ja tsellulooskiud.

NIR-tehnoloogiaga saadud andmeid on võimalik täiendavalt töödelda tehisintellekti (AI) abil, et parandada materjalide ja kiudude kategoriseerimist või sortida välja spetsiifilisi materjale (nt teatud kuju järgi). See tähendab, et automatiseeritud sortimiskäitiste rajamise investeeringu tasuvus võib olla suhteliselt kõrge, kui eksisteerib nõudlus eraldatud teisest kiududele ja materjalidele. Lisaks eelnevale võib automatiseeritud sortimise kasutuselevõttu kiirendada ka Euroopa Liidu digipassi nõue, mille rakendamine eeldab tõhusamat ja täpsemat sortimist.

Järgnevalt on kirjeldatud mõningaid Euroopas asuvaid uuemaid automatiseeritud sortimiskäitisi ja tehnoloogiaid.

Automatiseeritud sortimiskäitis Siptex (Sysav), Rootsi

Siptexi (ingl *Swedish Innovation Platform for Textile Sorting*) automatiseeritud tekstiiljätmete tööstuslik sortimiskäitis avati 2020. aastal (Nellström et al., 2022). Sortimiskäitis võetakse vastu eelsorditud tööstus- ja tarbijajärgseid tekstiiljätmeid tootegruppide kaupa (nt ei võeta vastu märgi, määrdunud ja mitmekihilisi tekstiiltooteid)¹²⁸ (vt ka [lisa 2](#)).

Siptexi sortimiskäitis kasutab nelja lähiinfrapuna- ja visuaalset spektroskoopiat eelsorditud segunenud tekstiiljätmete liigitamiseks kiu koostise ja värvi järgi (Morrison, 2023; Nellström et al., 2022). Kõigepealt valgustatakse tekstiilid lähiinfrapunavalgusega, mis peegeldub sõltuvalt kiu tüübist erineval viisil. Seejärel tuvastab andur kiu tüübi võrdlusspektri alusel ja suruõhk lükkab tekstiili töötlemiseks õigesse konteinerisse. Sorditavad materjalikategooriad on puuvill, polüester ja akrüül. Käitist omav kohalike omavalituste jäätmekäitlusettevõtte Sysav on välja töötanud ReFab® nime all viis lõpptoodet – erineva puuvilla, polüestri ja akrüüli sisaldusega (60–95%) materjalid, mille järele on kõige suurem turunõudlus (Dahlbom et al., 2023; Nellström et al., 2022).

Rootsi keskkonnauuringute instituudi (IVL) 2022. aasta aruandes analüüsitakse ka Siptexi väljakutseid. Näiteks konkureerib Siptex sissetuleva materjali pärast teiste ringlussevõtjatega, eriti käsitsi sorditud tekstiilide ostmisel, mida tavaliselt kasutatakse madalama väärtusega ringlussevõtuks (nt lausmaterjalid). Samuti tuuakse aruandes esile, et paljudel ringlussevõtjatel on pikaajalised lepingud käsitsi sortimise keskustega, mis tähendab, et kogu sorditud materjal ei ole turul saadaval. Kuna Siptexis pole võimalik käidelda mitmekihilisi rõivaid, jalatseid ja polsterdatud tooteid, tuleb need käsitsi eelsortimises välja võtta. Et aga Rootsis suuremahulist käsitsi sortimist ei tehta, saadetakse enamik tekstiiljätmeid eelsortimiseks teistesse riikidesse, enne kui need Siptexi käitisesse jõuavad. Alternatiiv käsitsi eelsortimisele oleks kasutada rohkem automatiseeritud eelsortimist, näiteks AI-tehnoloogia abil (Nellström et al., 2022).

Automatiseeritud sortimisliin ANDRITZ Laroche SAS, Prantsusmaa

Austria ettevõtte ANDRITZ AG gruppi kuuluv ANDRITZ Laroche SAS (Prantsusmaa) arendab/toodab sorteerimisliine ja -tehnoloogiaid, mida kasutavad mitmed suuremad tekstiiljätmete ümbertööstused ja -käitised Euroopas. Lähiriikidest on selline sortimisliin kasutusel näiteks LSJH koostööorganisatsioonil Soomes.

Sellisel automatiseeritud sortimisliinil laetakse tekstiiljätmed konveierile, mis viib need masinasse, kus kaameratuvastus määrab nende värvi ja koostise. Vastavalt määratud fraktsioonidele suunatakse tekstiilid järgmisse etappi, ehk sekundaarliinile, kus asuvad

128 Nõuded vastuvõetavatele tekstiiljätmetele on Sysav'i veebilehel:

<https://www.sysav.se/foretag/sorteringsguiden-for-foretag/fraktion/textil/textil>

purustus- ja puhastusmasinad. Kõik tekstiilid, mis ei vasta sortimisfraktsioonidele või on kaamerale liiga keerulised tuvastada, muutuvad „halliks massiks“. Sekundaarliin puhastab ja purustab tekstiilid, eemaldades kõvad osad, sealhulgas nupud ja tõmblukud.

Pärast sortimist liiguvad tekstiilid järgmistesse etappidesse (vastavalt siis milline tehnoloogia on sortimisliinile lisaks integreeritud või milline on sorditud tekstiilmaterjali edasine kasutus) kas mehaanilisse eeltöötlemisse või pressimisele, kus sorditud tekstiilijätmed pakitakse sobivatesse pakenditesse, et neid oleks turvaline transportida edasistele töötlemisetappidele.

Tuginedes ANDRITZ Laroche ettevõtte ekspertide kogemusele, soovib ettevõtte sortida tekstiilijätmed kiulise koostise alusel tavaliselt peamiselt neljaks liigiks: 100% puuvill, puuvilla ja sünteetilise kiu segu, 100% sünteetiline kiud ning vill (mis on mahuliselt kõige väiksema osakaaluga). Täpsema detailsusega fraktsioonid on vähem levinud ning nende nõudlus turul on väiksem. LSJH kogemusel on ligi 70% tarbijajärgsetest tekstiilidest pigem tumedavärvilised. Seetõttu on värvide põhjal mittesorteerimisel hilisema kiustamise tulemuseks ühtlaselt hallikas kiumass, mis ei ole mehaanilise ringlussevõtu puhul turul eriti hinnatud sisendmaterjal. See on põhjuseks, miks on oluline kiupõhisele sortimisele lisaks sortida ka värvipõhiselt vähemalt 3–4 olulisema värviliigi kaupa: nt tumedad, heledad, punased, sinised.

Automatiseeritud sortimiskäitis NewRetex A/S, Taani

Taani ettevõtte NewRetex A/S tõi 2022. aastal turule AI-lahendusega sorteerimisliinid, mis on mõeldud peamiselt tarbijajärgsele tekstiilijätmete sortimiseks (vt ka [ptk 3.3.5.1](#)). Ettevõtet intervjuerides selgus, et NewRetexi süsteem võimaldab tuvastada 29 materjalifraktsiooni ja 31 värvi. Sorditavate kategooriate arvu (sortimise spetsifikatsioone) on võimalik lihtsalt ümber seadistada vastavalt vajadusele. Kuna sortimisliinid töötavad NewRetexi programmidega, arendab ettevõtte AI-lahendust pidevalt edasi ning soetatud programmi on võimalik ajas uuendada. Firma pakub võimalust ka vastavalt kliendi soovile välja töötada erispetsifikatsioonid sorteeritavale materjalikoostise kombinatsioonile. Käitis (sh eelsortimisala koos automatiseeritud liiniga) vajab ettevõtte sõnul korraka liinile 5–6 töötajat.

NewRetexi tehisintellektipõhine sortimislahendus võimaldab salvestada kõikide sorditud tekstiilijätmete täpsed andmed (kaal, värvus, materjalikoostis) enda süsteemi, mis võimaldab teha info-põhist analüüsi ning jagada kogutud andmeid tarnijatele, kelleks on valdavalt tekstiilijätmete kogumise korraldanud kohalikud omavalitsused. Lisaks võimaldab lahendus efektiivselt hallata sortimisprotsessi ja sealt edasi mehaanilisse ringlussevõttu minevaid tekstiilivooge, teha kvaliteedikontrolli ja optimeerida ressursside kasutamist ringlussevõtuahelas.

NewRetexi tehnoloogia üheks peamiseks väljakutseks on teatud tüüpi keerulisemate tekstiiltoodete sortimine. Anduritel võib olla

raskusi mitmekihiliste või kattekihiga kangaste ja suurte trükistega või lõdvalt kootud rõivaste äratundmisega.

Automatiseeritud sortimistehnoloogia Fibersort, Valvan N.V, Belgia

Valvan on tekstiilijätmete sorteerimistehnoloogiat arendav ja pakkuv ettevõte. Valvan Technologies sortimistehnoloogia nimega Fibersort™ on saadaval nii pool- kui ka täisautomatiseeritud süsteemina, mis on sobiv nii tootmisjärgsete kui ka tarbijajärgsete tekstiilijätmete sortimiseks. Järgnevalt on kirjeldatud üldistatult Fibersort™ täisautomaatse sortimisliini toimimisetappe.

- Esmalt sorditakse tekstiilid esimesel liinil manuaalselt silma järgi, et saata kõlblikud tekstiilesemed tagasi korduskasutusse.
- Teise etapina liiguvad tekstiilid konveiersüsteemile, kus hunnikus olevad tekstiilid eraldatakse üksteisest robotkäe abil tagamaks nende ükshaaval liikumise järgnevasse etappi.
- Kolmanda etapina liiguvad tekstiilid ükshaaval spetsiaalselt väljaarendatud Fibersort tehnoloogial põhinevale lähiinfrapunaskanneriga (NIRS) masinasse, kus need sorditakse värvi ja kiutüübi kaupa. Spetsiaalne skanner hindab iga rõivaeseme pinnal umbes 5 cm läbimõõduga ala. Ettevõte on välja töötanud kiukoostise andmebaasi, mille abil AI-süsteemiga skanner määrab vaid millisekunditega analüüsitava toote kiutüübi ja/või kiutüübikombinatsiooni. Sarnaselt teistelegi sortimisliinidele on ka siin takistuseks mitmekihilised rõivad, mille kiulist koostist on skanneril keeruline määrata.

Sorditavate tekstiilesemete fraktsioonide arvu saab masinal seadistada vastavalt soovile – konveierile on võimalik paigaldada 6–50 kogumiskasti, kuhu tekstiilid suunatakse liigiti automaatselt. Valvan on väitnud, et üksikute kiudmaterjalide puhul on täpsus 99% ja segamaterjalide puhul 95%. Fibersort tehnoloogia on kasutusel näiteks Wieland Textiles sortimiskeskuses Hollandis.

3.3.2.2 Tekstiilijätmete ringlussevõtule eelnev mehaaniline töötlemine

Sorditud tekstiilid tuleb üldjuhul töödelda eri ringlussevõtu lahendustele sobivateks sisenditeks. Ringlussevõtule eelnevalt tuleb seega läbi teha erinevaid mehaanilisi eeltöötuse etappe ja protsesse. Eeltöötuse etappid ja protsesside arv ning laad võib olla väga erinev sõltuvalt sellest, milline on töödeldav tekstiilimass ja millisesse ringlussevõttu (keemiliseks või mehaaniliseks) tekstiilid suunatakse.

Tüüpiliselt võib välja tuua järgmised mehaanilise eeltöötlemise tehnoloogilised protsessid (vastavalt tehnoloogiale ei pruugi need etapid olla alati sellises järjekorras).

- Tekstiiljäätmete **puhastamine**, mille käigus eraldatakse tekstiilidest võõrised (nööbid, lukud, needid jms). Oluline on märkida, et vastavalt kasutatavale tehnoloogilisele lahendusele võib võõristest puhastamine leida aset ka eelnevas etapis, sortimisliini osana või koos mehaanilise purustamisega (järgmise etapina) ühel liinil.
- Tekstiiljäätmete **mehaaniline purustamine**. See on ettevalmistav protsess järgmiseks käitlusetapiks ning selle käigus lõigatakse sorditud tekstiiljäätmelgid giljotiiniga väikesteks, ühtlasteks tükkideks. Selles etapis valmistatakse ette tekstiiljäätmelgid, mis liiguvad edasi kas keemiliseks või mehaaniliseks ringlussevõtuks.
- Purustatud/kiustatud tekstiilmassi automaatne **pressimine** kuubikuteks ja nende **pakendamine**.

Saastunud tekstiiljäätmete puhul võib eeltöötlemine mõnel juhul hõlmata ka nende tööstuslikku pesemist. Tootmisjärgsed tekstiiljäätmelgid üldiselt pesemist ei vaja.

Eespool kirjeldatud tehnoloogiliste protsesside kaudu saadakse sobiva suurusega kiumass, mida on võimalik eri ringlussevõtu viisidega kas suletud ahela või avatud ahela põhimõttel uute toodete valmistamisel kasutada.

Tekstiiljäätmete puhastamine ja purustamine

Tekstiiljäätmete mehaaniliseks ringlussevõtuks on vajalik üldjuhul liigiti kogutud kasutatud tekstiilide eeltöötlus, mis sisaldab tekstiilide purustamist ja puhastamist mittetekstiilsetest võõristest nagu nööbid, lukud, needid jms. Sõltuvalt valitud tehnoloogilisest lahendusest ja kohapealsetest vajadustest võib võõriste eemaldamine toimuda koos tekstiilide esmase purustamisega või eraldi etappides. Esimeses variandis tuvas-tavad skannerid sortimisliinil mittetekstiilsed osad ja need eemaldatakse. Teise variandina võib võõrkehade eemaldamine toimuda sortimisliinist eraldi purustusmasinas.

Puhastus- ja purustusetapi tehnoloogia valikut ja saadava materjali kvaliteeti mõjutavad arvukad parameetrid, nagu sisendmaterjali tüüp, nõutav purustatud tükkide suurus, puhtus, tekstiiljäätmelgid lisandid (lukud, needid jms) ja mõnikord ka purustusele suunatavate tekstiiltoodete suurus ehk pindala.

Järgnevalt on toodud mõningad näited mehaanilise eeltöötlemise tehnoloogilistest lahendustest.

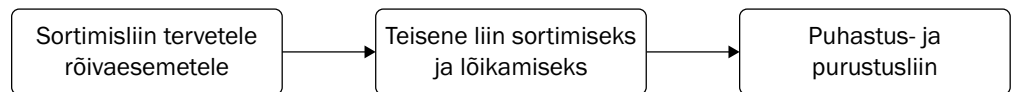
ANDRITZ Laroche mehaaniline eeltöötlus

Ettevõtte ANDRITZ Laroche (vt ka [ptk 3.3.2.1](#)) pakub nii üksikuid masinaid kui ka täielikke, mitmeetapilisi liinipõhiseid lahendusi tekstiiljäätmelgid sortimiseks ja mehaaniliseks eeltöötlemiseks, sh ringlussevõtuks sobivate kiudude ettevalmistamiseks. Peatükis 3.3.2.1 kirjeldatud ANDRITZ Laroche sortimisliini eeliseks on võimalus ühildada sortimis- ja puhastusetapp (ehk purustamine) ühele liinile (Joonis 6), tagades seeläbi protsessi optimaalse toimimise. Selline

sortimisliin vajab 1–2 töötajat, kes masinat opereerivad, tekstiile liinile asetavad ja protsessi jälgivad.

Sorditud tekstiilid läbivad giljotiinidega varustatud purustusmasina, kus tekstiilid lõigatakse esmalt väiksemateks tükkideks ja seejärel eemaldatakse õhksurve meetodil (õhuvoolu abil) tekstiilidelt kõvad osad/võõrised (lukud, nõõbid, needid).

Joonis 6. Näide ANDRITZ Laroche sortimisliinist, millele on võimalik ühildada nii sortimis- kui ka puhastusetape. Allikas: ANDRITZ tehnoloogiaid tutvustav veebikataloog.



Trimclean mehaanilise eeltötluse tehnoloogia, Valvan N.V, Belgia

Belgia tehnoloogiaettevõtte Valvan välja töötatud Trimclean on spetsiaalselt võõriste eemaldamiseks mõeldud tehnoloogia. Esimese etapina toimub tekstiilijätmete lõikamine väikesteks tükkideks. Need tükid liiguvad konveieril edasi metallidetectori ja optilise kaamerasüsteemiga varustatud Trimclean masinasse, milles tuvastatakse mitte-tekstiilsed osised, mis eraldatakse õhksurve meetodil. Tulemuseks on kaks eraldi materjalivoogu. Trimclean masina mehaanilise töötlemise võimsus on ligikaudu 1000 kg tekstiile tunnis. Trimclean masinat on võimalik soetada ja integreerida ka eraldiseisvalt teistele tehnoloogiapakkujate eeltötlusliinidele (eeldades, et Trimclean masinasse konveieril söödeta tekstiilijäätme on juba eelnevalt lõigatud).

Eeltöödeldud tekstiilide pressimine ja pakkimine

Mehaanilise eeltöötlemise viimaseks etapiks on tavaliselt töödeldud tekstiilide pressimine ja pakkimine ettemääratud suuruse ja kaaluga kompaktseteks pakkideks. Selline pakendamine muudab eeltöödeldud tekstiilide ladustamise tõhusamaks ning transportimise lihtsamaks ja odavamaks. Pressitud kuubikute pakid kaitsevad tekstiilijätmeid ka saastumise (tolm, niiskus, mustus) eest, mis on eriti oluline eeltöödeldud tekstiilide ladustamisel pikema aja jooksul. Ka on pressitud ja pakitud tekstiilijätmete kasutamine järgmiste mehaanilise ringlussevõtu tehnoloogiliste sammude sisendina ühtlasem ja prognoositavam, parandades seeläbi jõudlust ja töödeldavate tekstiilide mahtu.

Tehnoloogiliselt võib pressimis- ja pakkimisliin olla eraldiseisev ülejäänud ringlussevõtu sammudest või olla integreeritud automatiseeritud sortimis- ja töötlemisliinidesse.

Valvan N.V eeltöeldud tekstiilide pakkimistehnoloogia, Belgia

Valvan on Euroopa üks suurimaid pressimis- ja pakendamislainide pakkujaid. Nende tootevalikusse kuuluvad mitmesugused pressimis- ja pakendamissüsteemid, mis on mõeldud nii korduskasutatavate tekstiiltoodete pakkimiseks kui ka mehaaniliselt töödeldud tekstiilide pakendamiseks (nii purustatud kui ka kiustatud kujul tekstiilid). Nende tehnoloogia võimaldab pakendada materjale vastavalt vajalikule suurusele ja pakendamistingimustele.

3.3.3 Tekstiiljätmete ringlussevõtt

Ringlussevõtt tekstiili- ja rõivatööstuses toimub eri tehnoloogiate abil, mille valik sõltub peamiselt tekstiiljätmete kiulisest koostisest ning nende sobivusest erinevatele töötlemismeetoditele.

Tekstiilkiude võib liigitada mitmesuguste tunnuste järgi. Võttes aluseks rahvusvahelised standardid ISO 6938:1984 (*Natural fibres – Generic names and definitions*) ja ISO 2076:1989 (*Textiles – Man-made fibres Generic names*) liigitatakse tekstiilkiud nende päritolu järgi järgmiselt (Eesti Kunstiakadeemia et al., 2023):

- looduslikud ehk biogeensed kiud, mis saadakse loodusest valmiskujul (süü alla kuuluvad nii taimsed kui ka loomsed kiud),
- sünteetilised ehk keemilisel teel saadud kiud, mis saadakse sünteetilisest või keemiliselt töödeldud looduslikest kõrgmolekulaarsetest ühenditest ehk polümeeridest.

Tänapäeva tekstiiltoodetes on enim kasutatav kiud polüester (moodustades 54% kogu globaalsest tekstiilkiu toodangust), millele järgneb puuvill ja teised tselluloosipõhised materjalid (ligikaudu 28% kogu globaalsest tekstiilkiu toodangust) (Textile Exchange, 2022). Tarbijajärgsete tekstiiljätmete koostises moodustavad samuti suurimad fraktsioonid puuvill (34%), polüester (29%) ja polüamiid (7%). Teised kiud (sh vill, akrüül jt) moodustavad väiksema osa. Ligikaudu 11% tarbijajärgsetest tekstiiljätmetest moodustavad mittetekstiilsed võõrised nagu lukud, nõõbid, needid jms (Huygens et al., 2023).

Peamisteks väljakutseteks ringlussevõtu tehnoloogiate arendamisel on tekstiiljätmete segakiuline koostis, lisadetailide (võõriste) kasutamine tekstiiltoodetel ning tekstiilide tootmisel teistlaadsete materjalide, sealhulgas kemikaalide lisamine, mis võib kahjustada saadava materjali kvaliteeti (vt lähemalt [ptk 2.3.2](#)).

Tekstiiljätmete ringlussevõtu tehnoloogiad liigitatakse eri allikates mitmeti. Selles uuringus on need lihtsuse huvides kategoriseeritud kahte peamisesse rühma: **mehaaniline ja keemiline ringlussevõtt**. Mõlema ringlussevõtu tehnoloogia alla kuulub mitmeid alamtehnoloogiaid, mis varieeruvad sõltuvalt sisendmaterjalist (nt sünteetiline, looduslik või segakiuline) või tehnoloogilisest protsessist.

3.3.3.1 Mehaaniline ringlussevõtt

Tekstiiljäätmete mehaaniline ringlussevõtt on kõige lihtsam ja seni kõige enam kasutatav tekstiiljääkide ümbertöötlemise meetod. Esimesed villa purustusliinid võeti kasutusele juba 1850. aastatel ning ajalooliselt on üks tähtsamaid mehaanilise ringlussevõtu tehnoloogia teerajajaid Prato tekstiilitööstuspiirkond Itaalias.

Mehaanilise töötlemise käigus dekonstrueeritakse tekstiilmaterjal mehaaniliselt ning üldjoontes ilma keemilisi aineid kasutamata. See toimub purustamise ja taaskiustamise teel, et viia materjal tagasi kiulisele vormile.

Mehaaniliselt eelistatakse ringlusse võtta pigem tarbimiseelseid tekstiiljäätmekid, sest nende kiuline koostis on ühtlasem. Samas on tänapäeval olemas ka tehnoloogiad, mis võimaldavad mehaaniliselt ringlusse võtta ka tarbijajärgseid tekstiiljäätmekid, tingimusel, et need on eelnevalt põhjalikult sortitud. Mehaaniline ringlussevõtt sobib igasugustele materjalitüüpidele (sünteesiline, looduslik või segakiuline), tekstiiltoodete tüüpidele (vaibad, lõngad, kangad, kasutatud rõivad) ja materjali struktuuridele (kootud või mittekoitud). See muudab mehaanilise ringlussevõtu meetodi paindlikuks ja suhteliselt laialt rakendatavaks. Siiski mängib siinkohal olulist rolli purustatud kiumassi edasine kasutusvaldkond ning töödeldud materjali kvaliteeditingimused. Mehaanilisel ringlussevõtul on tänaste tehnoloogiate juures enim eelistatuks sisendiks looduslikust kiust (puuvill, vill) tekstiiltooted, puuvillapõhine teksamaterjal ja homogeensed sünteetilist kiudu sisaldavad tekstiilid.

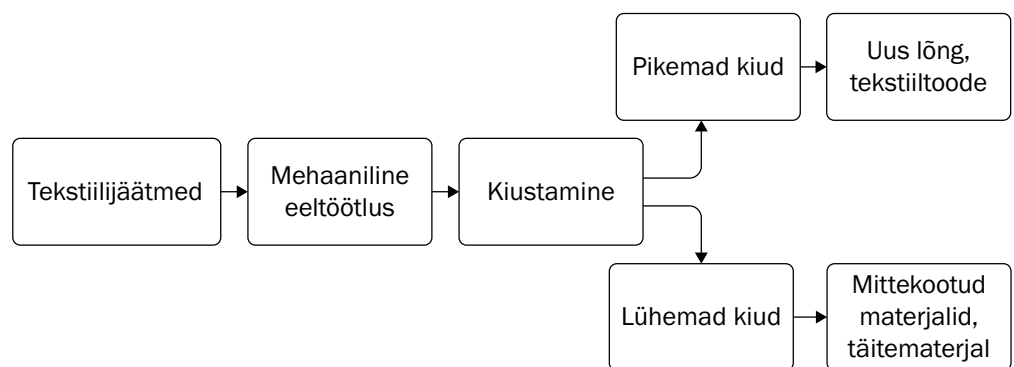
Mehaanilise töötlemise üheks suurimaks takistuseks on purustatud kiudude kvaliteedi (pikkuse) langus. Seetõttu eelistatakse sel viisil ümbertöödeldud kiudu kasutada esmajärjekorras mittekoitud materjalides (nt mitmesugused lausmaterjalid). Uue kiu lisamisega on teataval määral võimalik mehaaniliselt purustatud tekstiiljäätmekidudest arendada ka uut lõnga ja seeläbi uut kangast (Payne, 2015).

Mehaaniline ringlussevõtt koosneb üldjuhul mitmest etapist ja selle protsessi saab korraldada viisil, mis võimaldab ettevõtetel spetsialiseeruda teatud ülesannetele. Näiteks võib tekstiiljäätmekid eeltöötlemist, sh purustamist ja kiustamist teha üks ettevõtte, kes valmistab esmase materjali. See ettevõtte tarnib/müüb saadud kiud edasi ettevõttele, kes valmistab neist uusi tooteid. Mõlemad ettevõtted liigituvad mehaanilise ringlussevõtu valdkonda, kuid nende tegevus on spetsialiseerunud erinevatele etappidele, tagades nii tõhusa ja optimaalse materjalide töötlusprotsessi. Alternatiivina võib kogu protsess toimuda ühes kohas, kus üks ettevõtte vastutab nii tekstiiljäätmekid purustamise ja kiustamise kui ka nendest materjalidest uute toodete, nagu lõnga või lausmaterjalide, valmistamise eest (vt tekstiili ringlussevõtu ettevõtteid, Tabel 10). Selline terviklik lähenemine võib suurendada efektiivsust ja vähendada logistilisi kulusid, kuna kogu tegevus toimub ühes ja samas tootmisüksuses.

Üldjoontes võib mehaanilise ringlussevõtu tehnoloogilised etapid jagada alljärgnevalt (vt ka Joonis 7).

- **Tekstiiljätmete mehaaniline purustamine ja kiustamine** – tekstiiljätmete töötlemine üksikuteks kiududeks või väiksemateks kiukimpudeks. Olenevalt tehnoloogilise liini konfiguratsioonist ja eeltöötlemise etappide korraldusest, võib purustamine sobiva suurusega tükkideks toimuda ka juba eelnevalt (vt [ptk 3.3.2.2](#)). Tekstiiljätmeid võidakse vajadusel kiustada ka muude ringlussevõtulahenduste nt keemilise ümbertöötlemisprotsessi ettevalmistamiseks.
- **Pikemate kiudude arendamine uueks lõngaks** ja seeläbi nende kasutamine uutes tekstiiltootes.
- **Lühemate kiudude kasutamine mittekootud materjalides** (lausmaterjalid, komposiitmaterjalid) ja täitematerjalina (madratsid jms)

Joonis 7. Peamised mehaanilise ringlussevõtu tehnoloogilised etapid.



Tekstiiljätmete mehaaniline kiustamine

Tekstiiljätmete kiustamine on oluline etapp edasiseks materjali- ja tootearenduseks. Vastavalt lõppmaterjali vajadusele on turul saadaval erinevaid kiustamisliine: nii mitmesugusteks lausmaterjalideks ja komposiitmaterjalideks sobivate kiumasside ettevalmistavate liinide kui ka põhjalikuma tehnoloogilise protsessiga kiustamisliinide edasiseks lõngaarenduseks.

Vastavalt sisendmaterjali kategooriale (tarbija- või tootmisjärgsed tekstiiljätmed) või sorteeritud kiutüübile läbivad tekstiiljätmed tavaliselt kiustamisliinil 4–6 (mõnikord ka 9, vastavalt soovitud lõppmaterjali kvaliteedile) kõrge kiirusega pöörlevat silindrikujulist trumlit, mille küljed on kaetud teravate nõeltega. Need nõelad rebivad tekstiilid lahti, avavad selle struktuuri ja eraldavad üksikuteks kiududeks. Tekstiili avavad nõelad on esimestes silindrites jämedamad ning muutuvad igas järgmises silindris aina väiksemaks, tagades seeläbi tekstiili järkjärgulise töötamise. Erinevad uuringud ja ka vastavat tehnoloogiat pakuvad ettevõtted nimetavad seda protsessi erinevalt nagu kiustamine, avamine, rebimine vms (Tex-Med Alliances, 2023).

Eri tüüpi tekstiiljätmed võivad vajada erinevaid masinakomplekte. Masinate ja tehnoloogiate kombinatsioon sõltub esmajoones sisendmaterjalist ja soovitud väljundist, mistõttu võib kiustamisliini tehnoloogiline lahendus sisaldada ka lisaseadmeid.

Lisaks eelkirjeldatud trumlitele võivad liini juurde kuuluda ka kiu eelavajad (ingl *pre-openers*), peenavajad (ingl *fine-openers*) ja segamiskastid. Eelavajad tagavad tekstiili esmase avamise enne selle jõudmist purustusmasinasse. Peenavajaid kasutatakse liini lõpus viimaste avamata lõngade ja tükkide avamiseks. Segamiskastid aitavad eri kiude ühtlaselt segada, et saavutada ühtlasem lõpptulemus (Tex-Med Alliances, 2023). Kuigi tänapäevastel tehnoloogiatel on võimalik reguleerida protsessi parameetreid (kiirus ja/või trumli pöörlemiskiirus), et optimeerida tootlikkust ja kiu kvaliteeti, ei ole siiski kõik turul pakutavad tehnoloogiad võimelised töötleva eri tüüpi tekstiilijäätmeid, et saada ka vastava kvaliteediga lõnga eri toodetes kasutamiseks.

Mehaanilise ringlussevõtu käigus säilivad tavaliselt kiudude peamised omadused, nagu koostis ja värv, kuid kiudude pikkus ja tugevus muutub. Sõltuvalt sisendmaterjalile ehk tekstiilijäätmetele seadistatud purustusprotsessist ning purustus- ja kiustamisliini tehnoloogiast, võib saadud kiumassi ehk väljundmaterjali liigitada erinevateks ümbertöödeldud kiutüüpideks, mida omakorda saab ringlusse võtta eri tootekategooriates (Duhoux et al., 2021).

- **Pikemad, ketruseks sobivad kiud** (ingl *spinnable fibre*). Sobivad uue lõnga ja sellest omakorda uue kanga valmistamiseks.
- **Lühemad, mittekootud materjalideks sobivad kiud** (ingl *un-spinnable fibre, filling material*). Üldjuhul loetakse selliseks materjaliks vähem kui 10 mm pikkust kiudu. Seda väljundmaterjali kasutatakse näiteks madratsite tootmisel, pehme lausmaterjalina puhastuslappides, komposiit- või lausmaterjalina ehitussektori isolatsioonimaterjalides või autotööstuses tehnilistes mittekootud materjalides. Ka selliste toodete puhul on sageli vajalik purustatud tekstiilide segamine lisakiuga, seda eriti materjalide puhul, mis vajavad termotöötlust.
- **Väga lühikese kiuga tekstiilitolm ehk täitematerjal** (ingl *dust, fluff*). Hoolimata sisendmaterjali kvaliteedist või väljundmaterjalist (pikem või lühem kiud) sõltuvast purustustehnoloogiast tekib mehaanilise purustamise ja kiustamise käigus alati tekstiilitolmu. Näiteks rõiva koostises olevad puuvillakiud, mida on pestud üle 100 hooldustsükli, muutuvad purustamise käigus kergesti puuvillatolmuks. See fraktsioon on oma füüsikaliste omaduste tõttu väga sobiv sisendmaterjal polümeeripõhiseks keemiliseks ringlussevõtuks. Sõltuvalt kujust ja kiu suuruselt saab tekstiilitolmu kasutada toodetes täitematerjalina või materjali tugevdamiseks lisatuna tugevatesse komposiitmaterjalidesse.

Järgnevalt on toodud mõningad näited mehaanilise kiustamise tehnoloogilistest lahendustest.

ANDRITZ Laroche SAS kiustamistehnoloogiad, Prantsusmaa

Ettevõtte ANDRITZ Laroche (vt ka alapeatükid 3.3.2.1, 3.3.2.2) tootvalikus on peamiselt lausmaterjalide arendamiseks sobivat kiumassi töötlevad liinid, ent leidub ka mudeleid, mis on spetsiaalselt konfigureeritud lõngaks sobiva töödeldud kiu saamiseks (nii tarbimiseelsetest kui ka tarbijajärgsetest tekstiilijätmetest).

Peamised ANDRITZ Laroche tehnoloogilise lahendusena pakutavad kiustamisliinid:

- Jumbo Exel, mis on kõige suurema tootmisvõimsusega kiustamisliin (600–1200 kg/h lõngaarenduseks ja 1200–3000 kg/h lausmaterjalideks sobiva kiu tootmiseks);
- Exel, mis on keskmise võimsusega (300–800 kg/h lõngaarenduseks ja 800–1500 kg/h lausmaterjalideks sobiva kiu tootmiseks). Nii Jumbo kui ka Exel võivad koosneda kuni seitsmest trumlist, mis omakorda on kuni 2 meetri laiused;
- Cadette, mis on mõeldud väiksemate koguste töötlemiseks (50–100 kg/h lõngaarenduseks ja 100–200 kg/h lausmaterjalideks sobiva kiu tootmiseks).¹²⁹ Cadette sobib hästi kasutamiseks ka ettevõttesiseselt (näiteks omatoodangust tekkivate tekstiilijätmete ringlussevõtuks) ja teadusarendusprojektides väiksemate koguste eeltöötlemiseks.

Lähiriikidest on ANDRITZ Laroche kiustamisliin kasutusel Rester Oy ettevõttes Soomes. Sealne Exel kiustamisliini mudel on 2–6 trumliga ning trumlite läbimõõt on 600 mm.

Lisaks eespool kirjeldatud täiemahulise purustus- ja kiustamisliini juurde kuulub spetsiaalne pressimise ja pakkimise masin, mis surub kiustatud massi automaatselt kokku ühesuurusteks kiumassi kuubikuteks ehk kiupakkideks.

Pikematest kiududest uue lõnga arendamine

Kiustamise tulemusel saadud pikemat kiudu on võimalik suletud ahela põhimõttel kedrata uueks lõngaks, millest omakorda saab valmistada uusi tekstiiltooteid (nn kiust-kiuks ehk tekstiilist-tekstiiliks ringlussevõtt). Tekstiilijätmete ringlussevõtul on see ELi jäätmehierarhia kohaselt eelistatum ringlussevõtu meetod kui avatud ahela meetod (vt ka ptk 3.3.1).

Nagu kirjeldatud peatükis 3.3.3.1, on mehaanilise ringlussevõtu puhul suurimaks takistuseks purustamise ja kiustamise käigus märkimisväärselt lühenev kiud. Vastavalt ketrustehnoloogiale võivad spetsifikatsioonid kiustatud tekstiilijätmele veidi varieeruda, ent üldjuhul loetakse ketruseks sobivaks kiudu, mis on pikem kui 10–15 mm (Lindström et al., 2020). See on põhjuseks, miks suurem osa mehaaniliselt töödeldud kiududest sobib oma väiksema pikkuse tõttu pigem mittekoatud materjalide valmistamiseks. Erinevad uuringud on hinnanud, et kiu pikkuse põhjal

129 Võimsuse juures tuleb arvesse võtta u 15–20% materjalikaoga (tolm jms).

on looduslike kiudude puhul ringlussevõtuprotsessis lõngaarenduseks sobiv umbes 5–20% mehaaniliselt töödeldud kiud. Sünteetiliste kiudude kasutamisel võib see protsent olla suurem (25–55%), ent siin on arvesse võetud ka termomehaanilisel teel ringlussevõttu, mis on sobiv just sünteetilistele materjalidele (Duhoux et al., 2021).

Kiu lühenemise tõttu eeltöötusprotsessis tuleb uue lõnga valmistamisel lisada olulisel määral uut pikemat kiudu. Uue kiu lisamise protsent sõltub kiustatud tekstiili kvaliteedist, soovitud lõnga kvaliteedist, kasutatava tehnoloogia omadustest ja tootmisprotsessi parameetritest. Aastatel 2022–2023 katsetas teadusuuringusprojekti „Eestis tekkivate tekstiiljäätmete ringlussevõtu ja tootearenduste lahendused“ (Eesti Kunstiakadeemia et al., 2023) raames Eesti Kunstiakadeemia DiMa labor koostöös Viljandi Kultuuriakadeemiaga Eestis tekkinud tarbijajärgsetest tekstiiljäätmetest lõngade valmistamist. Tulemusena saadi tööstuslikule masinale sobivad lõngad koostisega 15% ümbertöödeldud tekstiilkiudu ja 85% kohalikku lambavilla, millest toodeti seamless knit tehnoloogial Eesti Kunstiakadeemia meenetena kasutatavaid mütse. Samuti valmisid projekti tulemusena käsikudumismasinale sobivad lõngad koostisega 40% ümbertöödeldud tekstiilkiudu ja 60% kohalikku lambavilla. Valminud lõngad olid poolkammlõngad, mis valmisid Pietro Ramella & C ketrusliiniil. Poolkammlõnga valmistamise juures on oluline kiu pikkus, mille optimaalne vahemik jääb 4–15 cm vahele (kirjeldatud projekti raames kiustatud puuvillase tekstiiljäätmekäitme maksimaalne kiupikkus oli 4–6 cm). Uuringu tulemustest selgus muu hulgas, et lõnga kvaliteet kannatas madala sisendmaterjali kvaliteedi (ebaühtlaselt kiustatud tekstiiljäätmekäitmed) tõttu ning et lõngas võimalikult kõrge ümbertöödeldud kiu sisalduse saavutamiseks on spetsiaalse tehnoloogia kasutamine väga oluline. Siinses uuringus tehtud intervjuudest (Vilarrasa Group, Rieter AG) selgus, et tänapäevaste ja uudsemate tehnoloogiatega on võimalik näiteks puuvilla ja polüestri (või nende segu) tekstiiljäätmekäitmetest saada hea kvaliteediga lõnga, mida on võimalik kasutada tööstuslikel kudumismasinatele ja millele on lisatud vaid 20–30% uut kiudu. Intervjuudest tuli välja, et Rieter teeb arendustöid ka selle nimel, et saavutada 100% ümbertöödeldud puuvillasest kiust uut lõnga, kuid seni on takistuseks olnud ühtlase ja hea kvaliteediga eeltöödeldud sisendmaterjali ehk vastavate tekstiiljäätmekäitmete puudumine.

Võttes arvesse eri tekstiilmaterjalide struktuure ja koetüüpe, on mehaanilise ringlussevõtu puhul lõngaarenduse eelistatumaks materjaliks silmuskoos kootud kudumid, mille kiustamise lõpptulemusena tekkivad kiud on üldjuhul pikemad.

Tekstiiljäätmekäitmetest (eriti tarbijajärgsetest tekstiiljäätmekäitmetest) uue lõnga loomisel vastavalt soovitud lõpptulemusele on eriti oluline jälgida kasutatavate kiudude ühtlust ja seda peamiselt alljärgnevate kriteeriumide osas (Watson et al., 2020):

- kasutatava kiu koostis ja selle ühtlus (eelistatum on monomaterjalist tekstiiljäätmekäitmetest, mille purustatud kiumass on ühtlasema kvaliteediga),

- kasutatava kiu avatus, st kui ühtlaselt on kiustamise protsessis kiud avanenud,
- kasutatava kiu pikkus ja selle ühtlus kiumassis,
- kiumassis leiduvad kiusõlmed ja ebakorrapärasused (ingl *neps*).

Tekstiiljäätmest lõnga arendavate tehnoloogiliste lahenduste hulgas on mitmeid lähenemisi ja seadmeid, mis võimaldavad tõhusamat töötlemist ja kvaliteetsete lõngade tootmist. Oluline on märkida, et mõned tekstiiljäätmest uut lõnga tootvad ettevõtted on integreerinud oma töötusprotsessi ka tekstiilide mehaanilise eeltöötlemise, mis hõlmab võõriste eemaldamist, purustamist ja kiustamist. Mõned ettevõtted aga võtavad vastu ainult eeltöödeldud tekstiilmaterjali. Sõltuvalt valitud ketramise tehnoloogiast, sisendmaterjalist ning soovitud lõnga kvaliteedist võivad tekstiiljäätmest uue lõnga tootmisprotsessid erineda, ent üldisemas plaanis võib need jagada järgmisteks peamisteks sammudeks: kiustatud tekstiiljäätmel segatakse uute kiududega (võib toimuda ka kraasimise käigus), segatud kiumassist moodustatakse spetsiaalse tehnoloogia abil pehme lint või võrk, mis omakorda võib vastavalt kasutatavale tehnoloogiale läbida kraasimise ja/või kammimise etapi. Viimases ehk kolmandas etapis kedratakse saadud lindist uus lõng. Üldjuhul jagunevad lõngad tehnoloogiate järgi kraas-, poolkamm- ja kammlõngadeks. Tekstiiljäätmest lõnga arendamisel sobib tehnoloogiliste erisuste tõttu kedrata pigem kraaslõnga ning mõningal juhul (sõltuvalt sisendmaterjali kvaliteedist ja saadava lõnga paksusest) ka poolkammlõnga. Kvaliteetset kammlõnga on lühikesest kiust üldjuhul keerulisem saavutada.

Ümbertöödeldud lõngade tootmisel kasutatakse peamiselt rõngasvaater- ja rootorketrusel põhinevaid tehnoloogiaid.

Rootorketrusel suunatakse ketruslint masinasse, kus kiud kammi- misrulli abil segatakse, tolmu eemaldatakse ja kiud suunatakse õhu abil rootorisse, kus kiud keerduvad lõngaks. Sellises protsessis ei toimu eraldi kiudude venitamist, mistõttu ei asetse kiud enne ketrust kõik ühes suunas (nagu rõngasvaaterketrusel). See on põhjuseks, miks rootorketruse läbi saadavad lõngad on pigem venivad ja struktuursemad ning mitte nii tugevad kui rõngasketruse lõngad (olles mõnikord kuni 40% nõrgemad). Rootorketrusel aga keritakse lõng poolile, mis on oluliselt suurem kui rõngasketrusel ja annab seeläbi tootlikkuse eelise. Rootorketrusmasinaid on tekstiiljäätmest lõnga arendamisel kasutatud juba pikka aega. Need masinad on osutunud efektiivseks just lühemate kiudude puhul, võimaldades ümbertöödeldud materjalidest lõnga tootmist. Üldiselt toodetakse rootorketrusmasinaga ümbertöödeldud tekstiilkiududest pigem paksemat lõnga, samas kui kvaliteetset peenemat (ümbertöödeldud kiu sisaldusega) lõnga on selle tehnoloogia abil keerulisem saada (Will & Aslan, 2023).

Viimasel ajal on välja töötatud uusi masinaid ja tehnoloogiaid, mis võimaldavad töödeldud tekstiilkiust lõnga ketramiseks kasutada ka rõngasvaaterketrust. Takistuseks siinkohal on see, et protsess eeldab sisendmaterjalina pikemaid kiude, mistõttu toimub rõngasvaaterketruse

tehnoloogia arendusega käsikäes ka sellele eelneva kiustamisprotsessi edasi arendamine. Rõngasvaaterketrusel suunatakse ketruslint (ingl sliver) rullikute vahelt läbi, kus kiud tõmmatakse ja venitatakse ning seejärel kedratakse lõngaks. Valmislõng suunatakse saatja abil poolile, millele lõng kedratakse, vastavalt rõnga mahutavusele. Rõngasketrusel valmib poolile lõng, mille metraaž või kogus on üldiselt väiksem ja piiratum kui rootorketrusel (Will & Aslan, 2023).

Järgnevalt on toodud näiteid tekstiiljäätmetest mehaaniliselt ümber töödeldud lõnga arendamise tehnoloogilistest lahendustest ja ümbertöödeldud lõnga tootvatest ettevõtetest.

Rieter AG, lõngaarenduse tehnoloogia tootja ja tarnija, Šveits

Rieter AG on juhtiv tehnoloogiatarner, kes on spetsialiseerunud lähimatest kiududest lõngaarendusele ja selleks vajaminevale tipptasemel tehnoloogiale. Šveitsis Winterhurs asuv ettevõte toodab masinaid, süsteeme ja komponente, mis võimaldavad looduslike ja sünteetiliste kiudude ning nende segude arendamist lõngaks maksimaalselt kuluefektiivsel viisil. Rieteril on üle 225-aastane kogemus ning ettevõtte on 18 tootmiskohta kümnes riigis.

Rieter pakub täielikke ja süsteemseid tehnoloogilisi lahendusi nii rootor- kui ka rõngasvaaterketrusel. Lisaks sellele pakub Rieter tehnoloogia soetanud ettevõtetele oskusteabepõhiseid koolitusi, seadmete hooldust ja parandust. Rieter litsentseerib ka kaubamärki Com4, mis on kvaliteedimärk Rieteri ketrusmasinatele toodetud lõngadele.

Lõngaarenduses keskendub Rieter peamiselt puuvilla ja puuvilla/polüestri segakiulisest kiumassist uue lõnga tootmisele. Ettevõtte on osalenud edukalt ka rahvusvahelistes projektides, kus sisendmaterjaliks on ümbertöödeldud siid või lambavill, aga kõrgeima kvaliteedi tagavad Rieteri tehnoloogia puhul sisendmaterjalina siiski võimalikult kõrge puuvillasisaldusega kiumass.

Ettevõttega tehtud intervjuust selgus, et Rieter on välja töötanud ja pakub ümbertöödeldud kiust lõnga valmistamiseks järgmisi tehnoloogilisi lahendusi.

- Rõngasvaaterketrusel põhinevad ketrusliinid *Com4recycling-ring* & *Com4recycling-compact*, mis on tehnoloogiliselt keerukamad, sisaldades rohkem vaheastmeid. Võrreldes tavalisema rõngasvaaterketruselga on sellele masinaliini lisatud eraldi tehnoloogilised etapid, mis võimaldavad kiudude venitamist ja kammimist sellisel tasemel, et tulemuseks on ühtlane, tugev ja kvaliteetne lõng. Need kaks tehnoloogialiini nõuavad ettevõtte sõnul suuremat investeringut, mistõttu sobivad pigem suurematele ettevõtetele. Sellised ketrusliinid nõuavad ka spetsiifilist oskusteavet.

- Rootorketrusel põhinev ketrusliin *Com4recycling-rotor*, mis on küllaltki kompaktne tehnoloogiline lahendus vähemate vaheastmetega ning sobib seetõttu ka väiksemate tootmismahtudega ettevõtetele. Nagu kirjeldatud eespool, võimaldab rootorketrus mehaaniliselt töödeldud tekstiilijätmete kiust üsna hõlpsasti lõnga valmistada ning tulemuseks on pigem paksem lõng (maksimaalselt 30–34 Nm¹³⁰).

Vilarrasa Group S.A, lõngatootja, Hispaania

Hispaania ettevõtte Vilarrasa Group on 1957. aastal asutatud perefirma, mis on aastakümneid keskendunud tarbimiseelsetest tekstiilijätmetest mehaaniliselt ümbertöödeldud lõnga tootmisele. Nende tootmisüksus koosneb tekstiilijätmete sortimis- ja purustuskeskusest ning kahest lõngatootmise vabrikust, millest üks toodab värvilisi ja teine naturaalseid, heledaid lõngu. Vilarrasa Group pakub oma ReSpin brändi alt ka erineva ümbertöödeldud puuvillase kiu osakaaluga lõngu, mille koostis sõltub sisendmaterjali kvaliteedist ja soovitud lõnga omadustest. Erinevate projektide raames ning materjaliarenduste käigus on ettevõtte tootnud muuhulgas ka 100% ümbertöödeldud tekstiilijätmetest lõngu, mille puhul oli kasutatud nii tootmisjärgseid kui ka tarbimisjärgseid puuvillaseid tekstiilijätmeid. Viimastel aastatel on ettevõtte hakanud ReSpin lõngades kasutama ka ümbertöödeldud lina ja teisi looduslikke kiudusid. Lõngatootmisel ei kasutata värvimist. Lõngade värvus saadakse kasutatavatest tekstiilijätmetest.

Ettevõtte kogutoodang on 12 000 tonni lõnga aastas, millest suurema osa moodustab tarbimiseelsetest tekstiilijätmetest toodetud lõng. Lisaks oma tootmisele alustas ettevõtte neli aastat tagasi tihedat koostööd brändide esindajate ja ettevõtetega ning teadus-arendusprojektidega, arendades uue teenusena välja tarbijajärgsetest tekstiilijätmetest lõnga tootmise ja tooteliini nimega ReSpin.

Tarbijajärgsete tekstiilijätmete töötlemisel võtab Vilarrasa Group vastu eelsorditud ja võõristest puhastatud tekstiilijätmeid ja teeb vajadusel koostööd professionaalsete automatiseeritud sortimiskeskustega (nt Nouvelle Fibres Textile Prantsusmaal). Tekstiilijätmete mehaanilise eeltöötlemise ehk purustamise ja kiustamise teeb ettevõtte enda tootmistehases ise.

ReSpin tooteliini puhul on eriti oluline sisendmaterjali võimalikult kõrge stabiilsus, et hoida lõnga koostis ja värv ühtlasena. See on üks põhjuseid, miks ReSpini ärimudel on praegu veel suunatud pigem n-ö kinnistele projektidele. Selliste koostööprojektide puhul testitakse kliendi saadetud tarbijajärgsed tekstiilijätmed esmalt vastavalt lõppkasutusele ja muudele spetsifikatsioonidele ning seejärel toodetakse kindel kogus lõnga. Lisaks saab ettevõtte selliste projektide raames

130 Meetriline süsteem, mida kasutatakse tavaliselt lõnga jämeduse määramiseks. Mida suurem on Nm number, seda peenem on lõng.

pakkuda brändidele ja ettevõtetele võimalust arendada nullkulu meetodil tootmist. Lõnga koostis määratakse vastavalt sisendmaterjali kvaliteedile ning lõppkasutusele, aga ümbertöödeldud kiu sisaldus ei ületa tavaliselt 40% (keskmise, 15 Nm paksusega lõnga puhul). Pikemaks kiuks, mida ümbertöödeldud lõnga tootmisel lisatakse, kasutab ettevõtte tarbijajärgsete tekstiilijätmete kiustamise tulemusena saadud kiudu.

Lühemate kiudude kasutamine mittekootud materjalides

Suurem osa purustatud ja kiustatud tekstiilijätmetest sobivad kiupik-kuse ja kvaliteedi tõttu pigem avatud ahela põhiseks ringlussevõtuks. Need on sobilikud erineva paksuse ja jäikusega tekstiilkiude sisaldavate mittekootud lausmaterjalide ja komposiitmaterjalide valmistamiseks, mida kasutatakse mittetekstiilitööstuslikes lahendustes ja toodetes n-ö madalama taseme ringlussevõtuna (vt [ptk 3.3.1](#)). Peamised kasutusvaldkonnad sellisel kujul ringlussevõetud toodetel on (Duhoux et al., 2021):

- ehitus (isolatsioonimaterjalid, paneelid jne)
- puhastuslapid
- autotööstuses kasutatavad tehnilised mittekootud materjalid ja ka täitematerjalid
- meditsiinitööstus
- pehmemööbli- ja madratsitööstus
- geotekstiilid

Lausmaterjalide tootmine on perspektiivikas tarbijajärgsete tekstiilijätmete taaskasutamise võimalus, sest selliste materjalide tootmisel saab kasutada suures koguses mehaaniliselt eeltöödeldud tekstiilijätmeid. Samuti arenevad nende materjalide tootmisvõimalused ja kasutusvaldkonnad pidevalt edasi. Uuringu raames tehtud intervjuudest tekstiilijätmete ringlussevõtu tehnoloogia ettevõtetelega selgus, et eri tööstusvaldkondades kasutatavate materjalide ja toodete puhul on võimalik neis suurendada tekstiilijätmete sisaldust. Ringlussevõetud materjali osakaalu suurendamine sellistes toodetes laiendab tekstiilide olulusringi lõpus tekkivaid teiseseid kasutusvõimalusi.

Lausmaterjalide valmistamisel on võimalik lisada erinevaid kiude, näiteks plasti ja teisi termotöödeldavaid materjale, vastavalt soovitud lõppmaterjali omadustele, mis võimaldab toota tugevamaid ja jäigemaid komposiitmaterjale.

Ka mittekootud materjalides, eriti tööstustes kasutatavates toodetes, kus nendele kehtivad rangemad nõuded, on oluline jälgida kasutatava kiu pikkust ja koostist. Näiteks väga lühikesed kiutükid ehk tekstiilitolm, mis tekib tekstiilide kasutuse ja hilisema töötlemise käigus, ei sobi tihti kvaliteetsete ja tugevate mittekootud materjalide tootmiseks. Sellist tekstiilitolmu leidub eriti palju puuvillastes rõivastes, mida on pestud üle 100 korra. Selline tekstiilijätmete käitlemisel saadud materjal sobib hästi

kas keemiliseks ringlussevõtuks (tselluloosi ekstraheerimiseks), täitematerjaliks või lisakoostisosaks komposiitmaterjalide tootmisel (Tex-Med Alliances, 2023). Uuringu käigus tehtud intervjuudest tehnoloogia-ettevõtetega selgus, et tekstiilitolmu tekib umbes u 10–15% ühe tonni tekstiili kohta (oleneb samuti sisendmaterjali koostisest ja kasutatavast tehnoloogiast).

Mittekootud materjalide tootmise valdkonnas on kasutusel mitmesuguseid tehnoloogiaid ning nende valik sõltub töötlemise lõppeesmärgist ja kasutatavast masinapargist. Jättes välja tehnilised detailid ja keskenlõppedes põhilistele tootmisetappidele, võib üldisemalt kirjeldada protsessi kahes etapis.

- Eeltöödeldud kiudude segamine ja ühtlustamine saavutatakse üldiselt mitmeetapilise mehaanilise töötlemise kaudu. Enamjaolt kasutatakse selleks kas kraasimist, õhuvoolu kasutatavat tehnoloogiat (ingl *airlay*) või hüdroentangleerimise (ingl *spunlace*) tehnoloogiat. Selle tulemusena tekivad vastavalt kasutatavale tehnoloogiale paksemad või õhemad tekstiilkiudu sisaldavad loorid.
- Segatud ja ühtlustatud kiudude sidumine, mille eesmärgiks on moodustada tugev ja vastupidav materjal. Sõltuvalt kasutatavast tehnoloogiast ja materjali paksusest võib see protsess hõlmata eri tehnoloogiaid, aga enamjaolt kasutatakse nõeltöötlust (ingl *needlepunching*), termilist sidumist (kuumtöötlus) või keemilist sidumist. Valik tehnoloogiliste protsesside vahel sõltub soovitud lõpptootest ja olemasolevast masinapargist.

ANDRITZ Laroche, mittekootud materjalide tootmistehnoloogia tarnija, Prantsusmaa

ANDRITZ Laroche pakub kompleksseid ja kvaliteetseid tehnoloogilisi lahendusi tarbijajärgsetest tekstiiljätmetest mittekootud materjalide tootmiseks. Ettevõtte tootevalikus on lai valik seadmeid ja tootmisliine, mis võimaldavad ka modulaarset täiendamist ja/või konfigureerimist vastavalt vajadusele.

Üheks ANDRITZ Laroche pakutavaks tehnoloogiliseks lahenduseks on Airlay-ümbertöötlusliin koos nõeltöötlusmasinaga. Airlay-meetodit peetakse energiatõhusaks ja efektiivseks lausmaterjali valmistamise protsessiks. Airlay-tehnoloogia puhul on sisendmaterjaliks eelnevalt kiustatud tekstiilimass. Sellele tehnoloogiale sobivad väga hästi ka lühikesed kiud, seega on liinil võimalik edukalt kasutada ka tarbijajärgsetest tekstiiljätmetest eeltöödeldud kiudu. Airlay-tehnoloogia ei põhine kraasimisel, vaid tekstiilkiud juhatakse kiiresti liikuva õhuvoo abil vaakumiga varustatud õhku läbilaskvale konveierlindile. Selle tulemusena tekib kiududest õhu-kiu segu, mis pressitakse tugeva surve all ühtlaseks kihiks. Sellele järgneb tavaliselt kas termomehaaniline või nõeltorkimise protsess, mis aitab kiud omavahel siduda, muutes materjali seeläbi turunõuetele vastavaks lausmaterjaliks.

Masias Maquinaria, mittekootud materjalide tootmistehnoloogia tarnija, Hispaania

Masias Maquinaria'l on üle 75 aasta kogemust kiudude töötlemis- tehnoloogiate arendamisel tekstiilisektoris. Ettevõtte on pühendunud seadmete tootmisele ja tekstiilitootmisliinide rajamisele, et pakkuda parimaid võimalikke lahendusi igat tüüpi kiudude töötlemiseks. Muuhulgas müüb ettevõtte ka tekstiilijäätmete mehaaniliseks töötlemiseks mõeldud masinaid ja mittekootud materjalide tootmisseadmeid.

Üks selline Masiase mittekootud materjalide tootmiseks mõeldud tehnoloogiline liin on Flexipad, millega saab toota nii pehmeid materjale madratsitööstuses kasutatavate vahtmaterjalide asendamiseks kui ka laia valikut teisi mittekootud materjale. Flexipad liin sobib eelkõige ettevõttesiseselt tootmisjäakide töötlemiseks, kuid on teatud konfiguratsioonil ja tehnilise eelseadistusega võimeline töötleva ja mittekootud materjale tootma ka eelnevalt sortitud ja kiududeks töödeldud tarbijajärgsete tekstiilijäätmete kiumassidest. Masin on üsna lihtsasti opereeritav (vajab 3–5 operaatorit) ning selle tootmisvõimsus on 500 kg/h.

Altex Nonwoven Gronauer Filz GmbH, mittekootud materjalide arendus- ja tootmisettevõtte, Saksamaa

Altex Nonwoven on Altex Recycling ettevõttest välja kasvanud ettevõtte, mis on spetsialiseerunud mittekootud materjalide tootmisele. 1975. aastal asutatud ettevõtte toodab praeguseks ligikaudu 10 000 tonni nõelvilditud mittekootud materjale aastas. Ettevõtte tooteid kasutatakse geotekstiilidena, ehitussektoris (paneelid, akustilised materjalid, siseviimistlusmaterjalid), mööblitööstuses, autotööstuses, kaitsetööstuses ja mujal. Altex Nonwoven materjalide koostis sõltub kliendi spetsiifilistest nõudmistest.

Altex Nonwoven arendab mittekootud materjale nii tarbijajärgsetest kui ka tootmisjärgsetest tekstiilijäätmetest. Ettevõtte pakub nii suurematele kui ka arenduses olevatele väiksematele ettevõtetele materjali väljatöötamise teenust alates koostise määramisest, laboritestimisest kuni lõpplahenduse suuremahulise tootmiseni välja. Tootmises on võimalik vastavalt vajadusele lisada ka erinevaid viimistlusprotsesse, näiteks laminaatimine või stantsimine.

3.3.3.2 Keemiline ringlussevõtt

Keemiline ringlussevõtt hõlmab tervet rida tehnoloogijaid, mis kasutavad keemilisi protsesse ja mille käigus toimub esmase materjali keemilise struktuuri muutmine ning selle konverteerimine monomeerideks ja polümeerideks. Erinevad keemilise ringlussevõtu tehnoloogiad kasutavad sisendina eri tekstiilkiude, nt puuvilla, tehislikku tselluloosikiudu (ingl *man-made cellulose fiber* – MMCF) ja sünteetilisi kiude (nt polüester). Ka keemilise ringlussevõtu puhul on tänaste tehnoloogiate puhul

eelistatumaks sisendmaterjaliks tarbimiseelsed tekstiiljätmed, kuna need on materjalina ühtlasema koostisega ja seeläbi lihtsamini töödeldavad. Segakiuliste tekstiiljätmete keemilised ringlussevõtu tehnoloogiad on valdavalt veel arendamisel (Baloyi et al., 2023; Huygens et al., 2023), nendest enim arenenud on puuvill-polüester segakiulise tekstiiljätme keemiline ringlussevõtt (nt Worn Again Technologies, vt lähemalt lk 110).

Üldisemas plaanis võib eristada järgmisi tekstiilkiudude keemilise ringlussevõtu tehnoloogilisi protsesse.

- Tehnoloogilised protsessid, mis võimaldavad looduslikust kiust (nt puuvill või muust looduslikust või tehnilisest tselluloosikiust) tselluloosi ekstraheerimist. Seda protsessi võib vaadelda sarnasena traditsioonilise puitmassist tselluloosi tootmisprotsessiga. Tavaliselt kasutatakse selles protsessis ka täiendavat etappi lisandite ja mittesihtkiudude (polüester, elastaan jne) eemaldamiseks. Väljundina saadav ekstraheeritud tselluloos segatakse tavaliselt esmase puidutselluloosiga ja töödeldakse traditsiooniliste või kohandatud ketrusprotsesside abil tehismaterjalist tselluloosikiududeks (MMCF-iks) (Duhoux et al., 2021).

Sellise polümeeri tasemel toimuva ringlussevõtuna võib vaadelda ka lahustipõhiseid ja hüdrotermilisi protsesse, mis võimaldavad polüestri ja puuvilla segakiude töödelda PET-materjaliks (ja tselluloosmaterjaliks), mida saab seejärel uuesti kedrata PET-kiuks (Bianchi et al., 2023; Duhoux et al., 2021).

- Tehnoloogilised protsessid, mis töötlevad esmase materjali monomeeri tasemele (näiteks metanolüüs, glükolüüs, hüdrolyüs ja ensümaatiline töötlemine). Selliste protsessidega saab töödelda segakiust tekstiile, aga üldjuhul keskenduvad need sünteetilise kiu (nt polüestri ja polüamiid) keemilisele ringlussevõtule. Need protsessid vajavad täiendavaid töötlustappe, et viia monomeer (näiteks monoetüleenglükool ja puhastatud tereftaalhape) polümeeri tasemele, nagu PET, enne kui neid saab uuesti kedrata uuteks kiududeks (Huygens et al., 2023).

Ühe keemilise ringlussevõtu alaliigina võib vaadelda ka termokeemilist ringlussevõttu (pürolüüs ja gaasistamine). Termokeemilisse protsessi sobivad sisendina eri kiududest koosnevad tekstiilid. Sisendmaterjal töödeldakse (termokeemilise lagundamise teel) kõrge temperatuuri juures (800–1200 °C), mille käigus toimub rida keerulisi endotermilisi keemilisi reaktsioone ja tulemusena tekivad tavaliselt pürolüüsiõli, lenduvad ained (süngaas) ja tahke jääk (st süsi või tuhk). Saadud väljundeid (õli ja gaas) kasutatakse enamasti kütusena, kuid need võivad pärast töötlemist olla ka keemiatööstuse (sh tekstiilkiu) tooraineks (Athanasopoulos & Zabaniotou, 2022; Duhoux et al., 2021; Roos, 2010; Shah et al., 2023).

Eespool kirjeldatud (nii polümeeri kui ka monomeeri tasemel) läbi viidavad keemilise ringlussevõtu tehnoloogilised lähenemised on väga

erinevates arendus- ja rakendusfaasides. Euroopas on mitmeid ettevõtteid (Södra, Ioncell, Lenzing, Circulose – täpsemalt kirjeldatud allpool), kes on arendanud tselluloosi ekstraheerimise protsessi ja juba pakuvad toimivaid lahendusi tekstiiljäätmete ringlussevõtuks. Selle tehnoloogia puhul on kitsaskohaks siiani see, et need vajavad sisendina suhteliselt puhtaid puuvilla või MMFC-kiude. Ka polüestri/PET depolümersatsioonil põhinevad tehnoloogilised protsessid on juba pikemat aega kasutusel olnud. Neid on senini kasutatud aga eelkõige plastpakendite ümbertöötlemisel.

Mitmed sünteetiliste ja segakiudude keemilise ringlussevõtu tehnoloogiad on siiski alles varases arendusfaasis ja vajavad veel olulisel määral täiendamist, et need oleks kommertsilahendusena kasutatavad laiemalt tekstiiljäätmete ringlussevõtuks.

Viimasel ajal on üha rohkem tähelepanu pööratud pürolüüsi tehnoloogiale, kui perspektiivsele keemilise ringlussevõtu lahendusele. Plastide (sh tekstiiljäätmete) pürolüüsipõhise ringlussevõtu võimaluste osas tehakse üha rohkem teadus- ja arendusuuringuid (Butler et al., 2011; Lee et al., 2023; Lopez et al., 2015; Yansaneh & Zein, 2022) ning Euroopas on juba rajatud esimesi tööstusliku võimsusega testkäitisi.¹³¹ Ka Eestis on sellealaseid uuringuid ja arendusi läbi viidud (vt ka [ptk 3.3.5](#)).¹³² Pürolüüsi eeliseks on see, et vastav tehnoloogia on olnud pikaajaliselt kasutusel ning nii Euroopas (sh Eestis) kui ka mujal maailmas tegutseb palju ettevõtteid, kes seda tehnoloogiat kasutavad erinevate materjalide (sh jäätmete) ümbertöötlemiseks erinevateks toodeteks. Seetõttu on selle põhjal võrreldes muude alles arendamisel olevate uudsete keemilise ringlussevõtu tehnoloogiatega võimalik suhteliselt lihtsalt luua muuhulgas ka tekstiiljäätmete ringlussevõtu võimekus. Pürolüüsi eeliseks on ka see, et protsessi puhul sobib sisendiks segakiuline tekstiil, mis ei pea olema läbinud väga põhjalikku eeltötlust (Huygens et al., 2023). Kuna termokeemilisi tehnoloogiaid (sh pürolüüs) on vaadeldud siiani kui termilisi ümbertöötluslahendusi (mitte ringlussevõtu lahendusi), siis on vaja siin ka EL tasandil täpsemalt paika panna selle tehnoloogiaga (eelkõige koospürolüüsi väljundi ringlussevõtu arvestusega) seotud ringlussevõtu tingimused ja nõuded, mida käitised peavad järgima, et selle protsessi tulemusena tekkivad väljundid saaks lugeda jäätmehälguse seisukohast ringlussevõetuks.

131 Näitena võib tuua Hollandi firma Pryme N.V. plastijäätmete pürolüüsikäitise Rotterdamis, mis alustas tootmist 2024. aasta alguses (sisendvõimsus 40 000 m³ segaplastijäätmel ja väljundvõimsus 30 000 tonni pürolüüsiõli). 13 miljonilise investeringust osa kattis toetusena Hollandi Riiklik Investeeringute Agentuur. Järgmise sammuna on plaanis rajada oluliselt suurema võimsusega tehas. Koostöös erinevate partneritega (nt Infinity Recycling) on Hollandi ettevõttel plaanis pürolüüsiõli vääridada erinevateks ringseteks keemiatoodeteks. Eestis on sarnast plastijäätmete pürolüüsil põhinevat keemilise ringlussevõtu tehase rajamist kaalunud näiteks Viru Keemia Grupp.

132 Näitena võib tuua TalTech Virumaa kolledži Põlevkivi Kompetentsikeskuse uuringuid koostöös Eesti suurimate põlevkivitööstusettevõtetega. Vt ka Põlevkivi Kompetentsikeskuse projekti „Põlevkivi (produktide) vääridamine“ raames tehtud uuringuid vt ka (<https://taltech.ee/polevkivi-kompetentsikeskus/projektid>).

Erinevate keemilise ringlussevõtu lahenduste eeliseks on see, et väljundiks on suhteliselt puhas teisene toore (monomeer või polümeer), millest on võimalik toota uut kiudu ja sellest omakorda uusi tekstiiltooteid. Seega võimaldab keemiline ringlussevõtt saavutada kõrgema taseme ehk suletud ahela (kiust-kiuks) ringlussevõttu, mis on ringse tekstiilisüsteemi arendamisel eelistatum lähenemine. Lisaks pakuvad mitmed keemilise ringlussevõtu tehnoloogiad ka lahendust segakiuliste tekstiilmaterjalide ringlussevõtuks, mida mehaaniline ringlussevõtt ei suuda. Seetõttu on keemilise ringlussevõtu laiem kasutuselevõtt eelduseks, et tagada Euroopa Liidu kestliku ja ringluspõhise tekstiilstrateegia eesmärkide saavutamise. Samas vajavad tekstiiljätmete keemiliste ringlussevõtu lahendused veel olulisel määral uuringuid, sh nende protsessidega seotud olelusringipõhise keskkonnamõju uuringuid.

Järgnevalt on toodud näiteid tegutsevatest ettevõtetest, kes juba töötlevad tekstiiljätmeid ümber keemilise tselluloosi ekstraheerimise teel.

Circulose (tselluloosi ekstraheerimine), Rootsi

Circulose (eelmise nimega Renewcell) on 2012. aastal Rootsis asutatud ettevõtte, kes keskendub looduslike (puuvill ja tselluloosipõhiste) tekstiilkiudude põhjal keemilisele ringlussevõtule. Ettevõtte loodud tootmisüksust võib vaadelda kui maailma esimese tööstusliku ulatusega tekstiiljätmete keemilise ringlussevõtu tehast. Üleminek algsest katserajatisest kommertslikule tootmisele osutus ettevõttele äärmiselt keeruliseks, kuna tekstiili- ja moetööstuse tootmis- ja tarneahel on keerukas ning turg ei olnud selleks veel valmis. 2024. aasta veebruaris kuulutas ettevõtte seetõttu välja pankroti. Sama aasta mais ostis erakapitalil põhinev Altor endise Renewcell ettevõtte ära, ettevõtte uueks nimeks sai Circulose ning see arendab ja skaleerib eespool kirjeldatud tehnoloogiat edasi. Circulose ringlussevõtu protsessis läbivad kõrge puuvillasisaldusega tekstiiljätmed (vähemalt 95% puuvilla) esmalt purustusliinid, kus eraldatakse nõõbid, lukud ja muud võõrkehad. Seejärel suunatakse tekstiil purustamisse, kus patenteeritud tehnoloogia abil ekstraheeritakse puhas tselluloos ja muundatakse see vedelaks tselluloosimassiks. Mass kuivatatakse õhukesteks lehtedeks, mida nimetatakse Circulose® materjaliks. Segades Circulose® materjali uue sertifitseeritud tselluloosiga, saadakse sobiv segumass, millest toodetakse MMCF-kiude nagu viskoos või lüotsell, mis omakorda kedratakse uueks kangaks.

Infinited Fiber (tselluloosi ekstraheerimine), Soome

Infinited Fiber on olnud samuti kasutatud tekstiilide keemilise ringlussevõtu teerajajaks, muutes tekstiiljätmed kvaliteetseteks Infinna™ kiududeks. Sisendina kasutatakse puuvillaseid tekstiiljätmeid, sõltumata nende värvist, kulumisastmest või ka sünteetiliste lisakiudude, nagu polüester või elastaan sisaldusest. Infinited Fiberi patenteeritud tehnoloogia võimaldab mis tahes tselluloosirikka materjali (vähemalt 88% ulatuses), nt tekstiiljätmed, aga ka papi,

õled või puidu muuta looduslikeks tekstiilkiududeks. Puhastamisetapis eemaldatakse lahustipõhiselt sünteetilised kiud ja värvained. Seejärel lagundatakse eraldatud tselluloos molekulaarsel tasandil, aktiveeritakse karbamiidiga ja lahustatakse vedela tselluloosi saamiseks. Vedel tselluloos kedratatakse märjalt uueks kiudfilamendiks, lõigatakse, pestakse ja kuivatatakse. Tulemuseks on Infinna™ staapelkiud, millest saab toota lõnga, kangast ja edasi uusi tekstiiltooteid. Põhimõtteliselt saab nii toodetud kiudu/tekstiili üha uuesti ringlusse võtta, säilitades selle kvaliteedi.

Lenzing AG (tselluloosi ekstraheerimine), Austria

Austria ettevõtte Lenzing AG on olnud kauaaegne pioneer keskkonnanahoidlike (sh ohtlike ainete vaba) tselluloosipõhiste kiudude nagu TENCEL™ Lyocell ja TENCEL™ Modaal tootmises. Ettevõtte on välja töötanud ja patenteerinud Refibra™ tehnoloogia, mille abil ekstraheeritakse orgaanilises lahustis ringlusse võetud puuvillast tselluloos. Seejärel segatakse see Lyocelli tselluloosimassiga ning töödeldakse uueks kiuks. Lenzing AG ja Rootsi ettevõtte Södra koostöös arendatakse ka OnceMore® tekstiilijäätmete keemilist ringlussevõttu. Protsess eristub teistest sellepolest, et nende pakutav lahendus võimaldab tselluloosipõhiseid materjale keemiliselt ringlusse võtta ka segakiulistest tekstiilidest, mis sisaldavad puuvilla, polüestrit ja teisi materjale, sealhulgas elastaani. Protsessi käigus eraldatakse puuvill sünteetilistest kiududest, mis omakorda segatakse uue tselluloosiga. Spetsiaalse tehnoloogiaga saadakse seejärel OnceMore® tselluloosimass, millest on võimalik toota uut kiudu ja kangast. OnceMore® tselluloosimass sisaldab 20% teisest ja 80% esmasest puidust pärinevat tselluloosi. Eraldatud polüestriks praegu ettevõttel veel ringlussevõtu lahendust ei ole ning see liigub energijäätmeks. 2023. aastal esitles Lenzing ka OnceMore® tselluloosimassist arendatud lüotselli tootmisprotsessil põhinevaid TENCEL™ Lyocell kiust toodetud REFIBRA™ tehnoloogiapõhised kangaid.

loncell (tselluloosi ekstraheerimine), Soome

loncell on Soomes Aalto ülikooli bioinnovatsiooni keskuse laboris arendatud tselluloosipõhiste kiudude ringlussevõtu tehnoloogia ja tootmismeetod. Protsess hõlmab tselluloosipõhiste materjalide (näiteks puidumassi või puuvillaste tekstiilijäätmete) keemilist lahustamist spetsiifilises ioonses vedelikus. Saadud vedelikusegust on võimalik seejärel uusi kiude kedrata. loncell® protsess on arendamisel ning ei ole veel tööstuslikul skaalal kättesaadav.

Worn Again Technologies (keemiline tselluloosi ja PET-materjali ekstraheerimine), Inglismaa

Segakiuliste tekstiilijäätmete keemilise ringlussevõtu valdkonnas arendab kõige komplekssemat lahendust Inglismaal asuv ettevõtte Worn Again. Nende unikaalne tehnoloogia suudab samaaegselt

eraldada, puhastada ja ekstraheerida polüestrit ja tselluloosi (puuvillast) ringlussevõtuks mittesobivast materjalist. Ekstraheeritud PET-kiust ja taaskasutatud tselluloosist toodetakse seejärel uusi tekstiilkiude. Nagu ka eespool kirjeldatud protsessides, on keemilise ringlussevõtu oluline eeltingimus tekstiilide täpne materjalipõhine sortimine. Worn Again kasutab selleks FiberSort sortimistehnoloogiat. Praegu on Worn Againi tehnoloogia testimisetapis, kuid ettevõtte plaanib 2027. aastaks laiendada lahendust tööstuslikule tasemele.

3.3.4 Ringlussevõtu seisukohast perspektiivsed tekstiiljäätmed

Tekstiiljäätmete ringlussevõtu võimekuse arendamise seisukohast on oluline analüüsida, milliseid tekstiile ja kui suures koguses on esmalahenduses võimalik olemasolevate tehnoloogiatega majanduslikult optimaalsete kuludega ringlusse võtta. Selle alusel on võimalik hinnata ja kavandada Eesti tingimustesse sobivate käitluslahenduste ja tehnoloogiate (nii tekstiiljäätmete eeltöötuse kui ka ringlussevõtu) soetamist (vt [ptk 3.3.5](#)).

Ringlussevõtu seisukohast perspektiivsete tekstiiljäätmete koguste hindamisel lähtuti eelkõige toimivatest tekstiiljäätmete ringlussevõtu tehnoloogiatega ja lahendustest ning nende sisendiks sobivatest tekstiiltoodetest (vt ka [ptk 3.3.2](#) ja [ptk 3.3.3](#)). Tehnoloogiliste tingimuste osas keskenduti eelkõige mehaanilisele ringlussevõtule ja sisendina vaadeldi peamiselt tarbijajärgseid rõiva- ja tekstiiljäätmekoguseid (tootjavastutusega tekstiile, v.a jalatsid), mis moodustavad tekstiiljäätmetest kõige suurema osa.

Ringlussevõtu perspektiivikuse hindamise meetodika tugineb Eesti Kunstiakadeemia ja SEI Tallinna uuringule „Eestis tekkivate tekstiiljäätmete ringlussevõtu ja tootearenduste lahendused“ (Eesti Kunstiakadeemia et al., 2023), mille käigus sorditi koostöös Uuskasutuskeskusega kasutatud tekstiilid tootekategooriatesse, analüüsiti nende kiulist koostist ning hinnati jäätmekoguse ringlussevõtu perspektiivi võttes aluseks toimivaid peamisi mehaanilise ringlussevõtu lahendusi (arvestades perspektiivi suunata neid kiust-kiuks ringlussevõttu ehk uute tekstiiltoodete tootmiseks) ja majanduslikke kulusid.¹³³ Nimetatud uuringu käigus läbiviidud tekstiiljäätmete töötlemistehnoloogiate testimise ja sellele järgnenud tootearenduse tulemused ühtivad paljus Eesti lähiriikides toimivate tekstiiljäätmekäitluslahenduste kogemustega.

133 Mehaanilise ringlussevõtu kõrval võeti ringlussevõtu seisukohast perspektiivsete tekstiilide koguste hindamisel arvesse ka loodusliku tekstiilkiu tselluloosi ekstraheerimisele tuginevaid keemilisi ringlussevõtu lahendusi, mis on turul juba kättesaadavad. Muud keemilise ringlussevõtu lahendused on alles suhteliselt varases arendusjärgus ja seetõttu neid hindamisel arvesse ei võetud.

Kasutatud tekstiilide ringlussevõtu perspektiivikust hinnati kokku 14 rõivakategoorias ja kolmes kodutekstiili kategoorias (vt Tabel 11).¹³⁴ Ringlussevõtu seisukohast perspektiivsete rõiva- ja tekstiilijäätmete täpsemaks hindamiseks jagati tootekategooria „ülikonnad, bleiserid, püksid, lühikesed püksid, kleidid ja seelikud“ kolmeks: 1) ülikonnad ja bleiserid; 2) püksid ja lühikesed püksid; 3) kleidid ja seelikud.

Perspektiivikuse hindamisel analüüsiti nendesse tootekategooriatesse kuuluvaid tüüpilisi tekstiiltooteid lähtudes järgmistest kriteeriumitest: kiuline koostis (naturaalse ja sünteetilise materjali/kiu osakaal ja arv), toote kihilisus (erinevate tekstiilkihtide või voodrite olemasolu) ja disaini komplekssus (lisadetailide ja elementide olemasolu; tootmisel lisatud keemilised ained, kattematerjalid vms).

Ringlussevõtu perspektiivi põhjal eristati kolm tekstiiltoodete gruppi.

1. **Kõrge ringlussevõtu perspektiiviga tekstiiltooted.** Need on suurema tõenäosusega kas homogeenne (naturaalsest kiust, nt puuvill) koostisega või koosnevad puuvilla-polüestri segust. Samuti kuuluvad siia tooted, millel on vähem eri kihte, voodreid ja lisadetaile, mis muudab need lihtsamini töödeldavaks. Kõrgema ringlussevõtu perspektiivi hulka võib lugeda ka sellised tootekategooriad, millel on lai tekstiilmaterjali pindala (nt voodipesu), mis tagab mehaanilise eeltötluse tulemusena ühtlasema kiumassi.
2. **Keskmise ringlussevõtu perspektiiviga tekstiiltooted.** Need on valdavalt segakiulise koostisega (naturaalse kiu osakaal madalam) tooted. Sellistel toodetel esineb vähe või keskmisel määral lisakihte ja voodreid. Siiski võib neil esineda muid disainist tulenevaid lisadetaile (pitsid, paelad vms), mida on võimalik eeltötluse teel lihtsamalt eemaldada. Samuti võib esineda mittetekstiilseid lisadetaile, kuid mitte nii palju, et see takistaks täielikult nende töötlemist.
3. **Madala ringlussevõtu perspektiiviga tekstiiltooted.** Need on üldjuhul pigem sünteetilise koostisega tooted, mis sisaldavad keskmiselt või pigem palju lisakihte ja voodreid. Samuti on nendes tootekategooriates suurema tõenäosusega lisadetaile ja võõriseid. Madala perspektiiviga tootekategooriate alla kuuluvad ka rõivad, mida on rohkem töödeldud või kaetud erinevate mittetekstiilsete materjalidega (nt plastiga), mis võib oluliselt vähendada nende sobivust ringlussevõtuks.

134 See ühtib üldisemas plaanis tolli- ja kaubandusstatistikas kajastatud Eesti turule lastud uute tekstiiltoodete kategooriatega.

Tabel 11. Rõivaste ja tekstiilide ringlussevõetavuse hinnang. Tugineb turule lastud rõivaste ja kodutekstiilide keskmisele kogusele 2020–2022 (t)

Tootekategooria	Kogus (t)	Ringlussevõetavuse perspektiiv
1. Üleriided		Madal
2. Ülikonnad, bleiserid		Madal
3. Püksid, lühikesed püksid	1000	Kõrge
4. Kleidid ja seelikud		Madal
5. Särgid, pluusid, topid	242	Keskmine
6. Aluspesu, hommikumantlid ja ööriided	584	Keskmine
7. T-särgid ja särgikud	876	Kõrge
8. Kampsunid ja kardiganid	811	Keskmine
9. Beebiriided	269	Keskmine
10. Spordi- ja ujumisriided		Madal
11. Plastiga kaetud / immutatud rõivad		Madal
12. Sukkpüksid, retuusid, sukad, sokid jm sukktooted		Madal
13. Taskurätikud, lipsud, sallid, kindad, muu		Madal
14. Mittekootud rõivad		Madal
15. Tekid ja reisivaibad	2 209	Keskmine
16. Voodipesu, laudlinad, rätikud ja lapid	1 479	Kõrge
17. Kardinaid, eesriided jm sisustuselemendid		Madal
Kokku kõrge perspektiiviga	3 355	
Kokku keskmise perspektiiviga	4 115	

Sellise üldistatud lähenemise põhjal saab anda hinnangu, et tänase ringlussevõtu võimekuse seisukohast on kõige rohkem perspektiivi järgmiste tootekategooriate rõiva- ja kodutekstiilidel:

- püksid ja lühikesed püksid (eelkõige teksapüksid) – kogus u 1000 tonni aastas,
- T-särgid ja särgikud – kogus u 900 tonni aastas,
- voodipesu, rätikud, laudlinad jms – kogus u 1500 tonni aastas.

Nimetatud tootekategooriad on tarbijajärgsete tekstiiljäätmadena kõige perspektiivikamad mehaaniliseks ringlussevõtuks peamiselt just nende kiulise koostise tõttu. Enamik T-särkidest ja pükstest koosnevad peamiselt puuvillast (üldjuhul üle 50%), polüestrist või nende segust. Täielikult sünteetilisest kiust tooteid esineb nendes tootekategooriates vähe. Tootekategooria „püksid“ alla kuuluvad ka teksapüksid, mille koostiseks on enamjaolt puuvillane teksamaterjal. Uuringu käigus tehtud intervjuude kohaselt on puuvillane teksamaterjal üks enimkasutatud tekstiilmaterjale mehaanilisel ringlussevõtul, sest see säilitab pärast mehaanilist töötlemist küllaltki kõrge kvaliteedi ja on sobiv sisendmaterjal ringlussevõtuks.

Kodutekstiilid (voodipesu, rätikud, laudlinad jms) koosnevad peamiselt puuvillast, polüestrist ja vähemal määral linast. Lisaks kiulisele koostisele on need tekstiilid sobivamad ka oma disaini poolest – üldjuhul on need ühekihilised (ei sisalda mitut eri kangakihti, nagu näiteks voodrit, mis oleks vaja eemaldada enne töötlemist) ja neil on pigem vähem keerulisi detaile, nagu tõmblukud, nõöbid, kaunistused ja muud lisandid, mis võiksid takistada mehaanilist töötlemist.

Tootekategooriate kogused on arvestatud 2020.–2022. aastal turule lastud rõivaste ja tekstiilide keskmise massi põhjal (vt Tabel 11). Seega võib analüüsi põhjal järeldada, et ligikaudu 3400 tonnil Eestis turule lastud uutest rõivastest ja kodutekstiilidest on tehnoloogilist ja majanduslikku perspektiivi arvestades võimalik tänaste tehnoloogiatega mehaaniliselt töödelda ja uute toodete (eelkõige tekstiiltoodete) tootmiseks suletud ahela põhimõttel teisese toormena kasutada. Nagu näitas tekstiilijäätmete koguste analüüs (vt ptk 1.2.1), on tekstiilijäätmete kogused mõnevõrra suuremad kui vastavad turule lastud uute rõivaste ja tekstiilide kogused. Seega võib eeldada, et samadel tootekategooriatel põhinev ja ringlussevõtu seisukohast kõrgema perspektiiviga tekstiilijäätmete tekkekogus on mõnevõrra suurem – **hinnanguliselt 4000–5000 tonni aastas**. See teeb ligikaudu **25% Eestis tekkivatest tarbijajärgsetest tekstiilijäätmetest**.

Lisaks tarbijajärgsetele rõiva- ja tekstiilijäätmetele võib eeldada, et sobivate tehnoloogiate olemasolul on võimalik mehaaniliselt suhteliselt lihtsalt töödelda ka suuremat osa Eestis tekkivatest tekstiilitööstuse tekstiilijäätmetest – u 1700 tonni aastas (vt Tabel 4).

3.3.5 Ettepanekud tekstiilijäätmete ringlussevõtu võimekuse arendamiseks Eestis

Tuginedes eelnevalt toodud tekstiilijäätmete käitlustehnoloogiate kaardistusele ja uuringu raames tehtud intervjuudele tehnoloogiatarnijate, tekstiilijäätmete ringlussevõtu valdkonna spetsialistide ning ettevõtjatega, on allpool esitatud ettepanekud tekstiilijäätmete käitlusvõimekuse arendamiseks Eestis. Ettepanekud keskenduvad eelkõige tarbijajärgsete tekstiilijäätmete (tootjavastutusega tekstiiltoodetest tekkivate jäätmete) ringlussevõtu võimekuse arendamisele. Võttes arvesse Euroopa Liidu kasutatud tekstiilidega seotud õiguslikke arenguid ning Eesti ja lähiriikide tekstiilijäätmete käitlemise potentsiaali ja olukorda (sh tekstiilivooge, tehnoloogiaarenguid ja turunõudlust), on ettepanekud esitatud läbi samm-sammulise tekstiilijäätmete käitlusvõimekuse arendamise, mis sisaldab lisaks minimaalse käitlusvõimekuse arendamisele ka tekstiilijäätmete ringlussevõtu võimalikke suuremahulisi arendusalternatiive.

- **Tekstiilijäätmete minimaalse käitlusvõimekuse arendamine.**

Ringse tekstiilisüsteemi (sh tekstiilijäätmete ringlussevõtu) võimekuse arendamisel on Eestis soovitatav järgida kasutatud tekstiilide

käitlussüsteemi samm-sammulist arendamist, mis tugineb vajadusele rajada Eestisse esmalahendusena minimaalne tekstiilijäätmete eeltötluse (sortimise ja ringlussevõtuks vajaliku eeltötluse) võimekus ning lisaks järgnevate sammudena väiksemamahuline mehaanilise ringlussevõtu võimekus (toetudes olemasolevatele pädevustele ja arendustele), mis võimaldab eeltödelatud tekstiilijäätmeid vähemalt osaliselt Eestis ringlusse võtta.

- **Tekstiilijäätmete suuremahuline ringlussevõtu käitlusvõimekuse arendamine.** Eelnevates peatükkides toodud tekstiilijäätmete käitlemistehnoloogiate ülevaate põhjal võib eeldada, et Eestis on teatud perspektiivid ka suuremahulise ringlussevõtu käitlusvõimekuse loomiseks. Eelkõige võiks siin vaadelda kahte võimalikku arendust – tekstiilijäätmete mehaaniline ringlussevõtt ehitusmaterjalide tootmiseks ja tekstiilijäätmete keemiline ringlussevõtt pürolüüstehnoloogiaga mõne Eestis sellist tehnoloogiat omava või arendava ettevõtte poolt. Selliste käitlusalternatiivide lisandumisel võib tekstiilijäätmete ringlussevõtu võimekus ületada Eestis tekkivate tekstiilijäätmete tekkekogust.

Alljärgnevalt on täpsemalt lahti kirjutatud tekstiilijäätmete käitluse arendamise võimalikud sammud, nende arenduste põhjendused, soovitatavad käitlustehnoloogiad/tehnoloogilised lahendused koos nende hindadega (pakutud tehnoloogiliste lahenduste investeringuvajaduste väljatoomiseks), käideldavate tekstiilivoogude mahud ning võimalikud osapooled. Kuna kasutatud tekstiilide käitlusturg (sh tehnoloogilised lahendused, erinevate sisendite ja väljundite hinnad ning nõudlus ja pakkumine) on Euroopas alles välja kujunemas ning seda hakkab olulisel määral mõjutama laiendatud tootjavastutuse rakendamine, siis pole võimalik käesoleva uuringu raames välja tuua muid pakutud lahendustega seotud kulusid.¹³⁵

Kahe võimaliku suuremahulise tekstiilijäätmete ringlussevõtulahenduse kirjeldused on esitatud pigem üldises plaanist (võimalike perspektiivsete arendustena). Samuti polnud võimalik nende puhul välja tuua hinnangulisi kulusid (sh investeringute suurust). Eestisse kavandatud tekstiilijäätmetest ehitusmaterjalide tootmise arendusprojekti puhul polnud uuringu läbiviimise ajal veel selge, milliseid tehnoloogiaid täpsemalt plaanitakse kasutada ja millised on võimalikud investeringud ning planeeritud toodete turud. Pürolüüsipõhist tekstiilijäätmete keemilise ringlussevõtu lahendust saab praegu samuti käsitleda pigem Eesti kontekstis perspektiivse võimalusena, mis vajab veel olulisel määral eeluuringuid ja tehnoloogilisi arendusi, mis omakorda võivad olla nii tehnoloogiliselt ülesehituselt kui ka sellega seotud kulude seisukohast väga erinevate suurusjärgudega. Seega võib neid perspektiivsemaid

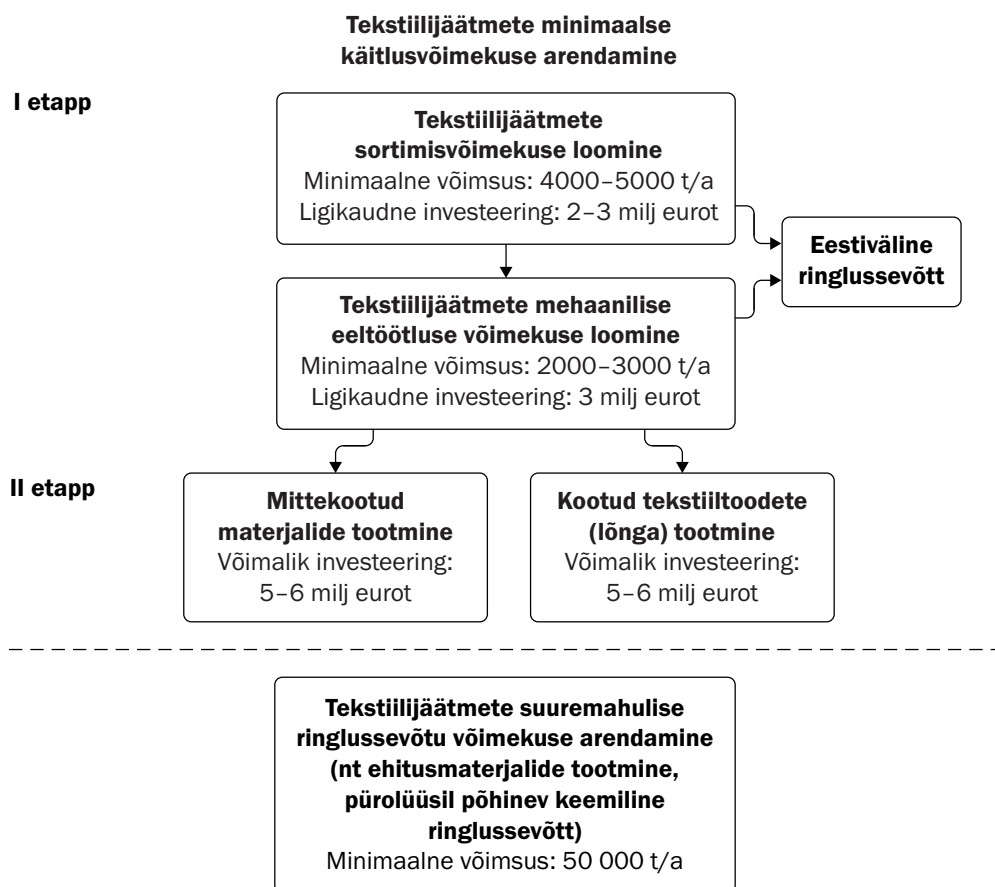
¹³⁵ Näiteks uuringu käigus intervjueeritud käitlejate sõnul kõigub sorditud tarbijajärgsete tekstiilijäätmete hind suuresti (50–600 eurot tonn) ja sõltub nii materjalist kui tekstiilide nõudlusest ja pakkumisest, mis pidevalt muutub.

suuremahulisi tekstiiljäätmete ringlussevõtu lahendusi vaadelda kui võimalikke alternatiive, mis lisanduvad ülal toodud samm-sammult arendatavale minimaalsele käitlusvõimekusele. Samas on välja toodud suuremahuliste arenduste võimalikud riskid ja mõjud tekstiiljäätmete tervikliku käitlusvõimekuse arendamise seisukohast, mida oleks soovitatav nii riigil kui ka teistel seotud osalistel arvesse võtta.

Pakutud tekstiiljäätmete ringlussevõtu võimekuse arendamisel on eelduseks, et Eestis rakendub tekstiiltoodetele tootjavastutuse nõue (vt võimalikud tootjavastutuse arendamise suunad Eestis [ptk 3.3.1](#)), mis peaks toetama käitlussüsteemi arengut sh eelkõige süsteemi arendamise ja toimimise finantseerimist. Nii nagu kasutatud tekstiilide kogumisüsteemi arendamine, võivad ka tekstiiljäätmete ringlussevõtu lõplikud lahendused ja alternatiivid olulisel määral sõltuda tootjavastutussüsteemi mudelist ning tootjate ja tootjavastutusorganisatsiooni(de) eelistustest.

Joonisel 8 on toodud allpool kirjeldatud tekstiiljäätmete ringlussevõtu arendamise sammud ja alternatiivid, mis tuginevad n-ö minimaalse võimekuse arendamisele ja sellele lisanduva võimaliku perspektiivse suuremahulise ringlussevõtu lahendustele (mehaanilise ringlussevõtuna ehitusmaterjalide tootmine, pürolüüsil põhinev keemiline ringlussevõtt). Kus võimalik, on lisatud ka käitlustehnoloogiate võimsused ja investeringute hinnangulised summad.

Joonis 8. Tekstiiljäätmete ringlussevõtu võimekuse võimalik samm-sammuline arendamine.



3.3.5.1 **Tekstiilijätmete minimaalse käitlusvõimekuse arendamine**

Tekstiilijätmete minimaalse käitlusvõimekuse arendamine hõlmaks sortimise, mehaanilise eeltötluse ja osalise ringlussevõtu võimekuse arendamist Eestis, tagades samal ajal Euroopa Liidu tasandil kehtestatud õiguslike nõuete täitmise, mis on seotud ringlussevõtu eesmärkide ja võimalike edaspidi kehtestatavate tekstiilijätmete ringlussevõtu sihtmääradega (vt ptk 2.4.2).

Kuna võib eeldada, et eeltöödeldud tekstiilide ringlussevõtu võimekus suureneb hüppeliselt lähiaastatel Eesti lähiriikides ja ka Euroopas laiemalt, siis oleks majanduslikust seisukohast mõistlik arendada Eestis tekstiilijätmete ringlussevõtu võimekust esimeses etapis pigem piiratult ja perspektiivsemate tekstiilijätmete ja tehnoloogiate raames, toetudes tänastele pädevustele ja arendustele. Selline lähenemine lubab samm-sammult arendada tekstiilijätmete käitlusvõimekust ning on majanduslikult paindlikum, toetudes peale Eesti ringlussevõtu võimekuse arendamise ka teiste riikide tekstiilijätmete käitlusvõimekusele ning turunõudluse tekkele.

Sortimisvõimekuse arendamine

Euroopa Liidu tekstiilialane õigusraamistik (sh tootjavastutuse nõude kehtestamine) (vt ka ptk 2.4.3) eeldab, et liikmesriikides luuakse piisav võimekus kasutatud tekstiilide n-õ professionaalseks sortimiseks, mis lubab kogutud tekstiilidest eraldada muuhulgas korduskasutuseks sobivad tekstiilid. Seega tuleb ka Eestis luua piisav võimekus kasutatud tekstiilide (sh tekstiilijätmete) sortimiseks. Osaliselt saab siin kasutada juba toimivat korduskasutusorganisatsioonide sortimissüsteemi ja -lahendusi. Samas pole korduskasutuse eesmärgil (eelkõige manuaalne) sortimine sobiv tekstiilijätmete eeltöötlemiseks (vt ka ptk 3.3.2). Kuna tekstiilijätmete eeltöötlemiseks sobivat sortimise võimekust Eestis täna ei ole, siis tuleb see esmajärjekorras luua. Kuna tekstiilijätmete ringlussevõtu lahendused vajavad spetsiifiliselt eeltöödeldud (nt purustatud ja kiustatud) sisendit, siis oleks soovitatav Eestisse luua ka sorditud tekstiilijätmete teatud mehaanilise eeltötluse võimekus, mis lubaks paindlikult ette valmistada võimalikult laia spektriga sisendit nii Eesti kui ka teiste Euroopa riikide ringlussevõtu käitistele.

Võimalikud tekstiilijätmete sortimislahendused ja -tehnoloogiad

Võttes arvesse Eesti väiksust ja tekstiilijätmete kogust, oleks soovitatav rajada Eestisse üks keskne liigiti kogutud tekstiilijätmete

automatiseeritud sortimiskäitis.¹³⁶ Keskse sortimiskäitises saaks töödelda nii tekstiilijäätmete liigiti kogumise süsteemi kui ka korduskasutusorganisatsioonide poolt eelnevalt sorditud ja selle käigus tekkinud tekstiilijäätmeid.

Keskse sortimiskäitise rajamisel on võimalik sortimise tehnoloogiline võimsus rajada etapiviisiliselt, lähtudes tekstiilijäätmete kogumise kasvust ning ringlussevõtu võimaluste tekkimisest ja turunõudluse edaspidisest kasvust. See lubab arvesse võtta ka tootjavastutussüsteemi võimet rahastada liigiti kogutud tekstiilide käitlemist.

Võttes arvesse tarbijajärgsete tekstiilijäätmete ja ka ringlussevõtu seisukohast perspektiivsete tekstiilijäätmete hinnangulist tekkekogust (vt ka [ptk 3.3.4](#)) võiks **sortimiskäitise esmane ja minimaalne sortimisvõimsus olla 4000–5000 tonni tekstile aastas**. Seda saab vastavalt vajadusele suurendada järgmise sammuna kuni 10 000 tonnini aastas, mis vastab ligikaudu poolele Eestis tekkivatele tarbijajärgsetele tekstiilijäätmete kogusele. Võib eeldada, et see on esmalähenduses piisav tagamaks Euroopa Liidu tekstiilijäätmete ringlussevõtu sihtmäära täitmine.

Kuna kasutatud tekstiilide (sh korduskasutamiseks sobivate ja tekstiilijäätmete) kogumine ja sortimine on mõistlik integreerida ühtsesse korralduslikku süsteemi, siis on Põhjamaade kogemustele toetudes soovitatav Eestis teha nii kogumise kui ka keskse tekstiilijäätmete sortimiskäitise opereerimine kohalike omavalitsuste koostöona. See kindlustaks kõige paremini üleriigilise ja majanduslikult optimaalse kasutatud tekstiilide kogumissüsteemi ja tekstiilijäätmete sortimisvõimekuse rajamise ning selle hilisema haldamise. Selline terviklik lähenemine oleks ka kõige sobivam, et riik toetaks sortimiskäitise rajamise investeeringuid.¹³⁷ Kohalike omavalitsuste hallatav keskne sortimiskäitis tagab ka selle, et turul tegutsevad korduskasutusorganisatsioonid, tekstiilijäätmete ringlusse võtjad ja ka tootjad/tootjavastutusorganisatsioonid saavad toetuda ühistel alustel toimivale tekstiilide kogumis- ja sortimissüsteemile ning neid koheldakse võrdselt. Keskse ja KOVide poolt hallatud sortimiskäitise rajamine ja opereerimine eeldab aga omavalitsuste valmisolekut teha seda ühiselt.

Järgnevalt on esitatud sellise sortimiskäitise tehnoloogilise protsessi kirjeldus üldistatud kujul, kuna erinevate tehnoloogiapakujate

136 Paralleelselt võivad toimimist jätkata korduskasutusorganisatsioonide sortimislahendused, samas peavad need vastama n-õ professionaalse sortimise nõuetele. Korduskasutusorganisatsioonid saavad suunata nende poolt kogutud ja korduskasutatavate tekstiilide eraldamise eesmärgil tehtud sortimisest ülejääva tekstiilijäätmete voo keskmesse sortimiskäitisesse. Samas on võimalik kesksest tekstiilijäätmete sortimiskäitisesest sortimise käigus eraldatud korduskasutamiseks sobilikud tekstiilid suunata korduskasutusorganisatsioonidele realiseerimiseks. Nimelt jäätmetena liigiti kogutud tekstiilid sisaldavad üldjuhul märkimisväärses koguses korduskasutatavaid tekstile, mis tuleb sortimise käigus eraldada ja korduskasutusse suunata.

137 Avaliku sektori (nt KOVide) jäätmekäitlusrajatiste rajamisega seotud investeeringuid saab riik ka suuremas mahus toetada, leevendades nii tekstiilijäätmete ringlussevõtu arendamisega seotud finantskoormust nii tootjatele kui ka ühiskonnale laiemalt. Ka mitmed teised ELi liikmesriigid (vt Põhjamaade näited lisades) on toetanud just KOVide kaudu tekstiilijäätmete eeltöötlusvõimekuse rajamist.

sortimisliinid (vt all) võivad oma tehnoloogilistes lahendustes ja spetsiifilistes protsessides mõnevõrra erineda.

- Sortimisliini alguses toimub eraldi liinil käsitsi sortimine, kus eraldatakse korduskasutuseks sobivad tekstiilid ja vajadusel eemaldatakse suuremad lisandid või mittedobivad materjalid.
- Seejärel liiguvad tekstiilid automaatsele konveiersüsteemile, kus esmalt toimub robotkäe abil tekstiilide eraldamine üksteisest ning nende liigutamine konveieri abil vastava kõrgtehnoloogilise skänneri alla, mis analüüsib tekstiileseme värvust ja kiulist koostist (vastavalt tehnoloogiale võib analüüsi käigus koguda ka teisi lisaandmeid). Kui tehnoloogiale on lisatud AI-põhised seadmed, siis võimaldavad need automatiseeritud sortimissüsteemid genereerida ka pidevat andmevoogu, mis jälgib sortimisprotsessi efektiivsust ning annab infot tekstiilijätmete omaduste ja koguste kohta.
- Vastavalt analüüsitud kiulise koostise ja/või värvi järgi toimub järgmises etapis tekstiilijätmete fraktsioonidesse eraldamine. Selleks liiguvad tekstiilid konveiersüsteemi abil vastavasse kogumiskasti (mida võib olla vastavalt tehnoloogiale ja soovitud fraktsioonide arvule nt 5–30).
- Viimases etapis tekstiilijätmed kas pressitakse ja pakitakse vastavalt sorditud fraktsioonidele või suunatakse sorditud tekstiilijätmed edasisesse eeltöötlusesse (kui selleks ettenähtud tehnoloogia on vastava sortimisliiniga integreeritud).

Järgnevalt on toodud mõnede sortimisliinide täpsemad kirjeldused (sh seadmete ligikaudsed hinnad), mis tuginevad käesoleva uuringu käigus kaardistatud sortimistehnoloogiatele ning tehnoloogiapakkujate intervjuudele ja soovitudele. Esimese kahe näite puhul on kirjeldatud sortimisliine, kus täisautomaatne sortimisliin on integreeritud koos sortimisele järgneva puhastuse ja purustuse võimalusega. Lisaks on kirjeldatud n-ö täislahendusena pakutavat sortimisliini ühelt tehnoloogiapakkujalt.

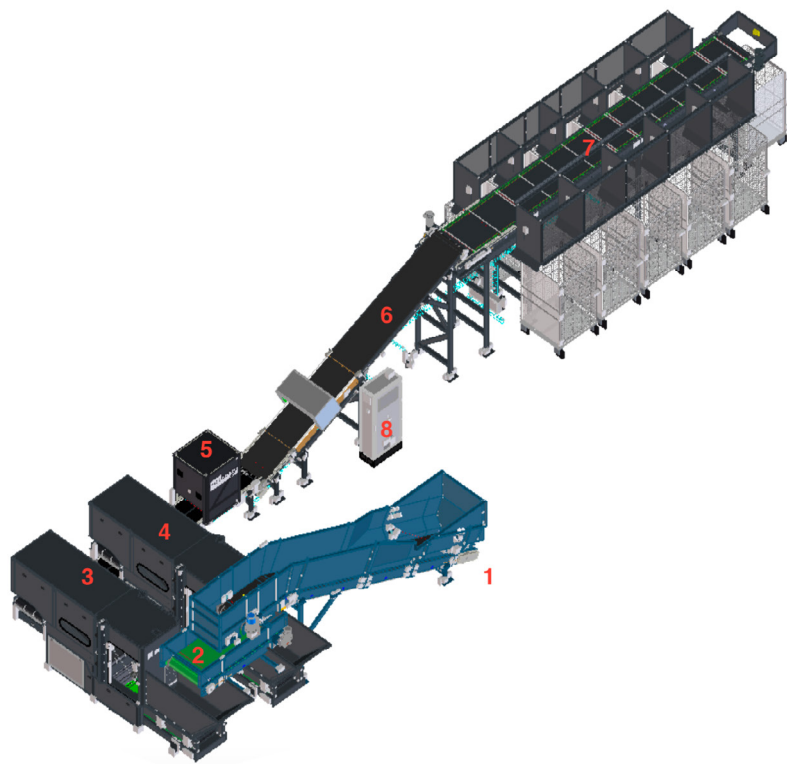
Oluline on siinjuures arvestada, et erinevate tehnoloogiapakkujate lahenduste kasutamine võib kaasa tuua lisakulusid sortimis- ja eeltöötlusliini tehnoloogiate installeerimisel, integreerimisel ja ühtse süsteemi loomisel. Samuti tuleks tehnoloogiate valikul arvestada tehnilise toe ja koolituse vajadusega, et tagada süsteemi sujuv toimimine ja efektiivsus. Seetõttu on järgnevalt esitatud sortimistehnoloogiate ja -seadmete hinnad ligikaudsed ning kogu sortimisliini täpsem hind peaks selguma sortimiskäitise lõplikus projektis.

Kõik kirjeldatud sortimistehnoloogiad esindavad juba testitud ja toimivaid, aga samas ajakohaseid (Eestile sobivaid) tehnoloogiaid (vt ka sortimiskäitiste näited [ptk 3.3.2](#)).

Täisautomaatne sortimisliin Fibersort™ koos lisatud puhastus- ja purustusetappidega

Valvan Technologies sortimistehnoloogiat arendavalt ettevõttelt on turul saadaval täisautomaatne Fibersort™ tehnoloogial põhinev sortimisliin (vt ka ptk 3.3.2). Sellise liini sortimisvõimsus on üks tekstiilese sekundis (u 1200 kg/h, ligikaudu 48 tonni nädalas), mis teeb ligikaudu **2500 tonni aastas**. See on väiksem kui minimaalse sortimisvõimekuse arendamisel pakutud 4000–5000 tonni aastas. Samas on võimalik eeldatavalt suurendada sortimisliini võimekust või lisada teine sarnane sortimisliin, mille tulemusel on võimalik saavutada sortimisvõimekus kuni 5000 tonni tekstiiljätmeid aastas. Täisautomaatsele sortimisliinile on võimalik lisada ka lihtsamad konveierid manuaalseks sortimisliiniks.

Joonis 9. Täisautomaatne Valvan Fibersort sortimisliin. Allikas: Valvan Technologies hinnapakumuse täisautomatiseeritud sortimisliinile, 2024.



Kogu täisautomaatse liini pikkus (Joonis 9) on 61 m ja see sisaldab järgmiseid osi:

- laadimis- ja jagamiskonveierid (joonisel toodud seadmed 1 ja 2)
- 2 robotit, mis korjavad tekstiilid ükshaaval järgnevale ülekandekonveierile (joonisel toodud seadmed 3 ja 4)
- 1 konveier skänneriga värvi- ja materjalipõhiseks sortimiseks (joonisel toodud seade 5)
- 1 konveier, mis liigutab tekstiilid ükshaaval edasi sortimiskonveierile (joonisel toodud seade 6)

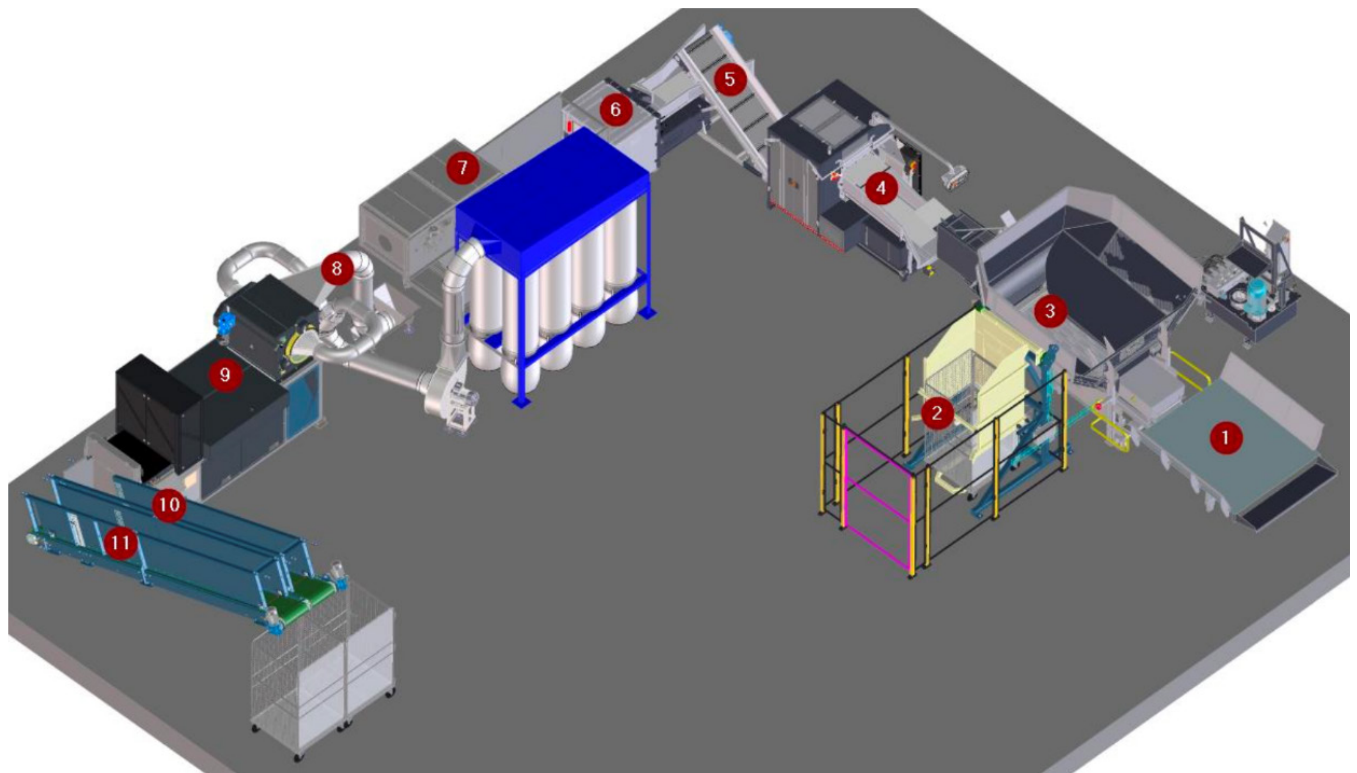
- sortimiskonveier, mis eraldab sorditavad esemed eraldi korvidesse vastavalt etteantud kriteeriumidele (vastav arv kogumiskaste mõlemal pool liini) (joonisel toodud seade 7)
- 1 juhtimismasin koos HMI tarkvaraga (joonisel toodud seade 8)

Vajadusel on võimalik masinale lisada sorditavaid kategooriaid ja seeläbi ka vajalikke kategooriakaste.

Täisautomaatse sortimisliini tehnoloogia koos manuaalse sortimisliiniga ja 10 erineva sortimiskategooriaga (kogumiskastiga) **ligikaudne maksumus on 800 000 eurot + km**. Hind ei sisalda masina transporti ega paigaldust.

Selleks, et tagada sortimisliini tulemusena kvaliteetsem ja puhtam väljund, võib eespool kirjeldatud sortimisliinile soovi korral lisada ka eraldi puhastus- ja purustusliini, millel on võõraste eraldamise seade. Üheks selliseks sobilikuks seadmeks on näiteks Valvan Technologies Trimcleani võõraste eemaldamise masin (Joonis 10). Üldisemas plaanis jagunevad tehnoloogilised etapid sellisel puhastus- ja purustusliinil järgmiselt.

- Sorditud tekstiiljäätmel asetatakse liinile, kus need liiguvad esmalt vahemahutile, et tagada liinil sujuvam tootmisvoog (joonisel toodud seadmed 1, 2 ja 3)
- Vahemahutist liiguvad tekstiiljäätmel konveieril esmalt tekstiile pikisuunaliselt purustavasse ning seejärel ristisuunaliselt purustavasse löikusmasinasse giljotiinidega löikusmasinatesse (joonisel toodud seadmed 4, 5 ja 6)
- Seejärel liiguvad lõigatud tekstiiljäätmel (suurusega vahemikus 4 cm² kuni 100 cm²) jaoturisse, mis jaotab lõigatud tekstiilitükid ühtlaseks ja hästi jaotatud kihiks (joonisel toodud seade 7)
- Sealt edasi liiguvad tekstiilid pneumaatilisse transpordisüsteemi, mis eraldab juba lõikuse käigus tekkinud raskemad võõrasteid sisaldavad osad ja tolmu (joonisel toodud seade 8)
- Transpordisüsteem saadab tekstiiljäätmel edasi TrimClean'i võõraste eemaldamise masinasse, mis sisaldab integreeritud metallidetektorit magnetiliste ja mitte-magnetiliste metallide (suurus ≥ 4 mm) eemaldamiseks, optilist kaamerasüsteemi ja induktsioonisensorit lõikejääkide eemaldamiseks ning kompressoril põhinevaid õhuventiile, mis eristavad võõrasteid tekstiilist (joonisel toodud seade 9)
- Trimclean masinast liigub välja kaks eraldi konveierit, millest ühel on mittetekstiilsed võõrasteid ning teisel puhas ja kvaliteetne ning edasiseks töötamiseks valmis purustatud tekstiilmaterjal (joonisel toodud seadmed 10 ja 11)



Joonis 10. Valvan Technologies puhastus- ja purustusliini koos Trimclean võõrste eemaldamise masinaga. Allikas: Valvan Technologies hinnapakumuse puhastus- ja purustusliinile koos Trimclean masinaga, 2024.

Valvan Trimcleani võõrste eemaldamise masina, mille võimsus on töödelda ligikaudu 1000 kg tekstiile tunnis, hind on **ligikaudu 900 000 eurot + km.**

Sortimisliini (võimsusega 2500 tonni aastas) kogumaksumus koos lisatud puhastus- ja purustusliiniga on seega ligikaudu **1,7 miljonit eurot + km.** Käitlemismahu suurendamisel (5000 tonni aastas) on investeeringukulud seadmetesse suuremad (hinnanguliselt lisaks kuni 700 000 eurot).

Täisautomaatne sortimisliin NewRetex koos lisatud puhastus- ja purustusetappidega

Tarbijajärgsete tekstiiljätmete sortimiseks sobiva tehnoloogia on välja töötanud ka Taani ettevõtte NewRetex A/S (vt ka ptk 3.3.2). Nende täisautomatiseeritud ja AI-lahendustega varustatud sortimisliinile on võimalik lisada ka manuaalne sortimine (korduskasutuseks sobivate tekstiilide eraldamiseks). Sellise sortimisliini (mõõtmed: 40 m pikk, 4 m kõrge ja 5 m lai, vt ka foto 2) võimsus on ligikaudu **4000 tonni tekstiiljätmeid aastas**, mis teeb keskmiselt 15 tonni päevas ehk 600–900 kg/h (sõltuvalt sisendmaterjalist ja töövahetuste pikkusest). Ettevõtte arendab praegu ka suuremat sorteerimisliini, mis suudab sortida kuni 10 000 tonni tekstiiljätmeid aastas ning mida on vajadusel võimalik integreerida olemasoleva väiksema liini koosseisu.

NewRetexi pakutav lahendus jaguneb kolmeks peamiseks etapiks.

- Eelsortimisala, kus kasutatakse käsitsi sortimist – tekstiilid hinnatakse silma järgi ning kahjustada saanud või taaskasutatavad tekstiilid sortitakse käsitsi välja korduskasutuseks. NewRetexi kogemus näitab, et ligikaudu 20% kogutud tekstiilidest suunatakse

tagasi korduskasutuseks ning 20–25% on kahjustada saanud materjal või mittetekstiilmaterjalist tooted, mis ei sobi ringlussevõtuks ning need liiguvad jäätmete hulka.

- Teine etapp on automatiseeritud liin, millele on paigaldatud tehisintellektiga NIR-andur, mis tuvastab tekstiilmaterjali koostise ja värvi. Anduriga lugemiseks liiguvad liinil asetsevast kabiinist läbi kõik tekstiilid ükshaaval, kus masin loeb eelseadistatud programmi kohaselt vastavaid materjali omadusi. Iga tekstiilese loendatakse ja selle andmed salvestatakse NewRetexi andmebaasi. Seejärel liiguvad tekstiilid edasi konveieril, mis liigutab tekstiilid vastavasse fraktsiooni (kogumiskasti). Sortimise käigus eemaldatakse samal liinil mehaaniliselt ka furnituurid ja võõrised (näiteks lukud ja nõõbid).
- Liini lõpus ehk viimaseks etapiks on press, mis surub sortitud tekstiilijäätmed 500–600 kg kaaluvateks koostise- või värvipõhiseks kuubikuteks, mis seejärel pakitakse edasiseks transpordiks. Selle protsessi juurde on samuti vaja 1–2 masinaoperaatorit.

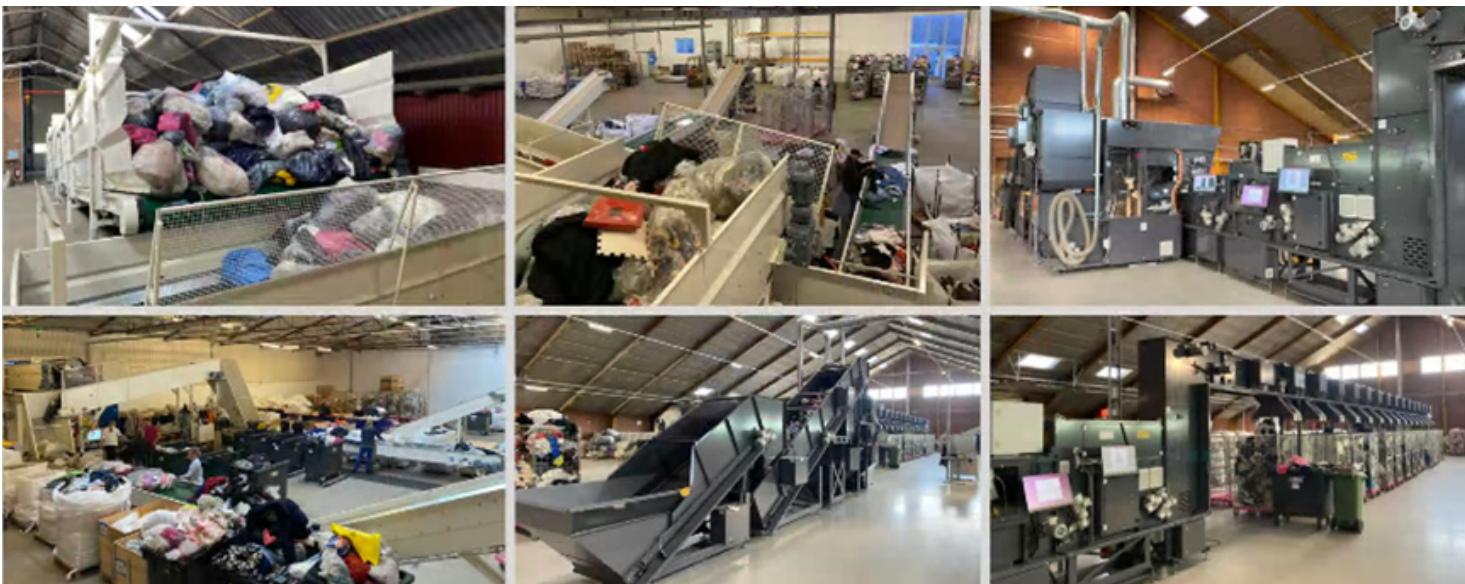
Sellise manuaalse ja automatiseeritud (sortimisliini sortimisvõimsus 4000 tonni aastas) seadmete provisoorne hind on **ligikaudu 1 miljon eurot + km**. Summa sisaldab sortimisliini paigaldamist ning liini lõpus olevat eeltöödeldud tekstiilijätmete pakkimise seadet (pressi).

Ka sellisele sortimisliinile on võimalikult kvaliteetse ja kõrgema väärtusega sortitud ja võõristest puhastatud tekstiilide saamiseks soovitatav lisada eelnevalt kirjeldatud võõrised eemaldav purustus- ja puhastusliin koos Valvan Trimclean masinaga (hind ligikaudu **900 000 eurot + km**).

Sortimisliini kogumaksumus koos lisatud purustus- ja puhastusliiniga on seega **ligikaudu 1,9 miljonit eurot + km**.

Lisanduva töötlemisetapina võib eelnevalt kirjeldatud sortimisliinide juurde kaaluda ka tekstiilijätmete tööstusliku pesemise lisamist.

Foto 1. NewRetex täisautomaatne sortimisliin. Allikas: kuvatõmmis NewRetex tehnoloogia ettekandest, 2024.



Sortimisliini tehnoloogiline lahendus koos eelnevalt integreeritud puhastus- ja purustusliiniga

Teine peamine Euroopa tekstiilide sortimistehnoloogiaid pakkuv ettevõtte on ANDRITZ Laroche (vt ka [ptk 3.3.2](#)). Ettevõtte pakub suure jõudlusega tekstiilijätmete sortimisliini (sisaldab nii esmast manuaalset kui ka täisautomaatset sortimist), millele on juba lisatud võõriste eemaldamiseks purustus- ja puhastusseadmed ning vajalikud pakkimisseadmed. Ettevõtte sortimisliinid on kohandatavad vastavalt vajadusele.

ANDRITZ Laroche täisautomaatne sortimisliin koos puhastus- ja purustusseadmetega sisaldab üldisemas plaanis järgmiseid etappe.

- Esimeseks etapiks on tekstiilijätmete manuaalne sortimine, mis eraldab korduskasutuseks kõlblikud tekstiilesemad.
- Korduskasutuseks kõlbmatud tekstiilijätmed laotatakse edasi järgmisele konveierile.
- Sealt edasi liiguvad need ükshaaval digitaal- ja infrapuna kaamerateaga varustatud masinasse, kus määratakse soovitud ja vastavalt sellele eelnevalt programmeeritud fraktsioonide kohaselt tekstiili värv ja koostis. Mittesoovitud, ehk tekstiilid mis ei vasta kriteeriumitele, jäävad kolmandaks fraktsiooniks ehk nõ „halliks massiks“. Ettevõtte enda soovitusel kohaselt piisab neljast peamisest fraktsioonist (100% puuvill, puuvilla ja polüestri segu, 100% sünteetiline kiud ja 100% vill).
- Kõik eelsorditud fraktsioonid liiguvad seejärel sekundaarliinile, kus toimub giljotiinidega varustatud lõikusseadmete abil tekstiilijätmete purustamine. Purustusseade eemaldab ka kõik võõriste ja lõpptulemuseks on fraktsioonidesse sorditud, purustatud ja võõristest puhastatud materjal.

Eespool kirjeldatud täisautomaatset sortimisliini koos integreeritud puhastus- ja purustusseadmetega on võimalik paigaldada vastavalt vajadusele erineva võimsusega. Ettevõtte soovitusel minimaalseks käitlusvõimekuseks **8000 tonni tekstiilijätmeid aastas**. Sellise võimsusega liini (etapid ja seadmed kirjeldatud ülal) hinnanguline maksumus on ligikaudu **6–7 miljonit eurot + km**. Summa ei sisalda sortimisliini paigaldamise kulu.

Tekstiilijätmete ringlussevõtu võimekuse arendamine

Eestis on juba olemas teatud võimekus tekstiilitööstuses tekkivaid jääke ringlusse võtta (vt [ptk 1.3.2](#)). Peale selle on Eestis varasemast ajast olemas tekstiilide tootmise, käitlemise ja disaini oskused ning tegutsevad ettevõtted, mille pinnalt tekstiilijätmete (sh tarbijajärgsete tekstiilijätmete) mehaanilist ringlussevõttu arendada. Seetõttu on peale kogumise ja sortimise mõistlik Eestis edendada teatud mahus ka tekstiilijätmete

ringlussevõttu (nt mittekootud ehk lausmaterjali¹³⁸, aga ka lõnga ja kootud tekstiiltoodete tootmine).¹³⁹ Samas tuleb arvestada, et tulenevalt Eestis tekkivate tekstiiljäätmete väiksest kogusest, suhteliselt kõrgetest arendus- ja logistikakuludest jm aspektidest, ei pruugi Eestis tekstiiljäätmete ümbertöötlemine uuteks lõpptoodeteks olla konkurentsivõimeline võrreldes mitme teise ELi liikmesriigiga, kes on juba pikaajaliselt arendanud ringsete tekstiilide tehnoloogiaid ja ärimudeleid ning kus asuvad vastavad arenduskeskused ja tootjad (vt ka [ptk 2.5](#)). Seega oleks ka tarbijajärgsete tekstiiljäätmete mehaanilise ringlussevõtu arendamist soovitatav alustada ringlussevõtuks vajaliku minimaalse eeltöötlusvõimekuse (purustamine ja kiustamine) loomisest Eestis. See lubab kogutud ja sorditud tekstiiljäätmelid kõigepealt eeltöödelda sellisele kujule, et neile oleks võimalik leida turgu Eestis ja ka mujal Euroopas. Tekstiiljäätmelise mehaaniline eeltöötlus loob ka Eestis uusi võimalusi ja meelitab juurde huvilisi, kes soovivad investeerida ringsete tekstiiltoodete tootmisesse.

Seega oleks soovitatav Eestisse rajada kas loodava sortimiskäitise juurde või eraldiseisvana sorditud tekstiiljäätmelise purustus- ja kiustamisvõimekus. Soetatava purustus- ja kiustamistehnoloogiaga võiks saada töödelda ja ette valmistada nii mittekootud materjalideks kui ka lõngaks sobivat kiudu (vt ka [ptk 3.3.2.2](#)). See lubaks paindlikult otsida eeltöödeldud materjalile/kiule kasutajaid. Juhul kui kiustatud materjalile ei ole võimalik leida kasutust Eestis, on võimalik seda viia lähiriikide käitistesse. Peale mehaanilise ringlussevõtu on lähiriikides tekkimas terve rida keemilise ringlussevõtu ettevõtteid, kes ringlussevõtu seisukohast perspektiivsemat puuvillapõhist tekstiili (vt ka [ptk 3.3.4](#)) sisendiks kasutavad. Üldjuhul võtavad sellised ettevõtted vastu vaid eeltöödeldud ja kiustatud tekstiiljäätmelid, mis muudab kohaliku eeltöötlustehnoloogia olemasolu oluliseks.

Otstarbekas oleks, et mehaanilise eeltöötuse (purustamine ja kiustamine) võimsus Eestis oleks vähemalt nii suur, mis lubaks käidelda olemasoleva sortimise tulemusel eraldatud tekstiiljäätmelid (esmalahenduses 2000–3000 tonni aastas).

Võttes arvesse ELi tekstiilivaldkonna õiguslikku arengut, võib eeldada, et tekstiiljäätmelise ringlussevõtul hakatakse eelistama n-õ suletud ahelaga ehk kiust-kiuks ringlussevõttu, mille väljundiks on uued tekstiiltooted. Samas on tekstiilide ringlussevõtul lõnga ja kootud tekstiiltoodete valmistamiseks terve rida takistusi (vt [ptk 2.3.3](#)). Seepärast on teisese tekstiilkiu kasutamine mittekootud materjalides ja tekstiiltoodetes enam kasutust leidnud. Võib eeldada, et ka Eestis on suurem perspektiiv just mittekootud materjalide ja toodete arendamisel. Mittekootud materjalide arendamine on üldjuhul tehnoloogiliselt lihtsam ja majanduslikult tasuvam, kuna neid materjale kasutatakse laiemalt eri valdkondades. Samas võib eeldada, et ka teisesest kiust lõngal ja sellest omakorda

138 Tekstiilne tasapinnaline materjal, mis on valmistatud ühest või mitmest tekstiilmaterjali kihist, mille struktuurilelemendid on eri viisidel ühendatud ja mis erineb traditsioonilisest kootud tekstiilist, nt kangast või silmuskudumist.

139 Siin ei ole mõeldud allpool toodud võimalikke suuremahulisi tekstiiljäätmelise ringlussevõtu lahendusi.

kootud tekstiiltoodetel on Eestis väiketootmise perspektiive (Eesti Kunsti-akadeemia et al., 2023). Arvestades, et kuni 20% mehaaniliselt töödeldud tarbijajärgsetest tekstiiljäätmest sisaldab pikemaid kiude (vt [ptk 3.3.3.1](#)), mis sobivad lõnga valmistamiseks, oleks Eestis otstarbekas kaaluda lisaks mittekootud materjalide arendamisele investeringuid ka väiksema mastaa- biga lõngavalmistamise võimekuse loomisesse. See võimaldaks Eestis väiksemas koguses sobivaid tekstiiljäätmepätki vääridada kõige kõrgemal tasemel ning toota tekstiilmaterjalidest valmistatud ringseid tooteid. Tekstiil- jäätmest lõngaarendus aitaks vääridada ka kohalikku lambavilla, kuna see on pikema kiuga ja sobib hästi lisakiuks. Sellised algatused toetaksid kohalike lambakasvatajate huve, vähendaksid Eestis tekkiva jääkvilla mahte ning soodustaksid jätkusuutlikumaid tootmisahelaid.

Eestis on mitmeid ettevõtteid, kes tegutsevad kas tööstuslike tekstiil- jäätmepätki ümbertöötlemisega või lõngatootmisega ning on valmis oma käitlusvõimekust edasi arendama. Seni aga pole Eestis vajalikke seadmed tarbijajärgsete tekstiiljäätmepätki ringlussevõtuks. Siinjuures tuleb arvestada, et nii ringlussevõtuks vajaliku eelneva mehaanilise töötlemise kui ka väiksemas mahus mehaanilise ringlussevõtu võimekuse arendamine eeldab kindlasti riigipoolset tuge ja toetusi tehnoloogiate soetamiseks.

Võimalikud tekstiiljäätmepätki mehaanilise eeltöötlemise ja ringlussevõtu tehnoloogiad

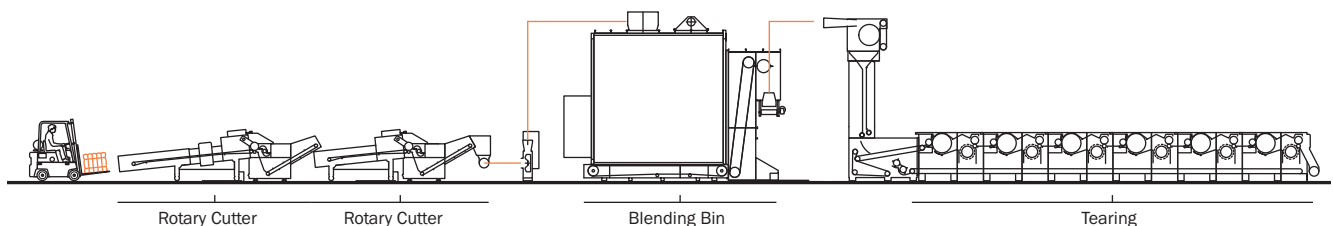
Järgnevalt on toodud mõned näited mehaanilise eeltöötlemise (tekstiiljäätmepätki purustamine ja kiustamine) ning mehaanilise ringlussevõtu (nii mittekootud kui ka lõnga ja kootud tekstiiltoodete tootmise) tehnoloogiatest, mis võiksid sobida Eesti tingimustesse.

Mehaaniline kiustamisliin

Arvestades Eestis tekkivate tekstiiljäätmepätki ja nendest mehaaniliseks ringlussevõtuks perspektiivsemate tekstiiljäätmepätki koguseid (vt ka [ptk 3.3.4](#)), oleks üheks tekstiiljäätmepätki teisese kiu ettevalmistamise võimalikuks lahenduseks ANDRITZ Laroche keskmise võimsusega Exel purustus- ja kiustamisliin, mis võimaldab toota kiumaterjali, mida saab kasutada nii lõngavalmistuseks (300–800 kg/h) kui ka mittekootud/ lausmaterjalidele sobivate kiudude tootmiseks (800–1500 kg/h). Exel tehnoloogiline protsess koosneb üldjuhul kuni seitsmest trumlist, mis on kuni 2 meetri laiused. Trumlite arvu saab määrata koostöös ettevõtte spetsialistidega, võttes arvesse Eestis tekkivaid mehaanilise ringlussevõtu seisukohast perspektiivikamaid tekstiiljäätmepätki tüüpe (ANDRITZ Laroche tehnoloogilised lahendused võimaldavad töödelda nii tarbimis- eelseid kui ka tarbijajärgseid tekstiiljäätmepätki). Kirjeldatud tehnoloogilise liini maksumus sõltub selle võimsusest, kuid jääb **ligikaudu 3 miljoni euro piiresse**. Hind ei sisalda liini paigaldamist, millele tuleks tehnoloogia tarnija sõnul arvestada vähemalt 10% lisakulu (see hõlmab õhutorus- tikke, kaableid ja muid vajalikke tarvikuid kogu liini paigaldamiseks).

Lisaks tuleks sellisele liinile paigaldada toodetud kiumaterjali pressi- mise ja pakendamise seade.

Foto 2. ANDRITZ Laroche Exel kiustamisliin. Allikas: ANDRITZ tekstiiljätmete ringlussevõtu tehnoloogiaid tutvustav esitlus, 2024.



Joonis 11. Lihtsustatud näide võimalikust mitme-etapilisest tekstiiljätmete kiustamisliini tehnoloogilisest lahendusest. Allikas: ANDRITZ tekstiiljätmete ringlussevõtu tehnoloogiaid tutvustav esitlus, 2024.

Tehnoloogia tekstiiljätmetest mittekootud materjalide arendamiseks

Mittekootud materjalide arendamiseks on turul üks enim kasutatud ettevõtte ANDRITZ Laroche tehnoloogia, kelle mittekootud materjalide tootmiseseadmed on laialt levinud ja kõrgelt hinnatud. Eri valdkondades kasutatavate mittekootud materjalide ja tekstiiltoodete tootmise tehnoloogiliseks lahenduseks sobib ANDRITZ Laroche Airlay ümbertöötusliin koos nõeltöötusmasinaga. Tarbijajärgsete kiustatud tekstiiljätmete ümbertöötlemisel on Airlay masina võimsus 100–1000 kg tunnis, olenevalt võrgu kaalust, mis võib olla 300–5000 g/m². Ettevõtte esindaja sõnul on provisoorse hinna määramine keeruline, kuna see sõltub seadmete võimsusest ja soovitud materjalidest, mis võivad nõuda lisadetaile või tehnoloogilisi muudatusi. Siiski on ettevõtte hinnatud kirjeldatud seadmete investeeringu suurusjärguks **ligikaudu 5–6 miljonit eurot.**

Tehnoloogiad tekstiiljätmetest lõnga arendamiseks

Tekstiiljätmete eeltöötlemisel saadud kiust lõnga tootmiseks ja sellest tekstiiltoodete kudumiseks on väga mitmesuguseid tehnoloogiaid.

Lõngaarenduseks on tehnoloogilise lahendusena sobiv näiteks Rieter AG kompaktne rootor-ketrusprotsessil põhinev ketrusliin

Com4recycling-rotor. See ketrusliin eristub teiste sarnastest seadmetest oma kompaktsuse ja vähese vaheastmete arvuga, mis vähendab vajadust väga kogunud spetsialistide järele. *Com4recycling-rotor* võimaldab toota keskmise paksusega kuni paksemaid lõngu. Masina tootlikkus on 250 kg/h. Ühe ketrusliini provisoorne investering jääb vahemikku **2,5–3 miljonit eurot**, millele tulevad juurde vastavalt vajadusele lisadetailid, kuid summa ei hõlma paigaldust. Ettevõtte soovitusel oleks majanduslikult otstarbekas soetada korraga vähemalt 2–3 ketrusliini, et tagada investeringu tasuvus.

3.3.5.2 **Tekstiiljäätmete suuremahulise ringlussevõtu käitlusvõimekuse arendamine**

Eestis on teatud eeldused tekstiiljäätmete suuremahulise ringlussevõtu käitlusvõimekuse arendamiseks, mis tuginevad eelkõige kahele perspektiivsele arendusele/tehnoloogiale

- **Tekstiiljäätmete mehaanilise ringlussevõtu teel komposiitpaneelide tootmine**, mida on võimalik kasutada ehitusmaterjalidena ja muudes valdkondades.
- **Tekstiiljäätmete keemilise ringlussevõtu arendamine pürolüüstehnoloogiaga** mõne Eestis sellist tehnoloogiat omava või arendava ettevõtte poolt.

Teoreetiliselt on Eestis võimalik arendada ka muid tekstiiljäätmete ringlussevõtu suuremahulisi lahendusi, aga kõik need vajaksid suuri investeringuid ja teatud eeldusi (sh valmisolekut selliseid arendusi eestvedada ja rahastada ning ka võimekust tehnoloogilist arendustööd teha). Näiteks muude keemilise ringlussevõtu lahenduste arenduseks ei ole Eestis nii kompetentsi kui ka olemasolevaid ettevõtteid, kes oleksid valimis ressursimahukat tehnoloogiarendust läbi viima.

Eespool nimetatud kahe perspektiivse lahenduse tekstiiljäätmete ringlussevõtu võimekus ületaks Eestis tekkiva tekstiiljäätmete koguse ning seega pakuksid need realiseerudes lisaks eelnevalt kirjeldatud käitluslahendustele olulist piirkondlikku tekstiiljäätmete ringlussevõtu võimalust ka teistele riikidele. Seega võiksid need arendused märkimisväärselt tugevdada Eesti positsiooni tekstiiljäätmete suuremahulise ringlussevõtu piirkondliku lahenduse pakkujana ning anda olulise panuse nii ringmajanduse kui ka majanduse arengusse.

Neid tekstiiljäätmete suuremahulisi käitlusvõimekusi tuleks siiski vaadelda kui võimalikke lisanduvald käitlusvõimsusi, mis lisanduks eespool kirjeldatud väiksemamahulisele ringlussevõtu võimekusele, mida oleks Eestis perspektiivne arendada. Samas on nimetatud suuremate arenduste puhul ka teatud riske ja mõjusid tekstiiljäätmete tervikliku käitlusvõimekuse arendamise seisukohast, mida tuleks ringse tekstiilisüsteemi arendamise terviklikkuse huvides arvesse võtta.

Kuna nimetatud arendused (eriti pürolüüsil põhineva keemilise ringlussevõtu arendamine) on alles plaanide või väga algusjärgus arenduste faasis ning maailmas puuduvad varem pikemaajaliselt toimunud ja sarnaseid tekstiilide ümbertöötlemistehnoloogiaid kasutavad käitised, siis pole käesoleva töö käigus võimalik nende võimalike arenduste majanduskulusid hinnata.

Tekstiilijätmete mehaanilise ringlussevõtu teel komposiitpaneelide tootmine

Üks esile kerkinud perspektiivsetest arendustest on Eestisse juba mõnda aega kavandatud suuremahuline tekstiilijätmete käitluslahendus. Selle arendajal on juba pikemat aega olnud ambitsioonikas plaan rajada nii Eestisse kui ka mitmesse teise ELi liikmesriiki mehaanilise ringlussevõtu tehaseid, mis tekstiilijätmetest (sh tarbijajärgsetest tekstiilijätmetest) toodaksid komposiitmaterjalist paneele ja muid detaile, mida saab kasutada ehituses, dekoratiivelementidena, mööblitootmises jne. Käesoleva uuringu läbiviimise ajal on arendaja võtnud uuesti plaani rajada tehas Eestisse Sillamäele, kuhu peaks plaanide kohaselt tulema nii täisautomaatne sortimisliin (sortimisvõimsusega kuni 70 000 t/a, kusjuures esialgne sortimismaht on planeeritud 35 000 t tekstiilijätmeid aastas ning järgmiste aastate jooksul on plaanis mahtu suurendada vähemalt 50 000 tonnini aastas) kui ka tootmine. Sorditud ja eeltöödeldud tekstiilijätmetest kavatseb ettevõtte hakata tootma termomehaanilise tehnoloogiaga paneele. Esialgu kavandatakse paneelide tootmismahu alates 100 000 kuupmeetrist aastas. Ettevõtte sõnul sobivad paneelide sisendmaterjaliks igasugused (sh madala kvaliteediga) tekstiilijätmed.

Sellisel kujul ületab tehase kavandatud käitlusvõimsus (sh sortimisvõimekus) märgatavalt Eestis tekkivate tekstiilijätmete koguse ning seetõttu mõjutab tehase realiseerumine olulisel määral Eesti tekstiilijätmete kogumis- ja käitlussüsteemi arengut ja ülesehitust. Juhul kui tehas õnnestub plaanide kohaselt toimima saada (sh saada kätte sisend ja turustada tootmisväljund), siis panustab tehas suurel määral Eesti tekstiilijätmete ringlussevõtu eesmärkide täitmisel.

Samas on sellise suure käitlusvõimekuse rajamisega Eestisse seotud ka mitmed riskid.

- Kuna Eesti lähiriikides on arendamisel terve rida tekstiilijätmete käitluslahendusi, siis võib Eestis asuval tehasel olla keeruline saada kätte kavandatud mahus tekstiilijätmeid. Sellele võib kaasa aidata ka eri riikide tootjavastutusorganisatsioonide eelistused (vt ka järgnev punkt). Seega on tekstiilijätmete kättesaamise üheks eelduseks konkurentsivõimeline teenusehind, mis omakorda sõltub sellest, mil määral (sh millise hinnaga) õnnestub realiseerida toodangut.
- Kavandatav (termo)mehaanilise ringlussevõtu tehnoloogia kvalifitseerub n-ö madalama taseme ehk avatud ahelaga ringlussevõtuks (tooted ei ole tekstiiltooded ehk tegu ei ole kiust-kiuks ringlussevõtuga). See võib teatud juhul olla takistuseks,

kui konkureeritakse väärtustava ehk suletud ahela ringlussevõtu lahendustega. Nimelt rõhutavad ELi ringse tekstiili poliitika ja õigusaktid (sh EL Nõukogu 17. juuni 2024 jäätmete raamdirektiivi muutmise ettepanek), et tekstiilijäätmete ringlussevõtu edendamisel tuleks eelistada väärtustava ringlussevõtu (kiust-kiuks) lahendusi.

- Euroopas on pikemas perspektiivis tekkimas terve rida keemilise ringlussevõtu tehnoloogiaid ja lahendusi, mis võivad olla tugevateks konkurentideks sellisele tekstiilijäätmete ringlussevõtu lahendusele. Samuti on Eestis olemas suur võimalus, et olemasolevad põlevkiviõli tootmisettevõtted arendavad pürolüüsipõhist keemilist ringlussevõttu, kuhu sobivad sisendiks ka tekstiilijäätmed (vt ka allpool). Nii võib teise suuremahulise tekstiilijäätmete ringlussevõtu lahenduse tekkimine Eestisse olulisel määral pärssida vaadeldud tehase tegevust.
- Sellise suure käitlusvõimekuse (eriti sortimisvõime) loomisel koondub kogu käitlusvõimekus ühe ettevõtte kätte, mis võib pärssida teiste ringsete tekstiiliettevõtete tegevust (eeltöödeldud tekstiilijäätmete/ kiu kättesaamist). Nii mõjutab see arendus olulisel määral eespool kirjeldatud minimaalse sortimis- ja ringlussevõtu arendamist ning võib tähendada nende arenduste ärajäämist.
- Juhul kui ettevõttel ei õnnestu saada teistest riikidest tekstiilijäätmeid, siis võib tekkida käitlusvõimekuse ülejääk, mis omakorda võib avaldada majanduslikku survet Eesti tootjavastutuse süsteemile (tekib surve suunata suures mahus Eesti tekstiilijäätmeid nimetatud tehasesse, mis omakorda suurendab Eesti tootjavastutuse kulusid).

Seega, kuigi nimetatud arendusprojektil on Eestis tekstiilijäätmete ringlussevõtu võimekuse arendamisel märkimisväärne potentsiaal, tuleb hoolikalt hinnata ja arvestada projektiga kaasnevaid riske, et tagada selle lahenduse optimaalne juurutamine ning vältida riskide avaldumisega kaasnevat negatiivset mõju Eesti ringsete tekstiilide süsteemi arendamisele.

Tekstiilijäätmete keemilise ringlussevõtu arendamine pürolüüsi baasil

Teiseks perspektiivseks suuremahulise tekstiilijäätmete ringlussevõtu arendussuunaks Eestis on (termo)keemilise ringlussevõtu arendamine pürolüüsi tehnoloogia baasil. Pürolüüsi eeliseks on vastava tehnoloogia olemasolu ja pikaajaline kasutamiskogemus, sealhulgas ka tööstuslikus mastaabis. Seetõttu on selle tehnoloogia edasiarendamine ja kasutuselevõtt tekstiilijäätmete töötlemiseks (sh ringlussevõtuks) suhteliselt lihtne. Võrreldes mitme teiste ringlussevõtu lahendustega, näiteks ensüümkatalüüsil põhinevate keemilise ringlussevõtu lahendustega, on pürolüüs ka suhteliselt odav. Lisaks sobib pürolüüsi sisendiks segakiuline tekstiil, mis ei pea olema läbinud väga põhjalikku eeltöötlust (vt ka [ptk 3.3.3.2](#)). Samuti on oluline märkida, et pürolüüsil põhinev tekstiilijäätmete keemiline ringlussevõtt võimaldab kõrgema taseme ehk suletud ahela (kiust-kiuks) ringlussevõttu.

Eesti kontekstis teeb pürolüüsi tehnoloogia kasutamise perspektiivseks põlevkiviõli tootvate ettevõtete pikaajaline sellealane kompetents ja olemasolev tehnoloogia, mille baasil on võimalik arendada muude jäätmete käitlemise kõrval ka tekstiiljäätmete suuremahulist keemilist ringlussevõttu. Sünteetilisi polümeere sisaldavate materjalide (sh tekstiiljäätmete) käitlemist pürolüüsil on Eestis viimasel ajal juba uuritud nii erinevate projektide kui ka tehnoloogiaarenduste käigus. Kõik Eestis põlevkiviõli tootvad ettevõtted on algatanud arendusprojekte, mille eesmärgiks on nii olemasoleva pürolüüsil põhineva tehnoloogia edasiarendamine kui ka uue tehnoloogia väljatöötamine eelkõige plastijäätmete keemiliseks ringlussevõtuks. Näitena võib tuua Viru Keemia Grupi (VKG) ja Kiviõli Keemiatööstuse koostööprojekti, mille raames on tehtud terve rida eeluringuid ja hankeid tehnoloogiate testimiseks ja projekteerimiseks. VKG arendusprojekti eesmärgiks on välja töötada ja rakendada plastijäätmete pürolüüsilahendust (mitte pürolüüsile koos põlevkiviga) nii, et saadud õli oleks võimalik kasutada otse keemiatööstuse toormena (sh plastide tootmiseks). Uuringud on saanud toetust Ettevõtluse ja Innovatsiooni Sihtasutuse kaudu Euroopa Regionaalarengufondi vahenditest. Nimetatud tehnoloogilise lahenduse rajamiseks Ida-Virumaale on saavutatud juba selline valmisolek, et ettevõtte on taotlenud investeringutoetust õiglase ülemineku fondist. Projekti investeringumahuna on mainitud ligikaudu 90 miljonit eurot, millest pürolüüsi osa on ligikaudu 70 miljonit eurot (plastijäätmete perspektiivse käitlusmahuna on välja käidud kuni 130 000 tonni jäätmehaiglast aastast). Ka Eesti Energia arendab edasi oma pürolüüsitehnoloogiat erinevate polümeersete sisendmaterjalide keemiliseks ringlussevõtuks. Siin on suurem rõhk olnud nende jäätmehaiglaste pürolüüsimisele koos põlevkiviga, mille puhul tuleks saadud õli enne plastitööstuse toormena kasutamist olulisel määral eeltöödelda.

Põhimõtteliselt oleks võimalik nimetatud pürolüüsilahendustes kasutada sisendina ka tekstiiljäätmehaiglast. Samas vajab selliste jäätmehaiglaste keemiline ringlussevõtt pürolüüsi teel siiski veel lisauuringuid, katsetusi ja majanduslikke analüüse. Siiski võib tekstiiljäätmehaiglaste käitlemine pürolüüsi teel olla arendajatele huvipakkuv, kuna alternatiivsete ringlussevõtu lahenduste (eelkõige mehhaanilise ringlussevõtu) võimalused on tekstiiljäätmehaiglaste puhul oluliselt piiratumad ja kallimad kui näiteks plastpakkemahiglaste puhul, mistõttu võib tekstiiljäätmehaiglaste käitlemine olla majanduslikult perspektiivsem.

Samas on ka pürolüüsil põhineva suuremahulise keemilise ringlussevõtu arendamisega seotud terve rida riske ja aspekte, mida tuleks silmas pidada.

- Konkurents arendajate ja ka teiste suuremahuliste tekstiiljäätmehaiglaste ringlussevõtu lahenduste vahel (vt eespool) võib pärssida nende projektide edukust ja kasumlikkust, sh konkureeritakse riigitoetuste pärast.

- Seega oleks soovitatav pürolüüsipõhiste keemilise ringlussevõtu arendajate vahel saavutada kokkulepe erinevate tehnoloogiliste lahenduste ja ümbertöödeldavate sisendmaterjalide kasutamiseks, et vältida omavahelist konkurentsi ja saavutada pigem parem ühine positsioon Euroopas selles valdkonnas.
- Pürolüüsil põhinevad keemilise ringlussevõtu lahendused (eelkõige koospürolüüs) vajavad järgnevaid töötlemisetappe, mis tagaksid pürolüüsil saadud väljundi edasise ringlussevõtu.
- Euroopa Liidu tasandil tuleb ära määrata ja kokku leppida pürolüüsil põhinevate tehnoloogiliste lahenduste ja väljundite ringlussevõtu reeglid ja meetodid (nt kuidas määratletakse koospürolüüsil saadud väljundi edasine ringlussevõtu arvestamine).

Keemilise ringlussevõtu arendamisel pürolüüsitehnoloogiate baasil on siiski suur lisandväärtus ka riiklikul tasandil, sest see aitab ümber kujundada saastavat põlevkivitööstust, pakub olulisel määral selles sektoris uusi töökohti ning on suure teadus- ja arenduspotentsiaaliga, kuhu saab kaasata Eesti teadusasutused ja ülikoolid. Siin on ka võimalused tehnoloogiasirdeks, mis omakorda tooks kasu Eesti riigile. Seetõttu oleks soovitatav selles valdkonnas ellu kutsuda eraldi riiklikult juhitud arendusprogramm (vt ka [ptk 4.2](#)), mis lubaks ettevõtjate ja teiste osaliste (sh teadusasutused) koostöös süsteemselt ja plaanipäraselt seda suunda edasi arendada.

4 Ringse tekstiilivaldkonna ökoinnovatsiooni potentsiaal

Eesti ringse tekstiilivaldkonna ökoinnovatsiooni potentsiaal on hoolimata riigi väiksusest küllaltki märkimisväärne, arvestades kasvavat tähelepanu keskkonnaküsimustele ning vajadust efektiivsemate ringlussevõtu lahendusteks. Selles peatükis analüüsitakse tekstiilisektori ökoinnovatsiooni ja edasisi arenguvõimalusi ning hinnatakse Eesti teadus- ja arendustegevuse võimekust ning väljakutseid ringse tekstiilisüsteemi kujundamisel. Analüüsi põhjal tehakse ettepanekud, kuidas riik saaks toetada valdkonna kasvu ja ökoinnovatsiooni, soodustada ringsete ettevõtete ja ärimudelite arengut ning edendada valdkonna teadus- ja arendustegevust. Analüüs tugineb varasemate asjakohaste uuringute ja ülevaadete andmetele ning uurimistöö käigus läbi viidud intervjuudele ettevõtete ning teadus- ja arendusorganisatsioonidega (vt [Lisa 4](#)).

4.1 Tekstiilisektori ökoinnovatsiooni hetketase

4.1.1 Tekstiilisektori arengud

Eesti kontekstis räägitakse tavaliselt tekstiili-, rõiva- ja nahatööstusest üheskoos.¹⁴⁰ Selle uuringu raames on põhirõhk Eesti rõiva- ja tekstiilitööstusel, millel on pikk ajalugu. Tegu on enam kui 160-aastase ajalooga tööstusharuga, mis on jätnud sügava jälje riigi majandusse ja kultuurilukku.¹⁴¹ Võrreldes Eesti varasemate hiilgeaegadega on rõiva- ja tekstiilitööstus praeguseks oluliselt väiksem ja hoopis teise profiiliga. Kui Eesti tekstiilitööstuses domineerisid selle sajandi alguses veel suured tekstiilitootmise ettevõtted (nt Baltex 2000, AS Qualitex, Kreenholm AS), siis tänaseks on Eestis suurtoomine lõppenud ja tekstiiliettevõtete arv olulisel määral vähenenud.

Eestis tegutses 2022. aastal rõiva- ja tekstiilitootmise valdkonnas 1054 ettevõtet.¹⁴² Valdkonna ettevõtted moodustasid Eesti ettevõtetest 0,7% ja sektoris oli hõivatud ligikaudu 7858 inimest. Statistikaameti andmetel on 85% tekstiili- ja rõivatootjatest mikroettevõtted, kus töötab alla 10 töötaja. Suurem osa tekstiiltooteid eksporditakse (valdavalt tekid ja padjad), sihtriikideks on eelkõige Rootsi, Saksamaa, Soome ja Taani.

Kuna tekstiiltoodete masstootmine on Euroopast ja ka Eestist liikunud odavamatesse (eelkõige Kagu-Aasia) riikidesse, on Eesti tekstiilitööstus spetsialiseerunud teatud suundadele. Eestis toodetakse suuremahuliselt veel kodutekstiile (nt tekid, padjad) eelkõige globaalsetele jaemüüjatele nende kaubamärgi all (nn *private label*). Lisaks võib rõiva- ja tekstiiliettevõtete näidetena tuua oma toodete, kaubamärkide ja jaemüügi-võrguga väikesed moe-/rõivatootmisettevõtted, kaitse-, töö- ja spordirõivaid tootvad ettevõtted, teatud nišitooteid tootvad ettevõtted (keskmisest kõrgemas hinnaklassis Euroopa ja kohalikud väikekaubamärgid), tehnilisi ja tööstuslikke tekstiile (nt autotooted) tootvad ettevõtted. Üha enam pööratakse tähelepanu lisandväärtuse suurendamisele, tootlikkuse kasvatamisele ning tootmise automatiseerimisele. Nii on keskmine rõiva- ja tekstiiliettevõtte muutunud järjest väiksemaks ja töökoht tootlikumaks.

140 <https://ringmajandus.envir.ee/sites/default/files/Tekstiilit%C3%B6%C3%B6stus.pdf>

141 <https://oska.kutsekoda.ee/wp-content/uploads/2018/06/R%C3%B5iva-ja-tekstiilit%C3%B6%C3%B6stuse-uuring.pdf>

142 <https://www.stat.ee/et/avasta-statistikat/valdkonnad/majandus/toostus>

4.1.2 **Tekstiilisektori ökoinnovatsiooni eeldused ja potentsiaal**

Kuigi suur osa varasemast rõiva- ja tekstiilitööstusest on tänaseks kadunud, on Eestis siiski säilinud tekstiilide tootmisega seotud oskused ja teadmised, mis on vajalikud uuenduslike lahenduste, sh ringse tekstiilisüsteemi väljatöötamiseks ja rakendamiseks. Eestis on veel olemas nii tekstiilmaterjalide ja rõivaste tehnoloogilise arenduse pädevus kui ka moe- ja tekstiilidisaini oskused, mis moodustavad ainulaadse potentsiaali ringsete tekstiilidega seotud väljakutsetele lahenduste pakumisteks (sh tekstiilijäätmete ringlussevõtuks ja ringsete lahenduste väljatöötamiseks).

Nagu eelnevalt kirjeldatud, on Eestis rõiva- ja tekstiilitööstuse kõrge ökoinnovatsiooni potentsiaal tänu tööstuse paindlikkusele ning osaliselt säilinud tehnoloogiatele ja oskusteabele. Samuti toetab innovatsiooni kohalike ülikoolide kõrge tase ja nende huvi kaasa rääkida valdkonna arengus ning edendada ettevõtetega koostöös rakendusteadust (vt ka [ptk 4.1.1](#)). Oluline on siin jätkusuutliku disainihariduse ja oskuste pakkumine. Tänu Eesti Kunstiakadeemia ja Eesti Disainerite Liidu aastatepikkusele rahvusvahelisele tööle Eesti disainerite harimisel ja rahvusvaheliste disainisuundade tutvustamisel on kohalik (moe)disainilooming viimastel aastatel jõuliselt liikunud ringsete tehnoloogiate ja jätkusuutlike materjalide kasutamise suunas. Heaks näiteks on 2024. aasta mais New Yorgi disaininädalal näituse „Upmade in Estonia“ raames esitletud 45 Eesti disaineri jätkusuutlikud tooted. Moedisainis on järjest rohkem näha tarbijajärgse tekstiili kasutamist autoriloomingus (nt Luks, CärolxOtt), sertifitseeritud materjalide kasutamist (nt Xenia Joost, August), tootmisjäätmete kasutamist (nt Reet Aus) ja ümbertöödeldud materjalide kasutamist (nt Tuub, Reet Aus). Aksessuaaridisainis on headeks näideteks nulljäätmega (ingl *zero waste*) tootmine (nt Stella Soomlais) ja ülejääkmaterjalide kasutamine (nt Cervo Volante ja Killud).

Lisaks traditsioonilisele käsitööle ja väiksematele kaubamärkidele on Eestis viimastel aastatel tekkinud ka tekstiilivaldkonnas uus ja innovaatiline iduettevõtete ökosüsteem, mis toob kokku vana tekstiilipõhise kogemuse uuemate keskkonnahoidlike tehnoloogiliste ja tootearenduse lahendustega. Uued ettevõtted mitte ainult ei säilita ja arenda edasi traditsioonilisi tekstiilivaldkonna oskusi, vaid pakuvad ka lahendusi mitmesugustele tänapäeva väljakutsetele, sealhulgas tekstiiltoodete ringsusega seotud probleemidele. See ökosüsteem hõlmab laia spektrit, alates väärtustavast taaskasutusest ja tekstiilkiudude ringlussevõttust kuni ringsete tootmisprotsesside väljatöötamiseni. Lisaks on tekkinud mitmeid uusi ringsusele kaasaaitavaid ärimudeleid, nagu rõivaste laenus- ja parandusteenus (vt ka [ptk 4.1.3](#)).

Eestis on olemas lisaks digilahenduste ja uudsete toodete arendusele ka teatud traditsiooniliste valdkondade pädevus. Näitena võib välja tuua villa töötlemise ja villa baasil töötavad ketrustehnoloogiad, mis võimaldavad edasiarendust lisamaks teisest toormaterjali (Muru Villavabrik,

Hiiu Vill, Vaemla, Wool & Yarn jne). Kohalik villaarendus keskendub peamiselt lambavillale, kuid osaliselt ka alpaka lõnga töötlemisele (nt Wile Alpakafarm). Ringsuse kontseptsioonist lähtudes on vill erakordselt väärtuslik materjal ja villavabrikud oma tehnoloogiaga heaks baasiks uute tehnoloogiate arendamisel ja katsetamisel. Eestis on säilinud ka kudumisettevõtteid, kus kootakse kohalikust ja sisseostetud lõngast nii käsikudumismasinatel kui ka tööstuslikel masinatel (näiteks Top-kudum OÜ, Veta, Wile Alpaka, Alevig OÜ, Norrison OÜ). Seeläbi on kudumise oskusteave Eestis olemas. Eesti kontekstis tuleb mõista väikeettevõtete olulist rolli tehnoloogiate säilitamisel ja arendamisel ning innovatsiooni juurutamisel. Eesti väiksus võimaldab lihtsalt ja suhteliselt odavalt testida erinevaid tehnoloogilisi arendusi, et hiljem neid juurutada suurtööstuses.

Peale rõiva- ja tekstiilitootmise arenduste on Eestis ka mitmed ettevõtted ja organisatsioonid, kes on sisse viinud uuenduslikke lähenemisi kasutatud tekstiilide korduskasutamise, jagamise ja parandamise valdkonnas (vt ka ptk 1.3).

Eesti tekstiilisektori ökoinnovatsiooni tase peegeldab kasvavat teadlikkust keskkonnavalaste probleemide ja ringdisaini juurutamise vajadusest – seda täiendavad mitmed uuenduslikud ringsed tootearendused ja ärimudelid.

4.1.3 Ringsete ärimudelite ja tehnoloogiate näited

Üha rohkem Eesti ettevõtteid ja disainereid on hakanud viimastel aastatel mõistma, kui oluline on üleminek lineaarmajanduselt ringmajandusele, tagada ressursside tõhus kasutus ning minimeerida jäätmete. See on toonud kaasa mitmeid innovaatilisi arendusi, mille eesmärk on muuta tekstiili- ja moetööstus jätkusuutlikumaks ning ringsemaks.

Järgnevalt on mõned näiteid Eestis arendatud ja toimivatest tekstiilivaldkonna ringsetest lahendustest ja ärimudelitest.

Rõivaste korduskasutus-, rendi-, jagamis- ja müügiplatvormid

Ringmajanduse seisukohast mängib olulist rolli tekstiilijäätmete vältimisele suunatud lahenduste (nt rendi- ja jagamislahendused) laiem arendamine ja juurutamine. Eestis tegutsev mitmekülgne korduskasutusorganisatsioonide võrgustik toimib võrreldes paljude teiste riikidega väga tõhusalt (vt ka ptk 1.3). Eestis on tekkinud lisaks korduskasutusele ka mitmeid rõivaste renditeenust pakkuvaid ettevõtteid (nt lasterõivaid väljarentiv Rewear Company, peorõivaid välja rentiv Rentalier OÜ). Samuti on mitmed kaubamärgid hakanud kvaliteetsetele toodetele pakkuma renditeenust. Ühe näitena võib siin tuua brändi Äрни Blum, kes rendib valitud kudumeid enda kudumivalikust. Levinud on ka kogukonna ja/või sõpruskonna sisesed riietevahetused. Näiteks EKA Rõivaring, Tartu Ülikooli Riidekapp jne. Eestis on olemas lisaks riiete rendi- ja jagamisplatvormidele ka ettevõtete koostööplatvorm Materjalivoog, mis võimaldab

tootjatel oma materjalijääke (sh tekstiilijääke) väärindada või leida tootmise sisendiks teisest materjali.

Hooldus- ja parandusteenused

Eestis eksisteerib siiani rõiva- ja tekstiiltoodete parandustöökodade võrgustik, kes pakuvad tasu eest väiksemas mahus nii õmblus- kui ka rõivaste parandusteenust. Lisaks on tekkimas ka rida selliseid ettevõtteid, kes lisaks parandusele pakuvad parandamise valdkonnas ka nõustamist, koolitusi ja isetegemise võimalusi. Näitena võib välja tuua Reet Aus kaubamärgi juures aastaid tegutsenud Trash to Trend stuudio, kus pakutakse toodete parandusteenust, kohendust, ümber tegemist ja korraldatakse töötube pisiparanduste ja muude oskuste edasi andmiseks. Stuudio 213 on avatud õmblustöökoda, mis on mõeldud kõikidele õmblushuvilistele. See on koht, kus tutvutakse rõivatööstusega läbi töötubade, õmblusklubi ja vestlushommikute. Stuudiost on võimalik osta ülejääkkangaid ning kasutada täisvarustuses õmblusparki ja rõivaste parandusteenust. Tubli Rätsep pakub 2024. aastal parandus- ja õmblusteenuseid üheksas suuremas Tallinna kaubanduskeskuses. Lisaks teenuste osutamisele propageerib ettevõtte rõivaste parandamist ja alteratsioonivõimalusi oma turunduses ning konsultatsiooniteenuste kaudu.

Uudsed ringlussevõtu lahendused

Eesti rõiva- ja tekstiilitööstusettevõtted on viimasel ajal üha rohkem tähelepanu pööranud tootmisprotsesside efektiivistamisele, sh automatiseerimisele, tootmisprotsessi juhtimisele, uute energiatõhusate ja ringsete tootmistehnoloogiate ja võtete juurutamisele (nt 3D-trükkimine ja skaneerimine, automatiseeritud lõike- ja õmblemisliinid, termoõmblemine jne). Suuremad tekstiiliettevõtted arendavad ka tekstiilist tootmisjääkide ümbertöötlemise ja ringlussevõtu lahendusi (vt ka ptk 1.3.2).

Eestis on lisaks terve rida (idu)ettevõtteid, kes arendavad innovaatilisi ringseid tekstiilide ringlussevõtu (sh väärtustava ringlussevõtu) lahendusi, tooteid ja ärimudeleid. Kohaliku väärtustava ringlussevõtu näitena võib lisaks KIUD packing (vt ptk 1.3.2) tuua ka kaubamärgi LUKS by Sandra Luks all tegutseva ettevõtte, kes kasutab tarbijajärgset teksamaterjali ja CärolxOtt, kes kasutab oma disainis tekstiili- ja nahatööstuse tootmisjääke. Tööstusliku väärtustava ringlussevõtu näitena võib tuua ka disainer Reet Ausi loomingut, kelle väärtustava ringlussevõtu UPMADÉ-meetodil toodetud rõivad toodetakse UPMADÉ-sertifitseeritud tehastes Poolas, Türgis, Keenias ja Bangladeshis. Peale selle on Eestis veel terve rida väikeseid moe- ja tekstiil-/nahktooteid disainivaid ja tootvaid ettevõtteid ja stuudioid.

Eestis on ka iduettevõtteid, kes arendavad keskkonnahoidlikke tekstiilmaterjale. Näiteks ettevõtte TexPlasts, kes tegeleb plast- ja tekstiilijäätmete ringlussevõttuga. Ettevõtte arendab keskkonnahoidlikke ja kõrge kvaliteediga taaskasutatud polümeersegusid, mille koostises on muuhulgas kiustatud tekstiilijäätmeh. Gelatex toodab nahasarnast ökotekstiili, mis

valmistatakse liha- ja ka nahatööstuse jääkidest toodetud želatiinist, mis on loodussõbralik asendus loomsele nahale ja kunstnahale.

Digilahendustel põhinevad ringsed tekstiililahendused

Kuigi ka mitmed eelnevalt toodud ringlussevõtu ja ringsete tekstiililahendusi arendavad ettevõtted kasutavad digilahendusi, on Eestis ka rida iduettevõtteid, kelle ärimudel põhineb eelkõige andmete kasutamisel ja digilahendustel.

Näitena võib tuua EKA DiMa labori ja SEI koostöös loodud UPMADE-skeemi, mis pakub tervikliku lahenduse tootmisjääkidest ringsete tekstiiltoodete disainimiseks ja tootmiseks. Skeem sisaldab ka uudset tootedisaini ja tootmisprotsessi planeerimise ning keskkonnamõju analüüsimudelit, mis võimaldab peale disaini ja tootmisprotsessi planeerimise saada teavet võimaliku toodete digipassi koostamiseks.¹⁴³

Rahvusvahelisel tasandil on tähelepanu saanud Reverse Resource¹⁴⁴ tekstiilijäätmete jälgimis- ja kauplemisplatvorm. Platvorm hõlbustab tarneahelate läbipaistvust ja ühendab eri kaubamärke, tootjaid, jäätmekäitlejaid ja tekstiilide ringlussevõtjaid.

Eestis on läbi viidud ka mitmeid arendusi, mis on asjakohaste andmete põhjal püüdnud pakkuda ametkondadele töövahendeid tekstiilijäätmete käitlussüsteemi planeerimiseks (nt Sihtasutus TEXroad¹⁴⁵).

4.1.4 Ringse tekstiilisektori innovatsiooni perspektiivsed arengusuunad

Nii Euroopa kui ka Eesti rõiva- ja tekstiilisektor on jätkuvas muutumises. Olulise tõuke ja ka täiesti uued tegevusvaldkonnad annab sektorile ELi ringmajanduse/ringse tekstiili strateegia ja loomisel olev õigusraamistik, mis suunab ettevõtted üha rohkem ringmajanduse poole ning pakub nii tekstiilisektori kui ka teistele ettevõtetele täiesti uudseid ärivõimalusi (nt kasutatud tekstiilide korduskasutuse ja materjalina väärindamise/ringlussevõtu valdkonnas).

Ökoinnovatsiooni ja ka majandusliku jätkusuutlikkuse seisukohast on selles valdkonnas tegutsevatele ettevõtetele oluline liikuda väärtusahelas ülespoole, suurema lisandväärtusega ja uudsete toodete tootmise suunas. Võimalused on siin nii olemasolevatele tekstiiliettevõtetele kui n-ö iduettevõtetele, kes tegelevad eriti uudsete (ringsete) lahenduste ja toodete arendamisega.

Suurem osa tegutsevaid tekstiiliettevõtteid on tähelepanu pööranud protsessi innovatsioonile (parandades sisemiste protsesside tõhusust, nt vältides, vähendades ja kasutades protsessisisiselt uuesti ülejääke

143 <https://www.reetaus.com/et/collections/women-tshirts/products/up-shirt-for-women-white-black-arrow>

144 <https://reverseresources.net/>

145 <https://www.texroad.org/>

ning tõhustades energiatarbimist) ja samal ajal jätkanud sisuliselt samasuguse ärimudeliga, püüdes suurendada loodavat lisandväärtust korraldades ümbersisemisi protsesse. Suurem osa Eesti ettevõtteid on aru saanud, et raiskava tootmisprotsessiga ei ole võimalik püsida konkurentsias. Samas võttes aluseks ELi toodete (sh tekstiiltoodete) õigusraamistikku muudatusi (nt toodete keskkonna- ja ringsed nõuded), peavad olemasolevad tekstiiliettevõtted üha enam tähelepanu pöörama tootmisinnovatsioonile, näiteks parandades olemasolevate toodete kvaliteeti ja keskkonnahoidlikkust (nt suurendades toodetes teise toorme osakaalu või disainides tooteid, mida on lihtne võtta uuesti ringlusse).

Teine perspektiivne ringsete tekstiilide ökoinnovatsiooni arengusuund on eri valdkondade teaduse ning tehnoloogilise ja organisatsioonilise teadmuse ühendamine innovaatiliste toodete tootmiseks. Uued tooted põhinevad järjest enam eri tehnoloogiate ja lahenduste ühendamisel. Vajadus kombineerida ühte tootesse uudseid materjale ja lahendusi nõuab uusi tootmisega seotud tehnoloogilisi ja ka tootesüsteemi (nt kogumine, parandus, rentimine) lahendusi nii toodete ja materjalide disainimiseks, töötlemiseks kui ka kasutamiseks. See eeldab aga ettevõttes tugeva teadus- ja arendustegevuse baasi olemasolu. Samas ei ole ettevõttes võimalik ka kõike välja arendada, seetõttu saavad lisaks ettevõtte enda arendustegevusele väga oluliseks tihedad sidemed teadusasutustega. Tootearenduses ettevõtteväliste teadmusallikate kasutamine on kriitiliselt tähtis just tekstiilisektoris, kus ettevõtted on väikesed ja seetõttu sisemine arendussuutlikkus on paratamatult väga piiratud.

Toetudes Eesti tekstiilisektori arengutele ning selle sektori ökoinnovatsiooni, sh ringsete lahenduste arendamise potentsiaalile, saab välja tuua järgmised perspektiivsed arengusuunad.

- Eestis tegutsevad n-ö konventsionaalsed rõiva- ja tekstiilitööstusettevõtted peavad jätkama oma tootmisprotsesside tõhustamist, sh automatiseerimist, et olemasoleva ärimudeli raames püsida konkurentsivõimelisena. Tulenevalt ELi õiguslikest regulatsioonidest peavad tekstiiltooted muutuma ringsemaks. Seega on üheks suunaks tekstiilsete tootmisjäakide oluliselt suurem ringlussevõtt nii ettevõtte sees kui ka ettevõtete vahel (n-ö tööstussümbioosi ja materjalivahetusega). See eeldab ka vastavate tehnoloogiate ja tootmislahenduste juurutamist, mis omakorda vajaks nii jäätmealase õigusliku regulatsiooni kui ka vastavate tootmis- ja -arenduste toetamist riiklikul tasandil (vt ka takistuses ptk 1.3.2). Lisaks on Eestis võimalik väikesemahuliselt ka mitmete traditsiooniliste tootmisvaldkondade põhjal (nt mittekoitud tekstiiltoodete ning villa ja kootud materjalide tootmine) arendada tarbijajärgsete tekstiilide ringlussevõttu.

Tootmisprotsesside tõhustamine ja uute toodete arendamine (automatiseerimine, kohaldamine, automaatse andmevahetuse tagamine jne) eeldab ettevõtetelt üha laiemat digilahenduste kasutuselevõttu. Üheks tõukeks siinjuures on ELi toodete keskkonnanõuete ja digipassi nõuete

sätetamine, mis eeldab lisaks enda tootmisprotsessi andmete ja andmevahetuse digitaliseerimisele ka võimet koguda ja töödelda andmeid oma tarneahelas.

- Ringse tekstiilisüsteemi oluliseks osaks on kasutatud tekstiilide korduskasutussüsteem. Eestis tegutsevad korduskasutusorganisatsioonid on üles töötanud tõhusa kasutatud rõivaste ja tekstiilide kogumise ja realiseerimise võrgustiku. Eestis on ka selles valdkonnas võimalik arendada uudseid lahendusi (nt kogumine, sortimine, jagamisplatvormid, teavitamine ja kommunikatsioon, digilahendused jne) toetudes juba olemasolevatele lahendustele ja initsiatiividele.
- Eestis on suur potentsiaal arendada ja rakendada täiesti uusi ringseid tekstiililahendusi, tooteid ja ärimudeleid. Eelkõige võiks siin välja tuua tekstiilide jagamisplatvormid, toote-teenuse (sh rendi ja paranduse) mudelid ning teiselt poolt ringsete toodete ja materjalide arendused/ärimudelid. Selliste lahenduste arendamist toetab Eesti kõrge digitehnoloogiaste ja -oskuste tase. Ka siin on oluline tihendada ettevõtete koostööd teadusasutustega, rajada uudsete toodete ja tehnoloogiate väljatöötamiseks vajalik testimise ja analüüsi/labori võimekus, mis omakorda vajab teatud mahus riigi tuge.
- Eestis on tekstiilijäätmete suuremahulise ringlussevõtu lahenduste osas üheks perspektiivikaks tehnoloogiaarenduse suunaks keemilise ringlussevõtu arendamine pürolüüsi põhjal. Ettevõtetel, kes toodavad põlevkiviõli selle tehnoloogiaga, kasutades oma oskusi ja kaasates Eesti teadusasutusi, on olemas potentsiaal kujuneda piirkondlikus mastaabis uuendusliku ja suuremahulise tekstiilijäätmete ringlussevõtu lahenduse pakkujaks.

4.1.5 Ringse tekstiilivaldkonna teadus- ja arendustegevus

4.1.5.1 Ülevaade tekstiilivaldkonna teadusasutustest ja nende uurimissuundadest

Eestis on mitmeid teadusasutusi, mis uurivad ringsete tekstiilide küsimusi, hõlmates nii materjali- ja tehnoloogiaarendust, disainilahendusi kui ka laiemalt ringseid majandus- ja ärimudeleid. Eesti ülikoolid osalevad mitmetes kohalikes ja rahvusvahelistes teadus- ja arendusprojektides, mille eesmärk on tekstiilitööstuses edendada ringmajandust. Need projektid keskenduvad näiteks jätkusuutlike materjalide loomisele, innovatiivsete tootmisprotsesside väljatöötamisele ning uute, keskkonnahoidlike ärimudelite arendamisele, mis aitavad vähendada tekstiilijäätmeid ja suurendada materjalide taaskasutust.

Järgnevalt on toodud ülevaade olulisematest Eesti ülikoolidest ning nende teadus- ja arendustegevusest, mis on otseselt või kaudselt seotud ringse tekstiilivaldkonnaga.

Eesti Kunstiakadeemia

Eesti kunstiakadeemia disainiteaduskond pakub bakalaureuse tasemel spetsialiseerumist moedisainile, pakkudes tugevat ja kõrgetasemelist haridust ning olles Eestis juhtiv rõivadisaini ja seotud valdkondade arendaja. Seda EKA eriala oma 80-aastase ajalooa võib pidada üheks Euroopa vanimaks moealase hariduse andjaks.

EKAs on lisaks ringsetele tekstiilidele ka ringdisaini magistriõppe programm, mis kestab kaks õppeaastat. Õppekava 1. õppeaasta kevadsemester keskendub olulisel määral tekstiili- ja moetööstuse probleemidele ja lahendustele. Magistriprogramm hõlmab koostööprojekte Eesti ettevõtetega, et töötada välja innovatiivseid ja jätkusuutlikke disainilahendusi ning toetada kohalikus tööstuses ringdisaini põhimõtete rakendamist.

Erinevate ringlussevõtu suundadega tegelevad ka EKA jätkusuutliku disaini ja materjalide labor DiMa ringdisaini uurimissuunad (nii tootmisjäätmete kui ka tarbijajärgsete tekstiilijäätmete ringlussevõtul) läbi disaini nii kohalikul kui ka globaalsel tasandil. Mõned olulisemad teadus- ja arendusprojektid selles vallas:

- 2023. aastal lõppenud uurimusprojekt „Eestis tekkivate tekstiilijäätmete ringlussevõtu ja tootearenduste lahenduste väljatöötamine“, mille eesmärgiks oli välja töötada Eestis tekkivate rõiva- ja tekstiilijäätmete ringlussevõtu praktilised lahendused, sealhulgas konkreetseid tootearenduste näidised, mis oleksid aluseks ringse tekstiilisüsteemi edasiseks arendamiseks Eestis. Projekti rahastas Keskkonnainvesteeringute Keskus ja projekti partneriteks olid SEI Tallinn, TalTech, Tartu Ülikooli Viljandi Kultuuriakadeemia.
- Käimasolev projekt „UpMade oskusteabe viimine Keeniasse“. Projekt keskendub Keenia tekstiilitööstuse muutmisele, rakendades Rivatexi tekstiilitehases UPMADÉ-mudelit. Eesmärgiks on vähendada tootmise keskkonnamõju, suurendada tööstuse vastupidavust ning aidata kaasa töökohtade loomisele ja oskuste arendamisele. Lisaks püütakse parandada konkurentsivõimet ja vähendada kasvuhoonegaaside heidet. Partnerid on SEI Tallinn ja Moi ülikool Keenias.
- Käimasolev uurimisprojekt „Teekond ringmajanduseni: UPMADÉ digilahenduse rakendamine tekstiiliringluses“ keskendub tekstiili- ja rõivatootmise jäätmetele, eelkõige ressursside väärindamisele. Projekt võimaldab kohandada UPMADÉ upcycling-süsteemi, mida on uuritud juba 15 aastat ja mis on osutunud tõhusaks vahendiks tööstusjäätmete vähendamisel, vastavalt ELi digipassi standarditele. Selle raames luuakse Eestis UPMADÉ-süsteemile digitaalne lahendus ning töötatakse välja koolitus UPMADÉ-audiitoritele. UPMADÉ-süsteemi kohandamine, digitaalse lahenduse väljatöötamine ja

audiitorite koolitamine võimaldavad viia süsteemi uuele tasemele, luua laiaulatuslik vastutustundlike tehaste ja kaubamärkide võrgustik ning hoida ära suurtes kogustes tekstiilijäätmeid.

Lisaks osaleb Eesti Kunstiakadeemia rahvusvahelises projektis SiT – Sustainability in Textiles, mis hõlmab 15 partnerit kaheksast Euroopa riigist. Kolmeaastase projekti eesmärk on edendada innovatsiooni hariduses, koolituses ja tekstiili-, rõiva- ja nahatööstuse sektoris ning keskenduda rohelisele üleminekule ja uute koolitusmoodulite väljatöötamisele oskuste puudujääkide lahendamiseks. Projekti rahastab Euroopa Komisjon.

Tallinna Tehnikaülikool (TalTech)

Tallinna tehnikaülikoolis tegelevad ringse tekstiilivaldkonna uurimisteemadega mitmed instituudid ja laborid.

Materjali- ja keskkonnatehnoloogia instituudi tekstiilitehnoloogia labor

Tekstiilitehnoloogia labori põhiliseks uurimisvaldkonnaks on jätkusuutlikud tekstiilmaterjalid, mehaaniliselt ümbertöödeldud tekstiilkiudude omaduste uurimine ja mehaaniliselt ümbertöödeldud tekstiilkiudude väärindamine eri tüüpi tekstiil- ja komposiitmaterjalideks. Tekstiilitehnoloogia laboril on olemas kogu vajalik oskusteave ümbertöödeldud tekstiilkiudude omaduste hindamiseks (kiudude pikkuse, pikkuse jaotuvuse, kiulise koostise kvantitatiivne ja kvalitatiivne analüüs jm), mis on oluline ümbertöödeldud kiududele sobiva rakenduse leidmisel. Samuti keskendutakse teemadele, mis hõlmavad kogu tekstiilmaterjalide ja -toodete väärtusahelat. Lisaks teadustööle on antud temaatika tugevalt seotud ka õppetöö ning lõputöödega. Olulisemad projektid:

- „Strateegilise mineraalse ja süsinikupõhise ressursi ringmajanduse tippkeskus“ (1.01.2024–31.12.2030; TK228U4)
- „Tekstiilijäätmete purustamistehnoloogia ja uudsete materjalide arendamine tekstiilijäätmete väärindamiseks ning ringmajanduse toetamiseks“ (1.07.2019–21.06.2021; KIK19019)
- Koostöös Eesti Kunstiakadeemiaga osaleti KIK projektis „Eestis tekkivate tekstiilijäätmete ringlussevõtu ja tootearenduste lahenduste väljatöötamine“ (2021–2022; KIK18327)
- „Eesti ringmajanduse tulevikupotentsiaali ja vajalike meetmete uuring. Lisa 3 – tekstiilitööstus.“ (Technopolis Group, Vastutustundliku Ettevõtluse Foorum, Teeme Ära SA 2021)

Materjali- ja keskkonnatehnoloogia instituudi biopolümeeride tehnoloogia labor

Biopolümeeride tehnoloogia labori teadustöö peamine fookus on biopõhiste keskkonnaressursside väärindamisel igapäevastes ja kõrgtehnoloogilistes rakendustes. Eesmärgiks on jätkusuutlike

alternatiivide leidmine fossiilsete maavarade põhiste polümeer-materjalidele ning selleks biopõhiste alternatiivide ning taaskasutatavate materjalide rakendamine. Muu hulgas arendab labor ümber-töödeldud tekstiilkiude sisaldavaid termoplastseid komposiitmaterjale. Labori praegune teadustöö põhisuund võib tulevikus aidata kaasa tekstiilmaterjalide keemilise ümbertöötlemise arendamisele. Olulisemad projektid:

- „Tselluloosi keemiline väärimine ioonsete vedelike keskkonnas“ (1.09.2020–31.08.2023; RESTA10)
- „Tekstiilijätmete purustamistehnoloogia ja uudsete materjalide arendamine tekstiilijätmete väärimiseks ning ringmajanduse toetamiseks“ (1.07.2019–21.06.2021; KIK19019)

Mehaanika ja tööstustehnika instituut

Mehaanika ja tööstustehnika instituudi desintegraatoritehnoloogia labor arendab desintegraatorveskite süsteeme materjalide töötlemiseks ja taaskasutamiseks (sh tekstiilijätmed), luues uusi tooteid. Olulisemad projektid:

- „Tekstiilijätmete purustamistehnoloogia ja uudsete materjalide arendamine tekstiilijätmete väärimiseks ning ringmajanduse toetamiseks“ (01.07.2019–21.06.2021; KIK19019)

Virumaa Kolledži kütuste tehnoloogia teadus- ja katselabori uurimisrühm

Kütuste tehnoloogia teadus- ja katselaboris uuritakse materjalide (sh tekstiilmaterjalide) pürolüüsi.

Tarkvarateaduse instituudi rakendusliku tehismõistuse töörühm

Rakendusliku tehismõistuse töörühm arendab toote digipassi süsteemi. Olulisemad projektid:

- Jätkusuutliku tarbimise teabe ja toodete eluea toetuskeskkonna koostalitusvõime rakendusuuring 2021–2023 (EAS)
- Koostööalgatus standarditel põhineva digitaalse tootepassi loomiseks tooteandmete huvipoolte põhiseks jagamiseks ringmajanduse jaoks 2022–2024 (Euroopa Komisjon)
- Digitaalne tootepass (DPP) – DPP-toega ringkasutusjuhtumite pilootuurid mitmes väärtusahelas tekstiili-, elektroonika-, rehvi- ja ehitussektoris 2024–2027 (Euroopa Komisjon)

Lisaks tegelevad ringmajanduse ja jätkusuutlikkuse temaatikaga mitmed teised TalTechi uurimisrühmad:

- Ringmajanduse tuumiklabor ehk RMTL on ühtne kontaktpunkt TalTechi ringmajanduse kompetentside ning teenuste leidmiseks ning eri koostöövormide sujuvaks rakendamiseks. RMTLi roll on luua keskkond efektiivseks erialaseks ringmajanduse teadmussiirdeks tehnikaülikooli ja partnerite vahel.
- Roheoskuste Koolitus – TalTech pakub meetme „Roheoskused ettevõtete rohepöörde toetamiseks“ (haridus- ja noorteamet ning haridus- ja teadusministeerium) raames 2024. aasta sügisel tasuta koolitust „Ringmajandus tekstiili- ja rõivavaldkonnas“. Koolituse sihtgrupiks on tekstiili-, rõiva- ja nahavaldkonna ettevõtete ning asutuste (MTÜ-d, teadus- ja arendusasutused jm) spetsialistid, kes vajavad oma roheoskuste täiendamist.

Tartu Ülikool

Tartu Ülikoolis tehakse olulist uurimistööd puidu väärimise valdkonnas, mille tulemustel võib olla oluline mõju tekstiilijäätmete keemilise ringlussevõtu edendamisel.

Bioinseneeria instituut

2024. aastal alustas Tartu Ülikoolis tööd bioinseneeria instituut, mille direktoriks valiti professor Mart Loog. Instituut kuulub loodus- ja täppisteaduste valdkonda. Instituuti luuakse bioinseneeria katseplatvorm suurandmete kogumiseks, bioinseneeria digitaliseerimise üksused ja tehnoloogiasirde üksus. Sünteetilise bioloogia ja bioinseneeria platvormi üks tegevuseks on avada uusi arenguvõimalusi biomassi ja puidutööstuse jäätmete väärimiseks, võimaldades luua puidule uusi väärtusahelaid.

Bioinseneeria instituuti kuuluvas puidukeemia ja biotööstuse tuumiklaboris arendatakse tehnoloogilisi lahendusi, mis võiksid tuua Eesti puidusektorisse innovatsiooni, pakkudes senisest suurema lisandväärtusega ja väiksema ökoloogilise jalajäljega tööstusharu. Praegune huvi materjaliarendustes on peamiselt uued ligniini baasil materjalid ja biopõhised jäätmed. Tuumiklaboril on huvi ka edasistel materjaliarendustel katsetada nii biopõhiste kui ka teiste kiupõhiste eeltöödeldud tekstiilijäätmetega.

Tehnoloogiainstituut

TÜ Tehnoloogiainstituudi rakendusliku materjaliteaduse töörühm on viimastel läbi tegelenud tekstiilijäätmetele (peamiselt tootmisjärgsetest puuvillastest tekstiilijäätmetest) uute rakenduste leidmisega. Senini on peamine sihik olnud tekstiilijäätmetest erinevate vahtmaterjalide arendamine (nt ehitusvaldkonnas kasutamiseks), samuti tekstiilijäätmete kasutamine komposiitides, mis võiks tulevikus asendada fossiilseid analooge.

Olulisemad projektid:

- „Kangajääkidest pehmendusmaterjali valmistamise võimalused“ (2022; EAS innovatsiooniosak)
- „Tekstiilijäätmete ja teiseste tselluloosiallikate väärimise tehnoloogiad“ (2024–2028; TEMTA)

Tartu Ülikooli Viljandi Kultuuriakadeemia

TÜ Viljandi Kultuuriakadeemias on viis rakenduskõrgharidusõppekava ja kolm magistriõppekava. Lõngaarendamisele on spetsialiseerunud akadeemias asuv Vilma villakoda, mille üheks eesmärgiks lisaks õppetööle ja lõngaarendusprojektidele on väärimada Eesti kohalikku toorainet, nagu lambavilla, uuringute, katsetuste ja tootearenduste kaudu ning leida sellele võimalikult häid kasutusalasid. Sellisena on villakoda Eestis ainulaadne. Villakoja masinapark on pärit pika ajalooa tööstusseadmeid valmistavast Itaalia firmast Pietro Ramella & C., mis toodab väiketööstustele sobivaid villatöötlemise masinaid. Vilma villakoda on olnud partner kahes eespool mainitud tekstiilijäätmete mehaanilise ringlussevõtu uurimisprojekti: „Tekstiilijäätmete purustamistechnoloogia ja uudsete materjalide arendamine tekstiilijäätmete väärimamiseks ning ringmajanduse toetamiseks“ ning „Eestis tekkivate tekstiilijäätmete ringlussevõtu ja tootearenduste lahenduste väljatöötamine“ (mõlema rahastaja KIK).

Üheks villakoja plaanitavaks lähiaastate projektiks magistritöö raames on Eestis tekkivate tarbijajärgsete kudumite ja kudumitööstuse jääkide mehaanilise ringlussevõtu uurimine. Purustamine plaanitakse läbi viia Leedus, lõngaarendus toimuks Vilma villakojas. Vilma villakoja eripäraks on keskendumine pika kiuga toormaterjalist lõnga arendamisele, kuid lühikese kiuga toormaterjalist lõnga arendamine labori masinapargiga on keeruline.

Tallinna Tehnikakõrgkool

Tallinna Tehnikakõrgkooli (TTK) tehnoloogia ja ringmajanduse instituudis on mitmeid laboreid: keskkonnatehnoloogia labor, tehnomaterjalide labor, pindamistechnoloogia labor, Minifactory labor, antropomeetria labor ja tekstiilmaterjalide testimise labor. Tekstiili ja rõivastega seoses on uurimistöösse kaasatud just moetööstuse õppekava laborid, mis ei välista vajadusel teiste laborite kaasamist.

Instituudi moetööstuse õppekava kestab 3,5 aastat (bakalaureus), millel on kaks spetsialiseerumist: tehnoloogia ja tootearendus ning tehniline disain. Moetööstuse õppetöoga seotud laborite (Minifactory, antropomeetria labor, tekstiilmaterjalide testimise ja õmbluslabor) peamised uurimissuunad on tekstiilmaterjalide mehaanilis-füüsikaline testimine ja tehniline disain koos tehnilise kirjeldusega.

Olulisemad projektid:

- Tallinna Strateegiakeskuse pilootprojekt „Jäätmejaamade ümberkujundamine ringmajanduskeskusteks, korduskasutuse edendamine ja parandustöökodade loomine“, partnerina panus: nimekirja koostamine vajalikest seadmetest ja vahenditest õmblustöökodade sisustamise jaoks, õmblusparandustöökoja loomine Sõpruse pst 255 asuva MTÜ Uuskasutuskeskuse ruumidesse, parandustööde läbiviimine tudengite poolt (meister TTK laborant) ja tulemuste analüüs lõputööna. Linnarahva koolitus-töötuba pükste parandusest. Lilleküla ringmajanduskeskuses õmblusparandustöökoja lahenduste nõustamine (2022–2024).
- SusTexEdu, Education Partnership of TCS (Textile and Clothing Sector) Materials & Sustainability, 2020–2021 Nordplus (Soome) ning 2020–2024 kestnud ErasmusPlus (Soome) partnerina, kus TTK panus oli tekstiili- ja rõivasektoris ettevõtetest lähtuva info kaardistamine nii Eestis kui partnerite juures ning materjalide ja tehnoloogjavajaduse kaardistamine ning jätkusuutlikkusest ja ringmajandusest lähtuva info analüüs.
- DigiSmartTech, Jätkusuutlikud digitaaltehnikad sensorite ja nutikate funktsioonide printimiseks tekstiilidele, Erasmus Plus, 2021–2024, TTK projektijuht. Projekti eesmärk: õppejõudude teadmiste arendamine rahvusvahelise koostööna ja uue õppeaine loomine (ka mikrokraadi), mis on seotud nutikate funktsioonidega digitrüki meetodit kasutades.
- SusWearTex, (Sustainable workwear textiles), SI Swedish Institute projekt, 2024–2026, partnerina TTK panus: digitaliseeritud tootearendus, sh 3D-modelleerimine CAD/CAM tehnoloogiate abil ning tehniliste aspektide täiustamine taaskasutatud kiudude integreerimisel tööriivaste ja -tekstiilide tootmisprotsessi. Lisaks sellele on TTK kõrgkoolil võtmeroll testimismeetodite väljatöötamisel ja sisend poliitikasse/strateegiasse, levitades samal ajal teadmisi ja pädevust taaskasutatud kiudude kasutamise kohta tööriivastes.

4.1.5.2 **Peamised takistused, puudujäägid ja vajadused teadusarendustegevuse ja tekstiilisektori ökoinnovatsiooni arendamisel**

Intervjuudest ülikoolide ja ettevõtetega (vt [lisa 4](#)) ja varasematest valdkonna uuringutest selgus, et Eesti tekstiilisektori ökoinnovatsiooni edendamine seisab silmitsi mitmete raskuste ja takistustega, mis pärsivad sektori arengut ja uute ringdisaini lahenduste rakendamist. Peamised takistused on järgmised.

- **Piiratud rahastamine ning investeringud teadus- ja arendustegevusse.** Selle tõttu jäävad ülikoolide sõnul sageli seisma potentsiaalselt uuenduslikud ideed, tootearendused ja tehnoloogiad, kuna ei ole piisavalt vahendeid arendatavate tehnoloogiate katsetamiseks, laboratoorsete ja tööstuslike seadmete uuendamiseks või ka piisavat ressursi uurijate näol, mis piirab süvitsi minevate toote- ja materjalikatsetuste ning teadusuuringute tegemist.
- **Puudulik teadusasutuste ja ettevõtete vaheline koostöö.** Kuigi erasektori huvi tekstiili ökoinnovatsiooniks on olemas, on see tihti suunatud kitsastele ja lühiajalistele eesmärkidele. Selline kitsas fookus ei rahuldada sektori laiemat vajadust pikaajaliseks ja ulatuslikuks arendustööks. Teisest küljest on ettevõtted välja toonud, et Eestis ei ole uute tehnoloogiate alaseid spetsiifilisi teadmisi. Lisaks on ettevõtetele oluline töötada lahendus välja kiiresti, samas kui teadus- ja arendusasutustel napib sageli selleks vabu inimressursse. Seega vajab tekstiilisektor terviklikumat ja paindlikumat lähenemist, mis hõlmaks laiemat koostööd teadusasutuste ja ettevõtete vahel, et saavutada kestlikke ja tõhusalt rakendatavaid lahendusi.
- **Puudub ringsete tekstiilide koostöövõrgustik ning riiklik teadus- ja arendusprogramm.** Ringse tekstiilisüsteemi arendamisel näitavad edumeelsemate riikide kogemused, et uusi tehnoloogiaid ja lahendusi on vajalik arendada riikliku koostööprogrammi raames, kuhu on kaasatud nii ettevõtted, teadusasutused kui ka teised huvirühmad. Eestis ei ole siiani riiklikul tasandil ellu kutsutud ühtegi ringsete tekstiilide koostöövõrgustikku või teadus- ja arendusprogrammi. Teadus- ja arendustöö toimub killustatult ja üksikute projektide raames. Laiapõhjalise koostöövõrgustiku ja programmi puudumine on otseselt pärssinud tervikliku ja ringse tekstiilisüsteemi arendamist. Keerulised probleemid, nagu tekstiilijätmete ringlussevõtt, nõuavad ulatuslikku ja koordineeritud koostööd, mida praegu napib.
- **Tehnoloogiliste saavutuste rakendamise raskused.** Uued teadus- ja tehnoloogilised saavutused – nii tekstiili (sh tekstiilijätmeid) sisaldavate materjali- kui ka tootearendused jäävad sageli laboritesse või arendusetappi, ilma et need jõuaksid laiemasse tööstuslikku rakendusse, sest arendusetapist tootmisprotsessi jõudmine on kallis, keeruline ja pikaajaline protsess. Ka siin on vaja tugevamaid strateegiaid ja toetusprogramme, et tagada teadusuuringute tulemuste ja innovaatiliste tehnoloogiate rakendamine reaalsetes tootmisprotsessides.
- **Ringse tekstiili lahenduste ja tehnoloogiate investeringute piiratud toetamine.** Kuna kasutatud tekstiilide korduskasutuse ja eriti ringlussevõtu valdkonnas on terve rida turutõrkeid (nt puudub terviklik rahastussüsteem ja ringsete toodete turunõudlus on madal), siis on kasutatud tekstiilide käitlusvõimekuse rajamisel vaja tagada riiklikul tasandil investeringute toetused.

- **Teadmiste ja oskuste nappus.** Paljud ettevõtted ja disainerid ei ole piisavalt kursis uusimate teadusuuringute ja tehnoloogiliste lahendustega, mis võiksid kaasa aidata keskkonnahoidlike ja jätkusuutlike lahenduste arendamisele. Ilma vajalike teadmiste ja oskusteta jäävad paljud ringdisaini põhimõtted ja innovatiivsed lahendused kas rakendamata või ei saavuta nende täielikku potentsiaali. Kuigi moedisaini- ja käsitööõpe on Eestis heal tasemel, on meil puudus tekstiilitehnoloogia õppekavadest ning vajaliku innovatsiooniga tegelevatest spetsialistidest ja ringmajandusele keskendunud tekstiilisüsteemide ekspertidest.
- **Andmed ja teave ei ole kättesaadavad.** Eestis ei ole piisavalt usaldusväärseid andmeid ja uuringuid, mis piirab uute lahenduste väljatöötamist. Teaduslikult põhjendatud otsuseid ja strateegiaid on keeruline luua ilma adekvaatse andmeteta. Puudujääk ilmneb kahel tasandil: avalikul sektoril puuduvad riiklikul tasemel andmed ja ülevaated, näiteks Eesti turule lastud korduskasutuseks mõeldud tekstiilide mahtudest, rõiva- ja tekstiilijäätmete tekkekogustest. Samuti on puudulikud riiklikud jäätmete andmebaasid (puudub täpsem ülevaade kasutatud tekstiilide käitlemisest, sh KOVide tasandil). Ettevõtete tasandil ei ole sageli kättesaadavad andmed jäätmekoguste ja nendega seotud tegevuste kohta. Andmete puudumine nii ametkondade ja ettevõtete jaoks on märkimisväärne takistus, sest see raskendab ringse tekstiilisüsteemi planeerimist ja korraldamist ning uute lahenduste (sh ringsed ärimudelid) väljatöötamist tekstiilivaldkonnas.
- **Tarbijate teadlikkus ja keskkonnahoidlike toodete nõudlus.** Tarbijate teadlikkus ja keskkonnahoidlike toodete nõudlus on sageli piiratud, mis võib takistada mitte ainult ettevõtete innovatsiooni, vaid ka üldisemat ringsete tekstiilisüsteemide edendamist. Madal keskkonnahoidlike toodete nõudlus vähendab ka omakorda ettevõtete endi motivatsiooni investeerida ja arendada ringsele tekstiilisüsteemile sobivaid materjale ja tooteid. Ka riigihangete puudulik integreerimine keskkonnakriteeriumidega ei soodusta ettevõtete innovatsiooni, sest kui riigihangete süsteem ei eelda jätkusuutlikkuse ja ringdisaini kriteeriumide järgimist, ei teki ka nõudlust sellistele toodetele.

4.2 Ettepanekud teadus- ja arendustegevuse ning ökoinnovatsiooni toetamiseks

Tuginedes Eesti tekstiilisektori ökoinnovatsiooni potentsiaalile ja perspektiivsetele suundadele ning teadus- ja arendustegevuse väljakutsetele, võib üldisemas plaanis välja tuua järgmised ettepanekud ringse tekstiilisüsteemi arendamiseks Eestis.

Riikliku ringse tekstiilivaldkonna teadus- ja arendusprogrammi loomine

Selleks, et toetada Eesti tekstiilisektori ökoinnovatsiooni ja edendada jätkusuutlikku arengut (sh tekstiilijäätmete ringlussevõttu), oleks hädavajalik luua riiklik teadus- ja arendusprogramm, mis tooks kokku asjakohased ettevõtted, teadusasutused ja teised osalised ning eri oskused ja ressursid, et arendada ja ette valmistada ringse tekstiilisüsteemi rakendamise lahendusi. Programm aitaks edendada nii ettevõtete omavaheolist koostööd kui ka koostööd teadus- ja arendusasutustega. Programmi raames on võimalik välja töötada ja valida Eesti jaoks prioriteetsed arendussuunad, lahendused ja investeeringud ning paika panna süsteemi osaliste rollid, sh kaasa aidata tootjavastutuse rakendamisele. Programmi raames on võimalik välja töötada ka vajalike tugitegevuste (nõustamine, haridus) alused. Sarnaselt Põhjamaade programmidega võiks riik sellist tegevust osaliselt rahastada.

Teadus- ja arendustegevuse toetamine

Uute ringsete tehnoloogiate ja toodete arendamine on teadusmahukas tegevus. Seetõttu oleks oluline välja selgitada perspektiivsed ringse tekstiilivaldkonna arendussuunad (seda võib teha ka eespool nimetatud teadus- ja arendusprogrammi raames) ja tagada nende pikemaajaline ja eesmärgipärane riiklik (kaas)rahastus. Oluline on luua ka ringsete tekstiiltoodete ja tehnoloogiate väljatöötamiseks vajalik testimis- ja laborivõimekus. See toetaks uute tekstiilivaldkonna tehnoloogiate ja materjalide arendamist ning katsetamist.

Üheks osaks oleks ka teaduspotsiaali kasvatamine ringsete tekstiilide valdkonnas ning selle põhjal ettevõtetele suunatud teadus- ja arendustegevuse toetusmeetmete ellu kutsumine, mis tugevdaks ja pakuks paindlikumaid võimalusi teadusasutuste ja ettevõtete koostöök. Ühe perspektiivse suunana võiks välja tuua pürolüüsil põhineva keemilise ringlussevõtu teadus- ja arendustöö toetamist, kuna nimetatud valdkond

on Eesti kontekstis väga perspektiivne, sest omab peale juba olemasoleva unikaalse teadmise ka suurt tehnoloogiarsiirde võimalust.

Investeeringutoetused kasutatud tekstiilide käitlusvõimekuse loomiseks

Kasutatud tekstiilide käitlusvõimekuse loomiseks on hädavajalikud strateegilised investeeringud nii kasutatud tekstiilide efektiivsete ja toimivate kogumissüsteemide arendamiseks, täisautomatiseeritud sortimisvõimekuse suurendamiseks (mille kaudu saab parandada korduskasutuse taset, vt [ptk 3.3.3.1](#)), mehaaniliseks eeltötluseks (sealhulgas purustamine ja kiustamine, vt [ptk 3.3.3.2](#)) kui ka ringlussevõtuks (vt [ptk 3.3.3](#)). Need investeeringud peaksid olema sihtotstarbelised, et tagada ressursside suunamine just neisse valdkondadesse, kus nad toovad maksimaalset kasu tekstiilijäätmete efektiivseks töötlemiseks ja ringlussevõtuks.

Ringsete ärimudelite ja ettevõtete toetamine

Riigi poolt oleks oluline toetada ringmajanduse põhimõtetel toimivaid ärimudeleid, nagu riiete rentimine, parandusteenused, korduskasutus ja väärtustav ringlussevõtt. Kuigi Eestis need mudelid osaliselt juba toimivad (vt [ptk 4.1.3](#)), on nende laiem levik ja areng veel piiratud. Riik võiks mängida võtmerolli, edendades nende mudelite laiemat juurutamist ja kohendamist kohalikele oludele (sh tehes suuremat koostööd äriinkubaatorite ja teadusasutustega). Samuti võiks avalik sektor investeerida teadlikkuse suurendamisse ja haridusprogrammidesse, et tarbijad ja ettevõtted oleksid teadlikumad nende mudelite eelistest ja rakendamise võimalustest. Finantstoetuste, maksusoodustuste ja regulatiivsete stiimulite pakkumine aitaks luua nende mudelite levikuks soodsama keskkonna.

Ringsete toodetele turunõudluse tekitamine

Ringsete lahenduste ja ärimudelite edukas rakendamine eeldab vajaliku turunõudluse olemasolu. Ühelt poolt eeldab see ringse tekstiilisüsteemi (sh kogumise, sortimise ja ringlussevõtu) terviklikku tootjavastutuse põhise rahastussüsteemi olemasolu. Teisalt on riigil olemas hoovad, et tekitada otseselt turunõudlust ringsete toodete järele rakendades laiemalt avalikus sektoris keskkonnahoidlike (ringsete) hangete põhimõtteid. See on eriti oluline Eesti ringsetele idufirmadele, kelle toodete esmakasutajaks võiksid olla just avaliku sektori asutused.

Integreeritud andmesüsteemide loomine

Ringsete ärimudelite rakendamine, aga ka mitmete õiguslike nõuete rakendamine eeldab vajaliku teabe olemasolu. Kasutatud tekstiilide korduskasutuse ja ringlussevõtu süsteem (sh tootjavastutuse nõude rakendamine) eeldab vastavate integreeritud registrite loomist. Lisaks vajavad ettevõtted keskkonnamõju hindamiseks vajalike Eesti-keskseid andmebaase, mis on asjaosalistele kättesaadavad. Lisaks peavad ettevõtted oluliselt suurendama ka oma andmehalduse ja -jagamise ehk

digivõimekust. Seega tuleks riigil efektiivsemalt rakendada eri andme- ja digilahendusi ringse tekstiilisüsteemi arendamiseks ning tõsta Eesti ettevõtete andmehalduse suutlikkust, luues neile läbipaistva süsteemi. Läbipaistev aruandlus ning kergesti kättesaadavad andmed aitavad mitte ainult paremini jälgida keskkonnamõju, vaid toetavad ka teadus- ja arendustööd ning eri sektorite ja huvirühmade koostööd.

Hariduse ja pädevuse tõstmine

Üldine haridussüsteem mängib olulist rolli ringse tekstiilisüsteemi spetsialistide koolitamisel, pakkudes vajalikke teadmisi ja oskusi. Haridussüsteemi peaks integreerima ringdisaini põhimõtted ja ringse tekstiili- ning moetööstuse spetsiifika juba ülikoolide bakalaureuseõppes, et luua spetsialistide ettevalmistamiseks tugevam alus. Oluline on tagada, et spetsiifilised erialaõpingud, olgu need loodud täiendõppena või integreeritud olemasolevatesse erialadesse, keskenduksid nii spetsiifilisematele ringsete tekstiilide oskustele kui ka laiemalt oskuste arendamiseks.

Juba tegutsevatele ettevõtetele (sh disaineritele) mõeldud täiendkoolitused ja haridusprojektid peaksid samuti keskenduma ringsete tekstiilisüsteemide arendamisele ja rakendamisele. Lisaks ringdisaini põhimõtetele peaksid koolitused toetama uute, innovaatiliste materjalide kasutuselevõttu, uuenduslike lahenduste loomist ja ringsete ärimudelite arendust. Koolitustega peaks toetama ka valdkonnas juba pikemat aega töötanud ettevõtete ja disainerite teadlikkust Euroopa Liidu uutest seadusandlikest nõuetest ja direktiividest, mis puudutavad otseselt tekstiili- ja moetööstust.

Lisaks haridusele võiks riik ellu viia strateegilisemaid toetusmeetmeid laiemalt tarbijate teadlikkuse suurendamiseks, sealhulgas kampaaniaid, mis hõlmavad tekstiilijäätmete liigiti sortimist ja ringse tekstiilisüsteemi alase teadlikkuse suurendamist.

LISA 1. Turule lastud rõivad ja tekstiilid arvatuna ekspordi rahalise väärtuse põhjal saadud teisendusteguri kaudu

Tabel 12. Turule lastud rõivad ja tekstiilid arvatuna ekspordi rahalise väärtuse põhjal saadud teisendusteguri kaudu (vt meetodi kirjeldust ptk 1.1.1)

Tootekategooria	2020	2021	2022
Üleriided	980	1148	1030
Ülikonnad, bleiserid, püksid, lühikesed püksid, kleidid ja seelikud	2097	2374	2793
Särgid, pluusid, topid	217	203	267
Aluspesu, hommikumantlid ja ööriided	410	675	699
T-särgid ja särgikud	787	849	825
Kampsunid ja kardiganid	673	771	887
Beebiriided	237	266	303
Spordi- ja ujumisriided	418	592	764
Plastiga kaetud / immutatud rõivad	18	24	26
Sukkpüksid, retuusid, sukad, sokid jm sukktooted	601	640	693
Taskurätikud, lipsud, sallid, kindad, muu	835	907	1025
Mittekootud rõivad	604	557	487
Rõivad kokku	7 877	9 007	9 799
Tekid ja reisivaibad	2567	2641	2793
Voodipesu, laudlinad, rätikud ja lapid	1416	1331	1450
Kardinad, eesriided jm sisustuselemendid	2603	3092	2250
Kodutekstiilid kokku	6 587	7 064	6 493
RÕIVAD JA TEKSTIILID KOKKU	14 464	16 071	16 292

LISA 2. Tekstiilijäätmete käitlejate näited lähiriikidest

Tarbijajärgsete tekstiilide sortimiskäitis Paimios, Edela-Soomes

Telaketju koostöövõrgustiku raames käivitati 2021. aasta sügisel Lounais-Suomen Jätehuolto Oy (LSJH) eestvedamisel kodumajapidamistest kogutud tekstiilijäätmete sortimine ja eeltöötlemine Paimios asuvas tekstiilijäätmete sortimis- ja eeltöötlemiskäitis. See käitis oli esimene omataoline Põhja-Euroopas, mis omavalitsuste initsiatiivina hakkas suures mahus Soome omavalitsuste kogutud kasutatud tekstiile sortima ja eeltöötleva ringlussevõtuks sobivaks sisend(kiud)materjaliks.

Rester Oy omab ja opereerib 2024. aastast varem LSJHle kuulunud tekstiilijäätmete mehaanilise eeltöötlemise liini. LSJH jätkab omavalitsuste kogutud tarbijajärgsete tekstiilijäätmete sortimist.

Foto 3. LSJH sorditud tekstiilijäätmete ja purustatud tekstiilide hoiuruum Paimios. Foto autor: SEI Tallinn.



Ettevõte

LSJH, mis kuulub 19 Edela-Soome omavalitsusele, korraldab elanike jäätmekäitlust ja -nõustamist. Üks nende hallatavatest jäätmevoogudest on kodumajapidamistest pärinevad tarbijajärgsed tekstiilijätmed, mida LSJH kogub alates 2016. aastast. LSJH koordineerib Soomes üleriigilist tarbijajärgsete tekstiilide kogumise süsteemi, mis hõlmab umbes 95% Soome elanikest, koostöös 25 (29st) omavalitsustele kuuluva jäätmekäitlusettevõttega. LSJH teadmised ulatuvad ka tootearendusse ja materjalivalikusse, pakkudes sorditud tekstiilmaterjale nagu tselluloos, puuvill, teksamaterjal, trikotaaž, lina, polüester, viskoos ja vill, mida eeltöeldakse vastavalt kliendi vajadustele. 2023. aasta suvel töötas ettevõttes ligi 190 töötajat, kellest 25 tegelevad kasutatud tekstiilide kogumise, sortimise ja ümbertöötlemisega.

LSJH osaleb ka Topinpuisto ringmajanduskeskuse loomises, mis on kavas avada 2025. aastal. Uues tehases plaanitakse sortimisprotsess võimalikult suures osas automatiseerida. Topinpuisto ringmajanduskeskuse eeldatav töötlemisvõimsus saab olema 10 000–20 000 tonni aastas.

Tegevusmudel

Soomes kehtib kodumajapidamistele tekstiilijätmete liigiti kogumise nõue 1. jaanuarist 2023. Kohalikud omavalitsused korraldavad tarbijajärgsete tekstiilijätmete kogumist. Tavaliselt on võimalik viia tekstiilijätmeid jäätmejaamadesse või vastavatesse kogumiskonteineritesse (nt kaubanduskeskustes asuvad konteinerid ja kogumiskohad).

Üldjuhul on tekstiilijätmete üleandmine tasuta, kuid mõnes omavalitsuses tuleb üleandmise eest ka tasu maksta (Dahlbom et al., 2023). LSJH on koostanud juhised, mille alusel kohalikud omavalitsused korraldavad kasutatud tekstiilide kogumist. Näiteks Helsingi piirkonna keskkonna-teenuste ameti (HSY) kogumiskohtadesse tohib tuua ainult kuivi kasutuskõlbmatuid rõivaid ja kodutekstiile (vt täpsemalt [lisa 3](#)), mis peavad olema pakitud kile- või prügikotti.

Foto 4. Näidis tarbijajärgsest tekstiilkiust Paimio käitisel. Foto autor: SEI Tallinn.



Omavalituste kogutud tekstiiljätmed veetakse Paimiosse LSJH sortimiskäitisse. Sortimise ja selle järgneva käitlemise eest maksavad omavalitsused LSJHle tasu. LSJH tekstiiljätmete sortimine koosneb neljast etapist (vt täpsemalt [ptk 3.3.2](#)). Omavalitsused võivad tekstiiljätmeid enne LSJHle üleandmist ka ise eelnevalt sortida. Sellisel juhul on tasu tavaliselt madalam.

Paimios läbis 2022. aastal neljanda etapi sortimise ligi 750 tonni omavalitsuste eelsorditud tekstiili ning 2023. aastal kasvas see kogus ligi 1000 tonnini. Sortimisel eraldatud korduskasutuseks sobivad tekstiilid antakse üle korduskasutusorganisatsioonidele ning sorditud tekstiiljätmed antakse üle erinevatele eeltöötlejatele (sh samal territooriumi tegutsevale Rester Oyle) või tekstiilide ringlussevõtjatele. Sortimisel ülejäänud korduskasutuseks ja ringlussevõtuks mittesobiv tekstiil, võõrised ja muud jätmed suunatakse kas põletusse või kõrvaldamisele.

LSJH on oma tegevust rahastanud 2023. aasta seisuga peamiselt omavalitsuste makstud käitlustasu, materjalide müügi ja muude tuluvoogudega.

Väljakutsed

LSJH esindajate sõnul on suurimaks väljakutseks tegevuskulude katmine ja sorditud tekstiilmaterjalile edasise ringlussevõtu lahenduste ja koostööpartnerite leidmine. Omavalitsuste makstav tasu ja töödeldud materjali ringlussevõtu müügitulu ei kata täna LSJH tegevuste kulu. Ringlussevõtu turul on võimalik tulu saada ainult osa sorditud tekstiilide (eelkõige looduslikku kiudu sisaldavate tekstiilide) eest. Sortimine peab olema väga paindlik ja pidevalt tuleb arvestada uute ringlussevõtu võimalustega. See on aga väga aja- ja ressursimahukas töö. Kuna ka Soomes pole siiani rakendatud tootjavastutussüsteemi, mis tagaks sortimistegevuse kulude katmise, siis on LSJH ooteseisundis oma edasiste tegevuste arendamisel. Samas jätkatakse sortimisvõimekuse kasvatamisega, et tagada piisav tehnoloogiline võimsus, mida Soome vajab, kui hakatakse rakendama tootjavastutust.

Foto 5. Näidistooted ringlussevõetud tekstiilkiust Paimio käitises.
Foto autor: SEI Tallinn.



Automaatne sortimiskäitis Siptex, Malmö, Rootsi

Rootsi tekstiilide sortimise innovatsiooniplatvorm (ingl *Swedish innovation platform for textile sorting, Siptex*) sai alguse 2015–2022 ellu viidud uurimisprojektina, mida rahastas Rootsi innovatsiooniagentuur Vinnova.^{146,147} Uurimisprojekti juhtis Rootsi Keskkonnauuringute Instituut ja selles osalesid Rootsi moeettevõtted, teadus- ja ametiasutused ning teised tekstiilivaldkonnas tegutsejad (Bolinus, 2022; Nellström et al., 2022). Projekti eesmärk oli laiendada tekstiilide väärtusahelat ja tõhustada tekstiiljäätmete käitlemist ning tekstiilide ringlussevõttu (Bolinus, 2022). Kolmest etapist koosnenud projekti viimane etapp, mis algas 2019. aastal ja hõlmas Malmö linnas maailma esimese automatiseeritud sortimisjaama loomist tarbijajärgsete tekstiilide tööstuslikuks sortimiseks (Bolinus, 2022; Morrison, 2023; Nellström et al., 2022). Sortimiskäitise projekteeris ja ehitas ettevõtte Stadler ja selle rajamiseks kulus umbes 5,1 miljonit eurot (Morrison, 2023). Pärast projekti lõppu, alates 2022. aasta novembrist, läks Siptex üle kohalike omavalituste jäätmekäitlusettevõttele Sysav, mis haldab 14 omavalitsuse olmejäätmeid (umbes 710 000 majapidamist) Skåne piirkonnas.¹⁴⁸

Tegevusmudel

Sysav võtab Siptexi sortimiskäitises vastu mitmesuguseid tekstiiljäätmekäitmeid (Nellström et al., 2022). Nende hulka kuuluvad näiteks tootmisjärgsed tekstiiljäätmekäitmed ja tootegruppide kaupa eelsorditud tarbijajärgsed tekstiiljäätmekäitmed (nt rõivad, voodipesu, rätikud). Kuigi nõopide ja tõmblukkude eemaldamine pole enne sortimist vajalik, on Siptextil siseneva materjali suhtes kindlad nõuded (Dahlbom et al., 2023; Nellström et al., 2022). Näiteks peab materjal olema kuiv, puhas ja saasteaineteta (näiteks värv või õli). Vastu ei võeta tekstiiltooteid, mis on mitmekihilised või täidisega, nagu vooderdatud rõivad, sullejoped ja padjad.¹⁴⁹

Täielikul võimsusel (ehk kolme töövahetusega) suudab sortimiskäitis sortida 4,5 tonni tekstiiljäätmekäitmeid tunnis, mis teeb kokku 24 000 tonni aastas (Dahlbom et al., 2023). See moodustab umbes 30% Rootsis samal ajavahemikul ära visatud tekstiilist (Nellström et al., 2022). Sortimisrajatis on peamiselt töötanud ühes töövahetuses ja nii on sorditud keskmiselt 8000 tonni tekstiiljäätmekäitmeid aastas (Dahlbom et al., 2023; Huygens et al., 2023).

Siptexi käitis kasutab nelja lähiinfrapuna- ja visuaalset spektroskoopiat (NIR/VIS) eelnevalt sorteeritud segunenud tekstiiljäätmekäitmete sortimiseks

146 www.vinnova.se/en/p/swedish-innovation-platform-for-textile-recovery-siptex (vaadatud 10.02.2024)

147 www.vinnova.se/en/p/swedish-innovation-platform-for-textile-sorting-siptex (vaadatud 10.02.2024)

148 www.sysav.se/foretag/produkter-tjanster/siptex/siptex-som-forskningsprojekt (vaadatud 21.05.2024)

149 www.sysav.se/foretag/sorteringsguiden-for-foretag/fraktion/textil/textil (vaadatud 21.05.2024)

kiukoostise ja värvi järgi (Morrison, 2023). Kõigepealt valgustatakse tekstiile lähiinfrapunavalgusega, mis peegeldub olenevalt materjali kiutüübist erineval viisil. Seejärel tuvastab andur kiutüübi võrdlusspektri alusel ja suruõhk lükkab tekstiili töötlemiseks õigesse konteinerisse (Nellström et al., 2022). Sorditavad materjalikategooriad on puuvill, polüester ja akrüül. Sysav on välja töötanud ReFab® nime all erineva puuvilla, polüestri ja akrüüli sisaldusega (60–95%) materjale, mille järele on kõige suurem nõudlus (Dahlbom et al., 2023).

Sortimisprotsessi käigus tekib ka tekstiilijääke, mille kiusisaldus ei ole määratletud (Nellström et al., 2022). Neid jääke hoitakse Sysavis kuni nende ringlussevõtu lahenduse leidmiseni, näiteks kaltsude või isolatsioonimaterjalina, põletusse saatmise asemel (ibid.).

Väljakutsed

Esialgu oli Siptexil raskusi sorditud materjali turustamisega (Morrison, 2023). Käitise laiendamisel on väljakutseks olnud turukonkurentsist tulenevad raskused sisendmaterjali saamiseks. Sortimistehnoloogiat vajab korrigeerimist, kuna tähelepanu tuli pöörata korduskasutatavate tekstiilide eristamisele ning ka suhteliselt suurele madalakvaliteediliste tekstiilide suurele kogusele.

Siptexi väljundmaterjali turunõudlus sõltub turul olevatest ringlussevõtulahendustest. Dahlbom et al. (2023) uuringust selgus, et suurim nõudlus on 95%-lise puuvillamaterjali järele, kuid ringlussevõtu tehnoloogiate areng ja võimekus töödelda rohkem materjale võivad nõudlust tulevikus muuta. Seega on konkurentsivõime säilitamiseks oluline pidevalt jälgida ja kohaneda muutuvate turutingimustega.

Automaatne tekstiilide sortimisrajatis NewRetex A/S, Rødkærsbro, Taani¹⁵⁰

NewRetexi asutas 2021. aastal endine moedisainer Rikke Bech eesmärgiga ümber kujundada traditsioonilised tekstiilitootmise meetodid, kasutades rõivaste tootmiseks tekstiilijätmeid. Ettevõtte on spetsialiseerunud tarbijajärgsete tekstiilijätmete töötlemisele ringlussevõetavateks kiududeks ja kvaliteetseks lõngaks automaatse tehisintellektipõhise sortimise abil.

NewRetex alustas tegevust testimisrajatises, kus kasutati kahte robotkätt tekstiilijätmete sortimiseks lähiinfrapunaandurite ja -kaamerate abil, et tuvastada materjalide koostist ja värvi. Testimisrajatis andis NewRetexile võimaluse arendada ja katsetada sortimistehnoloogiaid ning dokumenteerimissüsteeme, tekstiilijätmete usaldusväärseks sortimiseks ja nende jälgitavuse tagamiseks. 2023. aasta oktoobris laiendas NewRetex oma tegevust uue ja suurema rajatisega, kus robotkäte asemel

150 Käitise kirjeldus põhineb NewRetexi esindajatega toimunud veebiintervjuul ning veebipõhistel allikatel.

kasutatakse sortimiseks NIR-tehnoloogiaga konveiereid. NewRetex on seadnud eesmärgiks töödelda alates 2025. aastast 40 000 tonni tekstiilijätmeid aastas.¹⁵¹

Tegevusmudel

NewRetexi sortimisrajatis võtab vastu tekstiilijätmeid üle kogu Taani: kohalikelt omavalitsustelt, korduskasutusorganisatsioonidelt ja tekstiiliettevõtetelt. Enne automatiseeritud sortimisprotsessi hinnatakse materjali koostist ringlussevõtuks sobivuse seisukohalt ja materjali seisundit, mille käigus eemaldatakse manuaalselt näiteks niisked ja halvalõhnalised tekstiilid.¹⁵² Seejärel skaneerib materjali tehisintellektiga NIR-andur materjali koostise ja värvi tuvastamiseks. Iga skaneeritud tekstiil loendatakse ja salvestatakse NewRetexi andmebaasi. Kokku on võimalik tuvastada 31 materjalifraktsiooni. Pärast anduritega materjali registreerimist liigub tekstiil konveierilindil õigesse fraktsiooni. Seejärel tekstiilid purustatakse ja eemaldatakse mehaaniliselt furnituurid (näiteks lukud ja nõöbid). Purustatud tekstiilid pressitakse kokku ja saadetakse partneritele Taanis ja mujal Euroopas, kes nendest uut lõnga ja kangast valmistavad.

Väljakutsed

Teatud tüüpi tekstiilide sortimine on keeruline. Anduritel võib olla raskusi mitmekihiliste või kattekihiga kangaste ja suurte trükistega või lõdvalt kootud rõivaste äratundmisega, mis võib viia materjali vale kategoriseerimiseni.

Infinited Fiber Company, tekstiilijätmete keemiline ringlussevõtt, Espoo, Soome

Infinited Fiber Company Oy asutati 2016. aastal ja selles töötab 50–249 inimest.¹⁵³ Infinited Fiber Company patenteeritud keemilise ringlussevõtu tehnoloogia võimaldab tselluloosirikka materjali (sh tekstiilijätmed, papp, õled või puit) muuta pehmeks ja looduslikuks tekstiilkiuks Infinna™, mida saab kasutada näiteks puuvilla alternatiivina kas puhtal kujul või koos teiste kiududega. Infinna™ kiud on biolagunevad, kuna protsessi käigus eemaldatakse muud lisandid, nagu plastijäägid polüestrist või elastaanist. Kiudu saab samasuguse tehnoloogiaga uuesti ringlusse võtta, säilitades kvaliteedi.

Tegevusmudel

Infinited Fiber võtab vastu puuvillaseid tekstiilijätmeid sõltumata nende värvist, kulumisastmest või sünteetiliste materjalide, nagu polüester

151 <https://newretex.com/textile-sorting/> (vaadatud 03.04.2024)

152 <https://newretex.com/desposition-of-textile-waste/> (vaadatud 03.04.2024)

153 <https://www.sitra.fi/en/cases/infinited-fiber-company-replaces-virgin-textile-raw-materials-with-used-fibres/> (vaadatud 10.04.2024)

või elastaan, sisaldusest, kuid koguhulgast umbes 88% peab olema puuvill.¹⁵⁴

Puhastamisetapis eemaldatakse materjalist sünteetilised kiud ja värvained ning jäetakse alles tselluloos. Seejärel lagundatakse tselluloos molekulaarsel tasandil, aktiveeritakse karbamiidiga ja lahustatakse vedela tselluloosi saamiseks. Vedel tselluloos kedratakse märjalt uueks kiudfilamendiks, mis lõigatakse, pestakse ja kuivatatakse. Tulemuseks on Infinna™ staapelkiud, mis tarnitakse lõngaketraajatele või lausriide tootjatele, et valmistada uusi rõivaid, kodutekstiile, salvrätikuid või mähkmeid.¹⁵⁵ Ettevõtte teeb aktiivselt koostööd tekstiilisektori kaubamärkidega (nt H&M, Patagonia), et integreerida Infinna kiud nende toodetesse.

Infinited Fiberil on plaanis ehitada Lapimaal asuvas Kemi linnas esimese kaubanduslikus mahus Infinna™-tekstiilkiudu tootva käitise. Käitise eeldatav tootmisvõimsus on 30 000 tonni Infinna™-kiudu aastas, mis vastab umbes 100 miljoni T-särgi jaoks vajalikule tekstiilkiule. Plaanis on luua umbes 270 töökohta. Esimesed kiutarned Kemist algavad eeldatavasti 2026. aasta jaanuaris.¹⁵⁶

154 <https://infinitedfiber.com/our-technology/> (vaadatud 21.05.2024)

155 *ibid.*

156 <https://infinitedfiber.com/blog/2022/10/14/infinited-fiber-company-accelerates-scaling-plans-amid-turbulence/> (vaadatud 21.05.2024)

LISA 3. Helsingi piirkonna tekstiilijäätmete kogumissüsteemi näide

Helsingi piirkonna kasutuskõlbmatute tekstiilide kogumissüsteemi areng ja hetkeseis¹⁵⁷

Helsingi piirkonnas alustati 2019. aasta lõpus tekstiilijäätmete kogumiselega. Selle eestvedajaks oli Helsingi piirkonna keskkonnateenuste amet (HSY), kes korraldab piirkonna linnade (Helsingi, Espoo, Vantaa ja Kauniainen) jäätmekäitlust, veemajandust ja muid teenuseid.

Kogumine toimus HSY jäätmejaamades¹⁵⁸, kus elanikud said tasu eest (10 €/m³) viia kasutuskõlbmatuid tekstiile¹⁵⁹ välikonteineritesse. Eelsortimise käigus selgus, et enam kui pooled (63%) kogutud tekstiilidest (120–130 tonni aastas) kõlbasid ainult põletamiseks. Vaid 21% kogutud tekstiilidest sobisid ringlussevõtuks. HSY esindajad nentisid, et suur osa kogutud tekstiilidest läks põletusse välitingimustes asuvate konteinerite tõttu, mistõttu tekstiilid said ilmaoludest tingitud niiskuse ja hallituse tõttu kannatada. Samuti viisid inimesed konteineritesse muid sobimatuid jäätmeliike, mis tõenäoliselt kahjustasid ringlussevõtuks sobivate tekstiilide kvaliteeti.

Kuigi HSY eesmärk ei olnud konteineritega koguda korduskasutuseks sobivaid tekstiile, leiti, et umbes 16% kogutud tekstiilidest olid siiski korduskasutuskõlblikud. Kogumissüsteemi eesmärk suurendada tekstiilijäätmete ringlussevõtu määra ei toiminud ootuspäraselt. Seega tehti 2022. aasta lõpus otsus, et lõpetatakse jäätmejaamades kasutuskõlbmatute tekstiilide kogumine.

Pilootprojekt: kasutuskõlbmatute tekstiilide kogumine siseruumides

Saadud õppetundide põhjal alustas HSY 2022. aastal aastase pilootprojektiga kasutuskõlbmatute tekstiilide kogumiseks siseruumides, peamiselt kaubanduskeskustes elanikele lähemal, et tekstiilide liigiti kogumine oleks võimalikult mugav. Selleks paigutati siseruumidesse

157 Käesoleva uuringu raames kohtuti 21.11.2023 HSY jäätmekäitluse esindajatega. Näites esitatud andmed põhinevad sellel kohtumisel saadud tabelil.

158 Kokku on HSY-l kuus jäätmejaama; üks nendest on väiksem.

159 Soomes kutsutakse selliseid tekstiile inglise keeles „end-of-life textiles“. Nende all peetakse silmas nii ringlussevõtuks sobivaid tekstiile kui ka tekstiilijäätmeid, mis ei sobi ringlussevõtuks ja lähevad põletusse. Korduskasutuseks sobivad tekstiilid selle kategooria alla ei kuulu.

teksamaterjaliga kaetud kogumiskärud (koostöös ettevõttega *Piece of Jeans*), kuhu elanikud said tasuta viia oma kasutuskõlbmatuid tekstiile. Osa kogumiskärusid paigutati poodide aladele; näiteks Stockmanni poodidesse pandi need kassade lähedale, mis tagas teatud määral järelevalve. Teistes kaubanduskeskustes paigutati kogumiskärud siseparklatesse, kus järelevalve puudus. Kogumist katsetati ka kirbuturgudel. Kui algselt eeldati, et järelevalveta kohtadesse viiakse ka mittesobivaid tekstiiltooteid (nt mänguasju ja jalanõusid) või muid jäätmeid, siis eelsortimisel selgus, et pea kõigis kogumiskohtades oli järgitud etteantud juhiseid.

Kogumiskärusid plaaniti tühjendada kord nädalas, kuid juba esimesel nädalal ületasid kogutud tekstiilid kõikjal kärude mahutavuse. Seetõttu tuli juurde panna rohkem kogumiskärusid ja neid tihemini tühjendada. Pilootprojekti jooksul koguti kuus kokku 10–15 tonni kasutuskõlbmatuid tekstiilijäätmeid, millest 60% sobisid ringlussevõtuks, 37% põletuseks ning 3% korduskasutuseks.

Kasutuskõlbmatute tekstiilide kogumise hetkeseis

Pilootprojekti lõppedes jätkati kasutuskõlbmatute tekstiilide kogumist siseruumides, kuna leiti, et see on sobivaim viis tekstiilide puhtuse ja kvaliteedi säilitamiseks, vältimaks ilmaolude kahjustavat mõju ning optimeerimaks kogumise efektiivsust. 2023. aastal oli Helsingi piirkonnas 11 kogumispunkti, millest enamik asub kaubanduskeskustes ja üks kultuurikeskuses. Igas kogumispunktis on 2–5 kogumiskäru, mida tühjendatakse 1–3 korda nädalas. HSY 2023. aasta andmetel koguti ühes kuus ligikaudu 20 tonni tekstiile, millest küll valdav osa (67%) saadeti pärast eelsortimist põletusse¹⁶⁰, umbes 22% suunati edasi ringlussevõttu ja 11% korduskasutusse.

Alates 2023. aasta oktoobrist otsustati loobuda kasutuskõlbmatute tekstiilide kogumisest jäätmejaamades.

Kogutud tekstiilide veo ja esmase sortimisega tegeleb eraldi ettevõtte, mis on välja valitud avaliku hankega. Edasi saadetakse tekstiilijäätmed edasiseks sortimiseks ja käitlemiseks LSJHsse.

160 Põletusse saadetud suure osakaalu põhjuseks oli asjaolu, et 2023. aastal olid välikonteinerid kasutusel veel kolmes kogumispunktis. Kehvade ilmaolude tõttu tuli mõnel nädalal kõik kogutud tekstiilid visata segaolmejäätmete hulka.

LISA 4. Nimekiri läbiviidud intervjuudest ja tehtud külastustest

Tabel 13. Uuringu raames läbiviidud intervjuud ringlussevõtu tehnoloogiat pakkuvate või arendavate ettevõtetega

Ettevõte	Tegevusala
Ilmakunnas-Engblom Ltd., Soome	Tekstiilijäätmete sortimisliinide ja mehaanilise ringlussevõtu tehnoloogia edasi müümine (ANDRITZ Laroche, Rieter)
NewRetex A/S, Taani	Automaatsete AI-lahendusega tekstiilijäätmete sortimisliinide tootmine ja mehaaniliselt ümbertöödeldud lõngade müük
Valvan nv (Valtech Group), Belgia	Tekstiilijäätmete sortimis- ja pressimismasinate tootmine (Fibersort, Trimclean)
Rieter Holding AG, Šveits	Ketrusmasinate väljatootamine ja tootmine
Vilarrasa, S.A, Hispaania	Ümbertöödeldud lõnga tootmine
ALTEX Textil Recycling GmbH & Co. KG; ALTEX Gronauer Filz GmbH & Co. KG, Saksamaa	Tekstiilide ümbertöötlemine; erinevate mittekootud materjalide arendamine ja tootmine

Tabel 14. Uuringu raames läbiviidud intervjuud Eesti ettevõtetega

Ettevõte	Tegevusala
Wendre AS	Magamistarvete tootmine
Paragon Sleep AS	Kodutekstiilide, voodite ja tehniliste tekstiilide arendamine ja tootmine
KIUD packaging (KIUD Technologies OÜ)	Tekstiilijäätmetest pakendite tootmine
Lindström AS	Tekstiiltoodete rentimis- ja puhastusteenus
Mistra-Autex AS	Nõeltöötlus- ja taftingvaipade ning vormitud, survevalatud ja lamineeritud detailide tootmine autotööstusele
Greenful Group OÜ	Plaan rajada Eestisse tekstiilijäätmete mehaanilise ringlussevõtu tehas, mis tekstiilijäätmetest toodaks komposiitmaterjalist paneele, mida saab kasutada nt ehituses, dekoratiivelementidena, mööblitootmises.
Cellula OÜ	Kavandab keemilise ringlussevõtu pilootprojekti ja testkäitise rajamist Eestis

Tabel 15. Uuringu raames läbiviidud intervjuud teadus- ja arendusorganisatsioonidega

Organisatsioon	Kontaktisik(ud)
TalTech, materjali- ja keskkonna- tehnoloogia instituut	Tiia Plamus, kaasprofessor, tekstiilitehnoloogiga labori juhataja
TalTech, Virumaa kolledž	Allan Niidu, abiprofessor tenuuris, rakendusliku keemia uurimisrühma juht
Tartu Ülikool, bioinseneeria instituut	Mart Loog, molekulaarse süsteemibioloogia professor; Bioinseneeria instituudi direktor; Rainis Venta, innovatsiooni juht
Tartu Ülikool, tehnoloogainstituut	Tarmo Tamm, rakendusliku materjaliteaduse professor
Tallinna Tehnikakõrgkool, tehnoloogia ja ringmajanduse instituut	Evelin Vaab, instituudi direktor; Ada Traumann, professor
Eesti Kunstiakadeemia	Reet Aus, Jätkusuutliku disaini ja materjalide labor DiMa vanemteadur; Anna Lohmatova, DiMa projektijuht
TÜ Viljandi Kultuuriakadeemia, Vilma villakoda	Astri Kaljus, pärandtehnoloogia õppekava rahvusliku tekstiili lektor, Vilma villakoja meister

Tabel 16. Uuringu raames tehtud külastused

Ettevõtte/organisatsioon	Tegevusala
Soome Keskkonnainstituut (SYKE)	Teadusuuringud ja kestlikku arengut toetavate lahenduste pakkumine
Lounais-Suomen Jätehuolto Oy (LSJH)	19 Edela-Soome omavalitsuse jäätmekäitluse (k.a tekstiilijäätmed) korraldamine. Tarbijajärgsete tekstiilide ümbertöötlemise liini käivitamine Paimios
Helsingin seudun ympäristöpalvelut (HSY)	Helsingi piirkonna keskkonnateenuste amet, mis korraldab piirkonna linnade (Helsingi, Espoo, Vantaa ja Kauniainen) jäätmekäitlust, veemajandust ja muid teenuseid
UFF Soome	Mittetulunduslik sihtasutus, mis haldab üle 20 korduskasutuskaupluse Soome suurimates linnades

Kasutatud kirjandus

- Akule, D., Milbreta, U., & Brizga, J. (2023). *Collection and use of post-consumption textiles in Latvia*. EU LIFE Integrated Project „Waste to Resources Latvia - boosting regional sustainability and circularity“.
- Athanasopoulos, P., & Zabaniotou, A. (2022). Post-consumer textile thermochemical recycling to fuels and biocarbon: A critical review. *Science of The Total Environment*, 834, 155387. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2022.155387>
- Baloyi, R. B., Gbadeyan, O. J., Sithole, B., & Chunilall, V. (2023). Recent advances in recycling technologies for waste textile fabrics: A review. *Textile Research Journal*, 00405175231210239. <https://doi.org/10.1177/00405175231210239>
- Bianchi, S., Bartoli, F., Bruni, C., Fernandez-Avila, C., Rodriguez-Turienzo, L., Mella-do-Carretero, J., Spinelli, D., & Coltelli, M.-B. (2023). Opportunities and Limitations in Recycling Fossil Polymers from Textiles. *Macromol*, 3(2), 120–148. <https://doi.org/10.3390/macromol3020009>
- Bolinus, D. J. (2022). *Siptex—Quality assurance report* (No. C707). IVL Swedish Environmental Research Institute.
- Butler, E., Devlin, G., & McDonnell, K. (2011). Waste Polyolefins to Liquid Fuels via Pyrolysis: Review of Commercial State-of-the-Art and Recent Laboratory Research. *Waste and Biomass Valorization*, 2(3), 227–255. <https://doi.org/10.1007/s12649-011-9067-5>
- Dahlbom, M., Johansson, I. A., & Billstein, T. (2023). *Sustainable clothing futures: Mapping of textile actors in sorting and recycling of textiles in Europe* (No. C736). Swedish Environmental Research Institute.
- De La Motte, H., & Östlund, A. (Toim). (2022). Sustainable Fashion and Textile Recycling. *Sustainability*, 14(22), 14903. <https://doi.org/10.3390/su142214903>
- Deckers, J., Duhoux, T., & Due, S. (2024). *Textile waste management in Europe's circular economy* (No. 2024/5). <https://www.eionet.europa.eu/etcs/etc-ce/products/etc-ce-report-2024-5-textile-waste-management-in-europes-circular-economy>
- Deckers, J., Manshoven, S., & Mortensen, L. F. (2023). *The role of bio-based textile fibres in a circular and sustainable textiles system* (No. 2023/5). European Topic Centre on Circular Economy and Resource Use. <https://www.eionet.europa.eu/etcs/etc-ce/products/etc-ce-report-2023-5-the-role-of-bio-based-textile-fibres-in-a-circular-and-sustainable-textiles-system>
- Duhoux, T., Le Blévenec, K., Manshoven, S., Grossi, F., Arnold, M., & Fogh Mortensen, L. (2022). *Textiles and the Environment—The role of design in Europe's circular economy* (No. 2/2022). <https://www.eionet.europa.eu/etcs/etc-ce/products/etc-ce-products/etc-ce-report-2-2022-textiles-and-the-environment-the-role-of-design-in-europes-circular-economy>
- Duhoux, T., Maes, E., Hirschnitz-Garbers, M., Peeters, K., Asscherickx, L., Christis, M., Stubbe, B., Colignon, P., Hinzmann, M., & Sachdeva, A. (2021). *Study on the technical, regulatory, economic and environmental effectiveness of textile fibres recycling: Final report*. Publications Office of the European Union.
- Eesti Kunstiakadeemia, Stockholmi Keskkonnainstituudi Tallinna Keskus, & Tallinna Tehnikaülikool. (2023). *Eestis tekkivate tekstiilijäätmete ringlussevõtu ja tootarenduste lahendused*. <https://ringmajandus.envir.ee/et/abimaterjalid/eestis-tekkivate-tekstiilijaatmete-ringlussevõtu-ja-tootarenduste-lahendused>
- Ellen MacArthuri Sihtasutus. (2017). *A New Textiles Economy: Redesigning fashion's future*. <https://www.ellenmacarthurfoundation.org/publications>
- Ellen MacArthuri Sihtasutus. (2024). *Pushing the boundaries of EPR policy for textiles*. Ellen MacArthuri Sihtasutus.
- Esop, K., Pärenson, T., Juhan, I., Kull, K., Krumme, A., Kenk, K., Vares, M., Plamus, T., Eljas, K., Lepik, K.-L., & Tuppits, U. (2021). *Eesti ringmajanduse tulevikupotent*

- siaali ja vajalike meetmete uuring. Technopolis Group, Vastutustundliku Ettevõtluse Foorum, Teeme Ära SA. <https://ringmajandus.envir.ee/et/abimaterjalid/eesti-ringmajanduse-hetkeolukorra-tulevikupotentsiaali-ja-vajalike-meetmete-uuring>
- EURATEX. (2020). *A joint initiative for industrial upcycling of textile waste streams & circular materials*. The European Apparel and Textile Confederation. <https://euratex.eu/wp-content/uploads/Recycling-Hubs-FIN-LQ.pdf>
- Euroopa Keskkonnaagentuur. (2019). *Textiles in Europe's circular economy* [Briefing]. <https://www.eea.europa.eu/publications/textiles-in-europes-circular-economy>
- Euroopa Keskkonnaagentuur. (2023, 27. veebruar). *EU exports of used textiles in Europe's circular economy* [Briefing]. <https://www.eea.europa.eu/publications/eu-exports-of-used-textiles>
- Euroopa Keskkonnaagentuur. (2024). *The destruction of returned and unsold textiles in Europe's circular economy—European Environment Agency* [Briefing]. <https://www.eea.europa.eu/publications/the-destruction-of-returned-and>
- Euroopa Komisjon. (2023, 7. mai). *Circular economy for textiles: Taking responsibility to reduce, reuse and recycle textile waste and boosting markets for used textiles*. https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/IP_23_3635
- Girling, J. (2024). *WRAP is a climate action NGO working around the globe to tackle the causes of the climate crisis and give the planet a sustainable future*.
- Gulich, B. (2006). Designing textile products that are easy to recycle. *Recycling in Textiles* (lk 25–37). Elsevier. <https://doi.org/10.1533/9781845691424.1.25>
- Huygens, D., Foschi, J., Caro, D., Caldeira, C., Faraca, G., Foster, G., Solis, M., Marschinski, R., Napolano, L., Fruergaard, L., Astrup, T., & Tonini, D. (2023). *Techno-scientific assessment of the management options for used and waste textiles in the European Union*. Publications Office of the European Union. <https://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/handle/JRC134586>
- Juanga-Labayen, J. P., Labayen, I. V., & Yuan, Q. (2022). A Review on Textile Recycling Practices and Challenges. *Textiles*, 2(1), 174–188. <https://doi.org/10.3390/textiles2010010>
- Kew, S. J. (2023). *The Path to Net Zero for the Fashion Industry: Five Strategies for Decarbonisation* (1. tr). Routledge. <https://doi.org/10.4324/9781003437772>
- Köhler, A., Watson, D., Trazepacz, S., Löw, C., Liu, R., Danneck, J., Konstantas, A., Donatello, S., & Faraca, G. (2021). *Circular economy perspectives in the EU textile sector* (No. JRC125110). Publications Office of the European Union. <https://data.europa.eu/doi/10.2760/858144>
- Lee, H. S., Jung, S., Lin, K.-Y. A., Kwon, E. E., & Lee, J. (2023). Upcycling textile waste using pyrolysis process. *Science of The Total Environment*, 859, 160393. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2022.160393>
- Lindström, K., Sjöblom, T., Persson, A., & Kadi, N. (2020). Improving Mechanical Textile Recycling by Lubricant Pre-Treatment to Mitigate Length Loss of Fibers. *Sustainability*, 12(20), 8706. <https://doi.org/10.3390/su12208706>
- Lopez, G., Erkiaga, A., Amutio, M., Bilbao, J., & Olazar, M. (2015). Effect of polyethylene co-feeding in the steam gasification of biomass in a conical spouted bed reactor. *Fuel*, 153, 393–401. <https://doi.org/10.1016/j.fuel.2015.03.006>
- Martin, K., Moora, H., Kant Hvass, K. & Watson, D. (2020). *Eesti tarbimisjärgsed rõiva- ja tekstiilivood*. Stockholmi Keskkonnainstituudi Tallinna Keskus. <https://www.sei.org/projects/pohjamaade-baltikumi-ringse-tekstiilisusteemi-suunas/>
- McKinsey & Company. (2022). *Scaling textile recycling in Europe—turning waste into value*. McKinsey & Company. <https://www.mckinsey.com/industries/retail/our-insights/scaling-textile-recycling-in-europe-turning-waste-into-value>
- Morrison, P. (2023). *An investigation of European waste textiles sorting facilities and opportunities for South Australia*. Green Industries SA.
- Nellström, M., Grahn Lydig, S., Sandin Albertsson, G., & Bolinius, D. J. (2022). *Siptex, Swedish Innovation Platform for Textile Sorting: A summary report of the final stage*

- of the project (No. C705). IVL Swedish Environmental Research Institute.
- Niinimäki, K., Peters, G., Dahlbo, H., Perry, P., Rissanen, T., & Gwilt, A. (2020). The environmental price of fast fashion. *Nature Reviews Earth & Environment*, 1(4), 189–200. <https://doi.org/10.1038/s43017-020-0039-9>
- Nordic Council of Ministers. (2020). *Post-consumer textile circularity in the Baltic countries* (No. 2020:526). <https://www.norden.org/en/publication/post-consumer-textile-circularity-baltic-countries>
- Payne, A. (2015). Open- and closed-loop recycling of textile and apparel products. *Handbook of Life Cycle Assessment (LCA) of Textiles and Clothing* (lk 103–123). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-08-100169-1.00006-X>
- Pourmokhtari, R., Béchu, C., & Heunicke, M. (2024, 25. märts). Sweden, France and Denmark calls for new global rules on exporting textile waste to developing countries. *Government Offices of Sweden*. <https://www.government.se/opinion-pieces/2024/03/sweden-france-and-denmark-calls-for-new-global-rules-on-exporting-textile-waste-to-developing-countries/>
- Reiska, K., Vaarik, R., Noorvee, A., Pöldvere, E., Kõks, K., & Konov, V. (2024). *Lääne-Harju ja Saku valla ringmajanduse toimimis- ja rahastusmudeli väljatöötamine*. Civitta Eesti AS. <https://laaneharju.ee/ringmajandus>
- Roberts, H., Milios, L., Mont, O., & Dalhammar, C. (2023). Product destruction: Exploring unsustainable production-consumption systems and appropriate policy responses. *Sustainable Production and Consumption*, 35, 300–312. <https://doi.org/10.1016/j.spc.2022.11.009>
- Roos, C. J. (2010). Clean Heat and Power Using Biomass Gasification for Industrial and Agricultural Projects. *U.S. Department of Energy, Northwest CHP Application Center*.
- SEI Tallinn. (2017). *Pakendiaruande koostamise metoodika analüüs ja kaasajastamine*. Kliimaministeerium. <https://keskkonnaportaal.ee/et/pakendiaruande-koostamise-metoodika-analuus-ja-kaasajastamine>
- SEI Tallinn. (2024). *Tallinna ringmajanduskeskuste kontseptsiooni ja toimetudeli väljatöötamine*. SA Stockholmi Keskkonnainstituudi Tallinna Keskus. <https://www.tallinn.ee/et/ringmajanduskeskus/ringmajanduse-pilootprojekt>
- Shah, H. H., Amin, M., Iqbal, A., Nadeem, I., Kalin, M., Soomar, A. M., & Galal, A. M. (2023). A review on gasification and pyrolysis of waste plastics. *Frontiers in Chemistry*, 10, 960894. <https://doi.org/10.3389/fchem.2022.960894>
- Stubbe, B., Van Vrekhem, S., Huysman, S., Tilkin, R. G., De Schrijver, I., & Vanneste, M. (2024). White Paper on Textile Fibre Recycling Technologies. *Sustainability*, 16(2), 618. <https://doi.org/10.3390/su16020618>
- Šajn, N. (2022). *Textiles and the environment*. European Parliamentary Research Service. [https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/BRIE/2022/729405/EPRS_BRI\(2022\)729405_EN.pdf](https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/BRIE/2022/729405/EPRS_BRI(2022)729405_EN.pdf)
- Tang, K. H. D. (2023). State of the Art in Textile Waste Management: A Review. *Textiles*, 3(4), 454–467. <https://doi.org/10.3390/textiles3040027>
- Tex-Med Alliances. (2023). *A study on technologies for recycling and re-use of textile scraps*. <https://www.enicbmed.eu/sites/default/files/2023-01/A%20Study%20on%20technologies%20for%20recycling%20and%20re-use%20of%20textile%20scraps%20-%20TMA%20WP6.pdf>
- Textile Exchange. (2022). *Preferred Fiber & Materials Market Report*. Textile Exchange. <https://textileexchange.org/knowledge-center/reports/materials-market-report-2022/>
- Trzepacz, S., Bekkevold Lingås, D., Asscherickx, L., Peeters, K., van Duijn, H., & Akerboom, M. (2023). *LCA-based assessment of the management of European used textiles*. Norion Consult.
- UNECE. (2024). *Reversing direction in the used clothing crisis global, European and Chilean perspectives*. United Nations.
- van Duijn, H., Papú Carrone, N., Bakowska, O., Huang, Q., Akerboom, M., Rademan, K.,

- & Vellanki, D. (2022). *Sorting for circularity Europe: An evaluation and commercial assessment of textile waste across Europe*. Fashion for Good, Circle Economy.
- Watson, D., Trzepacz, S., Lander Svendsen, N., Wittus Skottfelt, S., Kiørboe, N., Elander, M., & Ljungkvist Nordin, H. (2020). *Towards 2025—Separate collection and treatment of textiles in six EU countries*. Miljøstyrelsen.
- Will, M., & Aslan, Ç. (2023). *Enhancing Recycled Ring Yarn Quality: Unlocking the Potential of Recycled Cotton Blends with the Combed Process*. Rieter. https://www.rieter.com/fileadmin/user_upload/products/documents/system-applications/recycling/rieter-special-print-combing-recycled-cotton-blends-3632-v2-en.pdf
- Yansaneh, O. Y., & Zein, S. H. (2022). Recent Advances on Waste Plastic Thermal Pyrolysis: A Critical Overview. *Processes*, 10(2), 332. <https://doi.org/10.3390/pr10020332>

