

Tartu Kõrgem Kunstikool

Tekstiiliosakond

Kudumissettevõtete tootmisjääkide kasutamise võimalused.

Tootesarja loomine

Lõputöö

Juula Pärdi

Juhendaja: Keret Altpere, MA

Konsultant: Siim Salmar, PhD

Tartu 2018

# SISUKORD

SISSEJUHATUS .....	3
1. RINGMAJANDUS.....	5
1.1 EELDUSED RINGMAJANDUSE TEKKEKS .....	5
1.2 EUROOPA LIIDU SEADUSANDLIK TAUST .....	6
1.3 RINGMAJANDUSE VÕTMEKOHAD .....	7
1.2.1 Disain .....	8
1.2.2 Tootmine.....	8
1.2.3 Tarbimine.....	9
1.2.4 Jäätmekäitlus .....	11
1.2.5 Jäätmed ressursiks.....	12
1.2.6 Tekstiiljäätmed .....	13
1.4 INNOVATSIOON .....	13
2. MATERJALID RINGMAJANDUSES .....	15
2.1 TEHISMATERJALID .....	15
2.2 LOODUSLIKUD MATERJALID - KOMPOSIIDID .....	16
2.2.1 Komposiitmaterjalide armatuur .....	16
2.2.2 Komposiitmaterjalide maatriks .....	17
2.3 BIOLAGUNEMINE .....	19
3. JÄÄGIST TOOTEKS. TOOTESARJA LOOMINE .....	21
3.1 EELLUGU.....	21
3.2 TOOTESARJA LOOMINE .....	21
3.2.1 Topeltteemandi mudel .....	22
3.2.1 Disainiprotsessi analüüs.....	22
3.2.2 Komposiitides kasutatud biopolümeerid .....	25
3.3 MATERJALID.....	26
3.3.1 Kudumijäägid .....	26
3.3.2 Biopolümeerid/bioplastid .....	27
3.3.3 Pingi materjalid .....	27
3.4 TOOTESARI KOOO .....	28
3.4.1 Pink .....	28
3.4.2 Padjad.....	30
3.4.3 Korv ja lillepoti ümbris.....	34
3.4.4 Plead.....	37
3.4.5 Komposiitmaterjalide näidised .....	47
KOKKUVÕTE .....	49
RESUME .....	51
KASUTATUD KIRJANDUS.....	53
MUUD ALLIKAD.....	53
LISAD .....	62

# SISSEJUHATUS

Naturaalsed, ehedad materjalid ja vanad käsitöövõtted on mulle väga meeldinud, kuid kiire elutempo ja valikute paljus on suunanud mind otsima uusi ja efektiivsemaid lahendusi, et luua suuremat väärtust, kui käsitöine tootmine võimaldab. 2015. aasta õppereisil Eesti kudumisettevõttesse Woolish nägin ja kogesin lähedalt masinal kudumise eeliseid ja võlusid käsitsi kudumise ees. Kuid murettekitav oli jääkide kogus, mis sellise tootmisega paratamatult kaasas käib. Toona leidsin neile rakenduse isiklikuks otstarbeks, kuid ei osanud veel mõelda suures plaanis, et ühe ettevõtte jääk võiks olla teisele väärtuslikuks tooraineks. Ka mõte, et väikestest hargnevatest kangaribadest võiks alguse saada seeriatootmine, ei tundunud väga mõistlik.

Jäägid said minu jaoks aga hoopis uue tähenduse, kui valmistasin esimesed lillepotiümbrised enda tootesarjast Koo, milles said kokku minu kaks lemmikteemat: taimed ja kudumid. Nüüd ei olnud need enam anonüümsed kudumisettevõtte jäägid, vaid olid saanud algmaterjaliks minu loodavatele toodetele ja andnud mulle tõuke luua oma ettevõtte.

Kuid ettevõtluses on sageli vaja valida eetiliste ja majanduslikult otstarbekate otsuste vahel. 15 aasta tagused õpingud Tartu Ülikoolis bioloogia erialal on oluliselt kujundanud minu maailmatunnetust ja arusaamist erinevatest protsessidest ning pannud sageli mõtlema oma tegude ja valikute tagajärgedele. Kui noore tudengina olin ma pigem äärmuslik keskkonnakaitsja ja igasuguste muutuste vastu, siis praeguseks olen jõudnud kritiseerimiselt lahenduste otsimiseni. Loomulikult valmistab mulle muret meie planeedi saatus ja kolme lapse emana soovin, et ka järeltulevatel põlvkondadel oleks võimalik nautida puhast ja tervislikku elukeskkonda. Lisaks on üha kasvav rahvaarv, suurenev tarbimine, keskkonnareostus ja tohutud prügimäed saanud käegakatsutavaks reaalsuseks. Kahjuks on keskkonnateemaline diskussioon üle-ekspluateerimise tõttu muutunud paljude jaoks tüütuks ja väheusutavaks. Selge on ka asjaolu, et siin Euroopas elades on meil raske hoomata keskkonnasaastamise probleemi ulatust, sest prügimäed asuvad meist kaugel eemal arengumaades, ookeanides või on saaste hoopis silmale nähtamatute mikroosakestena meie joogivees.

Probleemi on õnneks teadvustatud ja selle lahendamiseks on hakatud tegema otsustavaid samme. Keskkonnaalane info on kõigile vähegi asjast huvitatutele kergesti kättesaadav, kuid selles orienteerumine tundub esmapilgul keeruline, sest paljud ettevõtted ja organisatsioonid on mõistnud, et “öko” on müüv kaubamärk ja seetõttu poogitakse see külge isegi sellistele toodetele, mis võivad tõsiselt ohustada keskkonda ja inimese tervist. Seda trendi kutsutakse „rohapesuks“ toodetele, mille keskkonda kahjustavad tootmisahelad peidetakse biotoodete nime taha, näiteks biokütused palmiõlist, bioproductid tselluloositehastest jne.

Lõputöös tõstatan küsimuse, kas on võimalik toota uusi asju ilma keskkonnakoormust kasvatamata, elusloodusele kahjulikku mõju avaldamata ja üleliigset prügi tekitamata? Kuidas toota nii, et sellest sünniks kasu kõigile osapooltele sealhulgas tootjatele, tarbijatele ja keskkonnale? Millised materjalid ja tootmisviisid seda eesmärki toetavad ja kuidas on võimalik neid praktikas rakendada? Kas tekstiilitööstuse väikesetükilisel jäägil on potentsiaali tulla tagasi ringlusesse ja saada väärtuslikuks tooraineks? Kas jääkide taaskasutamisele saab ehitada uusi toimivaid ärimudeleid? Töö esimeses peatükis tutvustan keskkonda ja säästvat arengut toetavat ringmajandusmudelit, mis kujutab kogu maailma hõlmavat materjalide ringlemise süsteemi, kus juba kord kaevandatud või kogutud materjalid jäävad võimalikult kauaks kasutusse või neist tehakse järjest uusi tooteid. See mudel võiks aidata lahendada inimkonna kasvu ja suureneva tarbimisega seotud looduskeskkonna üle-ekspluateerimisest ja ressurside nappusest tingitud probleeme.

Teises peatükis käsitlen lähemalt erinevate materjalide sobivust ringmajanduse mudelisse, tutvustan kahte materjaliringlust ja nende erinevusi läbi materjalide omaduste ja kasutusvõimaluste. Selgitan ka palju vastakaid seisukohti tekitanud mõiste “biolagunev” olemust ja sellega seotud ohtusid keskkonnale ja inimesele.

Viimases peatükis pakun välja omapoolse lahenduse tekstiilijääkide kasutusele võtmiseks. Samuti kirjeldan selles peatükis lähemalt disainiprotsessi ja selle käigus tehtud valikuid ning materjaleelistusi. Tutvustan üksikasjalikult Kooo sarja toodete elukaart alates villasest kangatükist valmis toodeteni välja. Lisaks esitlen enda tehtud bioplastikute retsepte ja nendest valminud biolagunevaid komposiitmaterjale.

Et mõista teooria rakendatavust reaalses tootmises, mõista probleemi olulisust ja kujundada enda seisukohti ringmajanduse suhtes viisin läbi seitse intervjuud ja pidasin ka kirjavahetust erinevate disainerite ja vastavate valdkondade spetsialistidega. Et kaardistada kudumisettevõtete jääkidega seonduvaid probleeme ja mulle olulise toormaterjali saamise võimalusi, korraldasin ringkäigu ja jäätmeküsitluse kahes Eesti kudumisettevõttes Woolish Knitting OÜ ja Knittex OÜ, kes on minu koostööpartnerid ja toorainepakkujad.

Oma tööga soovin näidata, et nutika ja hästi läbiplaneeritud disainiga on võimalik leida suurepärase rakendus peaaegu igasugusele tekstiilmaterjalile ja vältida selle sattumist prügimäele või põletamisele.

# 1. RINGMAJANDUS

Selles peatükis annan kirjandusest leitud allikate põhjal lähema ülevaate ringmajanduse põhimõtetest ja nende rakendamise võimalustest toodete loomisel. Tutvustan kogu protsessi alustades eelnevast analüüsist, jätkates toote disaini, materjalide valiku, tootmise ja jäätmete tekkega ning lõpetades uue tsükli alguse ehk uute toodete loomisega. Ühes lõigus käsitlen Euroopa Liidus rakendatavaid ringmajandusega seotud meetmeid. Räägin ka materjalide ringluses püsimise alternatiivsetest võimalustest, mis on seotud nende osadeks lammutatavuse, parandamise või kestlikkusega. Lisaks tuleb juttu rentimise teenusest, ühiskasutamisest ja jagamisteenusest. Viimases osas tutvustan innovatsiooni olulisust ja tähendust ringmajanduses.

## 1.1 EELDUSED RINGMAJANDUSE TEKKEKS

Enamiku oma ajaloost on inimesed suutnud majandada ilma taastumatuid ressursse raiskamata ja keskkonda saastamata. Oskasime ise asju parandada, kohandada ja uuesti kasutada, ilma et tekiks prügimägesid. 18. sajandi lõpus tõi tööstusrevolutsioon uued suunad ja muutis asjade valmistamise protsessi täielikult. Käsitööpõhine (tsunftid) tootmine hakkas asenduma vabrikutootmisega ja inimesed hakkasid koonduma linnadesse. Esmalt toimus see Suurbritannia tekstiilitööstuses, kus hakati inimese tööjõu asemel kasutama masinaid. Tööstusrevolutsiooni alguseks võib pidada 18. sajandi keskpaika, kui patenteeriti esimene ketrusmasin, mis võimaldas palju rohkem toota kui varem käsitsi tehes, kuid sellega muutusid tarbeesemed anonüümseks. (McDonough 2002) 20. sajandi alguses suurenesid tööstuste tootmismahud kiiresti, pakkudes vahendeid kõigi tarbekaupade tootmise suurendamiseks ja see pani aluse masstootmisele ja -tarbimisele (Aus 2011).

Tänane tööstuslik infrastruktuur on kavandatud majanduskasvu hoogustamiseks. Kuid senine lineaarne majandusmudel, kus kehtib materjali kasutuses põhimõte hällist-hauani, on põhjustanud väga suures koguses raiskamist. Prügimäed on täis materjale, mille väärtus ulatub miljarditesse, kuid see on meile kättesaamatu. (McDonough 2002)

Ühe võimalusena olemasolevaid ressursse maksimaalselt ära kasutada on nähtud ringmajanduse põhimõtete kasutuselevõttu. Ringmajandus on majandus, kus rõhk on ressursside ja materjalide taas- ja korduskasutusel. Oluline on toodete kokku kogumine nende olelusringi lõpus, mis materjalide eraldamise teel võimaldab neid kasutada uute toodete valmistamiseks. (Säästva arengu sõnaseletusi)

Maailmapanga andmetel on 2025. aastaks linnade elanikkond kasvanud 4,3 miljardi inimeseni, kellest igaüks tekitab keskmiselt 1,42 kg jäätmeid päevas, mis on praegusest jäätmete kogusest kaks korda rohkem. Kokku teeb see umbes 2,2 miljardit tonni aastas. (A Global 2012).

Selle massiivse prügimäega toimetulekuks, mille on tootnud multmiljoniline populatsioon, tuleb tulevikulinnadel unustada vahe tegemine jäätmetel ja ressursidel. Prügikast peab saama uueks materjalide allikaks ja tootmise lähtekohaks. Juba praegu annavad uued ideed ja algatused aimu sellest, millisel viisil tulevikus keskkonda jätkusuutlikumaks muuta ja disainerid avastavad võimalusi, kuidas taaskasutada olemasolevaid materjale. (The Re-made 2018)

## 1.2 EUROOPA LIIDU SEADUSANDLIK TAUST

2015. aastal avaldatud Euroopa Liidu ringmajanduse meetmepaketi eesmärk oli anda suund majandusele ja ühiskonnale ning see on tihedalt seotud teiste Euroopa Liidu prioriteetsete valdkondadega nagu töökohtade loomine ning majanduskasv, tööstuslik innovatsioon, kliima ja energia ning jätkusuutlik areng (An ambitious 2015). (Eek 2016)

Ringmajanduse meetmepakett soosib kogu toodete elutsükli jooksul olemasolevate materjalide ja toodete korduskasutust, parandamist, renoveerimist ja taaskasutust, alates kavandamisest ja tootmise etappidest kuni tarbimise ja parema jäätmekäitluseni pärast kasuliku eluea lõppu (Taking Europe 2016). Selle elluviimiseks on koostatud Euroopa Liidu ringmajanduse loomise tegevuskava, et saavutada säästva arengu 2030. aasta eesmärgid ja aidata Euroopa ettevõtjatel ja tarbijatel üle minna tugevamale ja täielikumale ringmajandusele, kus ressursse kasutatakse senisest säästvamalt (World Leaders 2015). Meetmetega suurendatakse materjalide ringlusse võttu ja korduskasutamist, et tuua kasu nii keskkonnale kui majandusele. Plaanide kohaselt püütakse kõigist toorainetest, toodetest ja jäätmetest kätte saada maksimum ning need täielikult ära kasutada, säästes seejuures energiat ja vähendades kasvuhoonegaaside heitkoguseid. Kaasatud on kogu olelusring alates tootmisest ja tarbimisest kuni jäätmekäitluse ja teisese tooraine turuni. (Closing 2015)

Euroopa Liidu majanduspaketi tegevused peaksid toimume praeguse Euroopa Komisjoni ametiaja jooksul, mis lõpeb aastal 2019 (An ambitious 2015). See annab Euroopa Komisjonile selge ülesande toetada üleminekut ringmajandusele (Closing 2015). Ringmajanduse tegevuskava teatis ei ole õiguslikult siduv, kuid tegevuskava rakendamise tulemusena tehakse õigusaktide ettepanekud, mis hiljem võivad siduvaks osutada (Keskkonnaministeerium 2016).

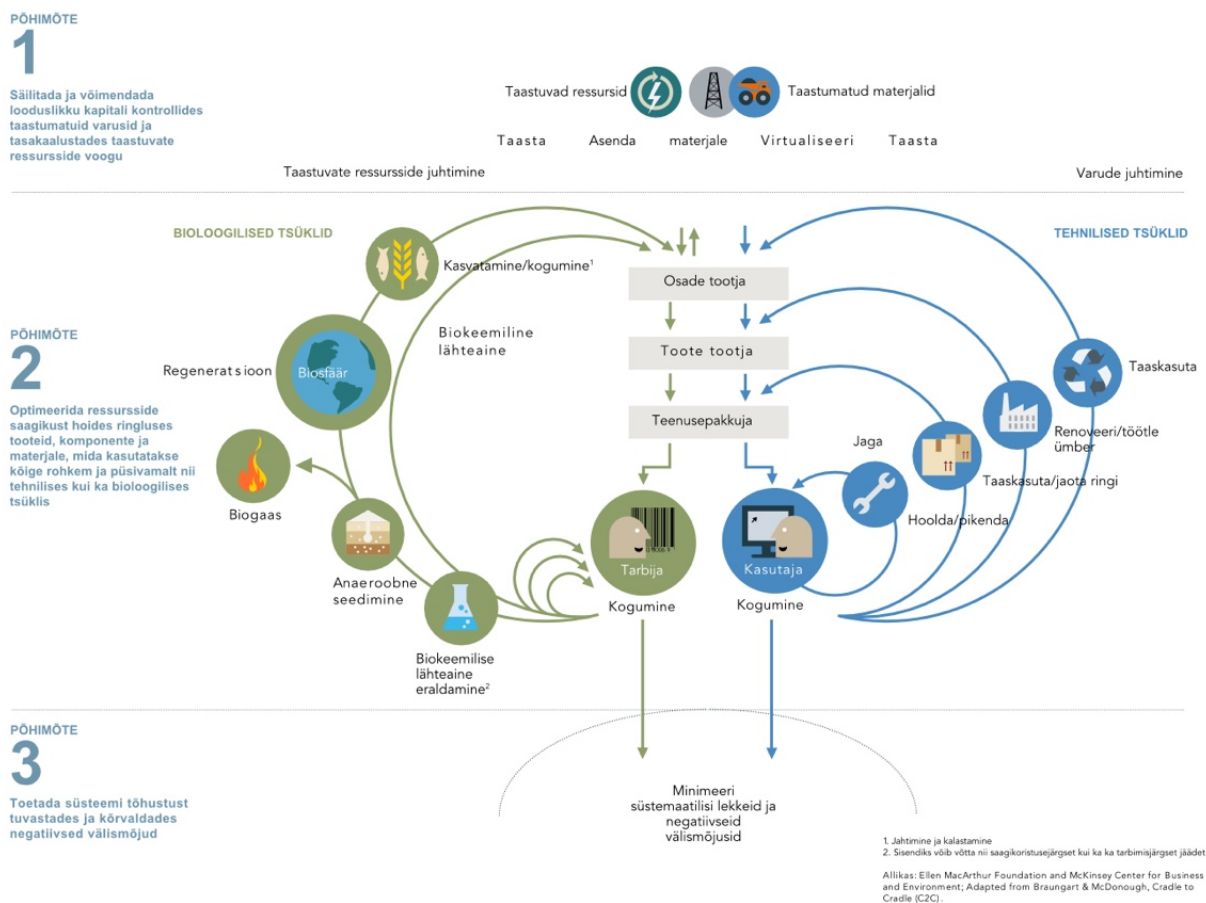
Aastatel 2015/2016 rakendatud meetmeteks oli ökodisaini töökava aastateks 2015–2017 ning taotlus töötada Euroopa standardiorganisatsioonidele välja materjalitõhususe standardid, samuti oli selle perioodi eesmärgiks edendada koostööd erinevate tööstusharude vahel, kus ühe protsessi

jäätmed on muutumas teiste sekundaarseks materjaliks läbi lihtsustatud õigusraamistiku kõrvalsaadustele ja lõppjäätmetele, luues turgudel ettevõtjatele suurema kindluse (Taking Europe 2016).

Euroopa Liidu eesmärgid meetmete rakendamiseks on vähendada ettevõtete ressursipuudust, pidurdada loodusvarade kulutamist kiiremini kui võimaldab Maa võime neid uuendada, kaitsta ettevõtjaid hinnakõikumiste eest, luua uusi ettevõtluse võimalusi, innovaatilisi ja säästvaid lahendusi ning erineva kvalifikatsiooniga töökohti, säästa energiat, vähendada süsihappegaasiheidet ja jäätmete prügilasse ladestamist. (Closing 2015)

### 1.3 RINGMAJANDUSE VÕTMEKOHAD

Selleks, et ei toimuks asjatut raiskamist, tuleb „sulgeda toote olelusring”. Selleks, et kõigest juba olemasolevatest toorainetest, toodetest ja jäätmetest maksimum kätte saada ja vähendada asjatut raiskamist, tuleb ümber korraldada kogu tootmise ja tarbimise mudel. Ringmajanduse rakendamisel pole fookuses mitte ainult toode, vaid kogu toote olelusring (vt. Joonis 1). Ringdisaini võtteid saab rakendada erinevates kategooriates, mis on seotud toote elutsükli erinevate etappidega. (Closing 2015)



Joonis 1. Ringmajanduse skeem

### 1.2.1 Disain

Toote elutsükli kavandamine algab analüüsiga. Kui siiani on olnud valdav tarvita-ja-viska-ära-disain, siis praegu peab disainer esitama juba toote planeerimise käigus järgmised küsimused: kust tuleb tooraine ja kuidas see on toodetud? Milline on selle tootmise mõju keskkonnale ja inimestele? Kes toodab lõpuks kavandatud toote ja kuidas? Millistes sotsiaalsetes ja keskkonnatingimustes see valmib? Mis saab tootest pärast seda, kui tarbija seda enam ei vaja? (Walker 2006)

Sellele järgneb klassikaline toote elutsükkel – tootmine, kasutamine ja jäätmekäitlus (Moora 2018). Parema disainiga on võimalik muuta tooted vastupidavamaks, parandatavaks, täiustatavaks ja ümberehitatavaks või lihtsasti osadeks lammutatavaks, et eraldada väärtuslikke osi ja materjale (Closing 2015). Komponentideks lammutatavus võimaldab materjale uuesti ringlusesse suunata või parandada (Planned 2009). Väga oluline on ka, et materjalid vastaksid ringlusessevõetavuse kriteeriumitele ja oleks spetsiaalselt selle jaoks planeeritud (McDonough 2002).

Disainiprotsessi alguses tuleb otsustada millisesse materjaliringlusesse toote komponendid kuuluvad. Materjali, mis on tehtud bioloogiliste ja tööstuslike materjalide segust, ei saa enam kummaski ringluses kasutusele võtta. Näiteks kui taimpargitud nahast jalatsid on suhteliselt ohutud ja neid võib kompostida või põletada, siis tänapäevane jooksujalats, mis koosneb väga erinevatest komponentidest ja eraldab juba kasutamise ajalgi suurtes koguses kemikaale. (McDonough 2002)

### 1.2.2 Tootmine

Tootmise puhul tuleb mõista, et ringmajandus algab juba toote olemusringi alguses. Materjalid, mis ei ole valitud ringlusesse võtmise jaoks, ei pruugi selleks üldse sobida või võivad olla taaskasutades isegi ohtlikud. (McDonough 2002). Esmaste toorainete valik on ringmajanduse puhul määrava tähtsusega samuti sellepärast, et sellega pannakse paika, kui kaua tooted ja materjalid vastu peavad. Materjalide kadu põhjustab nn. toodetesse sisse planeeritud vananemine, mis on tööstusdisainis levinud tootmis- ja kujundamispoliitika, millega piiratakse kunstlikult toote kasuliku eluiga, et see muutuks aegunuks (vahest isegi laguneks või kaotaks funktsionaalsuse) pärast teatud aega. Selline strateegia võimaldab lühendada ajavahemikku uue ostu sooritamiseni. Planeeritud vananemine on väga tugevalt juurdunud rõiva-, arvuti- (eelmiste põlvkonna tooted ei ühildu uutega) ja ka autotööstuses (Planned 2009). Rõivatööstuses avaldub see kiirmoena, mille eesmärk oli ja on pakkuda tarbijale tippkvaliteediga brändide odavaid koopiaid kiirelt, soodsalt ja kulutõhusalt (Zara, Mango) (Fast Fashion 2010). Tekstiilitööstus peab tänapäeval olema efektiivsem kui kunagi varem.



Tööstuses domineerivad tarbimine, kiiresti muutuvad trendid ja madal hind, mis meelitavad ületarbima (Allwood 2006).

Lisaks materjalide valikule mõjutab tootmise keskkonnasõbralikkust ka ressursside säästlik ja efektiivne kasutamine (Closing 2015). Selleks annab võimaluse tööstussümbioos, kus ühe tööstusharu jäätmeid või kõrvalsaadusi kasutab teine tööstusharu toorainena. Kuid selle laiaulatuslikuks rakendamiseks on vaja lihtsustada seadusandlust ja tagada ühine arusaam kõrvalsaadusi käsitlevatest eeskirjadest (Closing 2015). Põhiliseks probleemiks on infovahetus disainerite ja ettevõtete vahel, kus materjalid tekivad ja kus neid soovitakse toorainena kasutada. Olemasolevatest materjalidest taastootmine on hea võimalus vähendada uue tooraine hankimise vajadust. Mitmed disainerid on leidnud võimalusi kuidas saada sobiva hinnaga väärtuslikku toorainet. Näiteks on Eesti disainer Reet Aus loonud jätkusuutliku disaini ja väärtustava taaskasutuse kontseptsioonist lähtuva meetodi tekstiilijäätmete taaskasutamiseks moedisainis, ning lisaks annab välja ka UPMADE® sertifikaati, mis tõendab, et kollektsioon on valminud rohelise tootmise tulemusena ja selleks ei ole tarvis olnud uute kangaste tootmist ega mürgiste kemikaalide kasutamist (Aus 2010). Suurte tekstiilitööstuste jääkide kaardistamisprobleemile üheks globaalseks lahenduseks on Eesti start-up juurtega rahvusvaheline veebiplatvorm Reverse Resources, mis on loonud virtuaalse ressursside panga, mis kaardistab, mõõdab ja teeb nähtavaks jääkmaterjalid ja muudab need jälgitavaks kogu elutsükli jooksul. See on esimene omataoline suuremahuline projekt tekstiilmaterjalide jaoks. (Reverse Resources, vt. LISA 1)

Ressursside panga üheks arenguvõimaluseks oleks õiglase hinna määramine jätkusuutlikkust kirjeldava litsentsi alusel. Hinna määramine võib küll kujuneda keeruliseks, sest senimaani väljendub ressursside hind pigem selle hankimise ja töötlemisega seotud kuludes, sest praegu materjalil endal hind justkui puudub. Maavara tasud väljendavad seda väärtust liiga kaudselt. (Tilga 2017)

### 1.2.3 Tarbimine

Miljonite tarbijate ostuotsuseid kujundab teave, millele neil on juurdepääs, toodete hinnad ning õigusraamistik. See mõjutab otseselt olmejäätmete teket. Kuid märgiste rohkus ja madal usaldusväarsus võib ajada tarbija segadusse. Seitsme vabatahtliku ELi ökomärgisega on tähistatud tooted, millel on väike keskkonnamõju kogu toote olemusringi jooksul. Need ISO 14024 standardi kohased märgised aitavad keskkonnasõbralikel toodetel eristuda. Siinkohal on oluline mainida ka, et ökomärgised ei ole samad mis mahemärgised. Erinevus seisneb selles, et mahemärgise saamiseks tuleb täita mahepõllumajandusliku tootmise ja mahetöötlemise nõudeid, mitte ei lähtuta toote kogu elutsüklist (Environmental 2012). Enimkasutatavad ökomärgised on toodud välja LISA 2-s.

Olukorra selgemaks muutmiseks rakendatakse ka Euroopa Liidu toote keskkonnamõju määramise metoodikat ehk toote keskkonnavalase jalajälje metoodikat, mis võimaldab määrata ja edastada toote keskkonnakaitsealast teavet (Product 2012).

Järjest olulisemaks on saanud ettevõtete läbipaistvus. Kergesti kättesaadav informatsioon tooraine päritolu, tootmise ja muu kohta on muutunud väga tähtsaks, sest see aitab võita tarbija usalduse ja annab üldse võimaluse sertifitseerimiseks. Kliendid, kes on hakanud rohkem mõtlema

järeltulevatele põlvkondadele ning keskkonnale, pööravad järjest enam tähelepanu sellele, mis materjalidest ja kuidas tooted on tehtud. See paneb ka ettevõtjaid, kes on pidevalt tarbija jälgimise all, tegema vastavaid valikuid. (Puusild 2018) Liikumised Fashion Revolution ja Ethical Consumer on töötanud välja Fashion Transparency Index'i, mis kaardistab ettevõtteid vastavalt infole, mis on nende kohta avalikult kättesaadav ja mida ettevõtte ise avaldavad. Fashion Transparency Index ongi pigem kommunikatsioonivahend klientide ja tootjate vahel. (FAQs: Fashion)

Juba olemasoleva toote kasulikku tööga saab aga pikendada korduskasutamise ja parandamise teel, vältides nii jäätmeteket. Need valdkonnad on positiivses mõttes tööjõumahukad ja suurendavad tööhõivet. See seab kõrgendatud nõudmised toodete disainile, et tooted oleksid kestlikud või lihtsasti parandatavad. Selleks on vaja muuta varuosad ja parandamisjuhiseid kergemini kättesaadavaks. (Closing 2015)

Tarbija seisukohalt on ringmajanduse üks väljendusviise ka see, et omamise asemel hakatakse eelistama rentimist ja teenuse ostmist. Näiteks külmutus-, pesupesemis-, transpordi-, käekotiteenus, kuna tulevikus võib osutuda keeruliseks ressursi/toodete inimeste pärisomandusse andmine, sest ilmselt ei suuda nad piisavalt säästlikult toimetada ja ressursivoogude haldamine võib muutuda keerukaks. (Tilga, 2017) Ringmajandust toetavad ka toodete ühiselt tarbimine (osalustarbimine, jagamismajandus, näiteks Uber), toodetele eelistatakse teenuseid ning kasutatakse infotehnoloogiat ja digikeskkonda. Neid arengusuundi toetab ka Euroopa Liit "Horisont 2020" raames. (Closing 2015)

Tekstiilide puhul on oluline märkida, et keskkonnamõjust kuni 60% tekib hoopis toodete pesemise ja hooldamisega, mis on tihedalt seotud tarbijate teadlikkusega. (Minney 2008) Näiteks kui 60-kraadise vee asemel pestaks tooteid 30-kraadise veega, kuivatataks ilma elektrilise kuivatita ja pestaks harvemini, väheneks oluliselt kulutatud energia hulk, vabanenud CO<sub>2</sub> ja kasutatud vee kogus. (Allwood 2006) Tarbija teadlikkus määrab lisaks ühtlasi selle, mis saab tekstiilidest nende esimese kasutusaja lõpus. Suurem osa rõivastest jõuab prügilasse olmejäätmena, mis aitab kaasa keskkonnaprobleemide kasvule. Segumaterjalid on eriti suureks probleemiks, sest sünteetilised kiud lagunevad väga aegleselt, vabastades atmosfääri ohtlikke ühendeid ja ka naturaalsed kiud võivad ebasoodsates tingimustes eraldada metaani (kasvuhoonegaas). Irooniline on, et rõivad, mis on mõeldud üheks hooajaks, lagunevad mitu aastat (Dubey 2015).

Eestis on tarbijate teadlikkus ringmajandusest suhteliselt madal. Ka elanikkonna jäätmete sortimise harjumused ja motivatsioon ei ole kõrge, samuti on visad muutuma juurdunud tarbimisharjumused. Kuid selles suunas tehakse esimesi samme, sest materjalide liigiti kogumisele pööratakse meil järjest enam tähelepanu (näiteks on suuremates linnades olemas eraldi tekstiili kogumise konteinerid). Ühtlasi on ökoloogiliste toodete populaarsus, korduskasutus ja ringdisainitud toodete tarbimine Eestis suurenemas. (Moora, 2018) Järjest hoogu kogub maker-liikumise osa RIY (Repair it Yourself) ehk esemete parandamine. Maker-võrgustikes saab annetada, müüa ja vahetada kasutuna seisma jäänud esemeid ning anda neile uus elu ja eesmärk, ka jääkmaterjale kasutatakse uuesti (Krustok 2016). Maker- liikumise hea näide on võrgustiku Elav Tartu ja "Prügivaba Elu" SPARK Markerlabis korraldatav paranduskohvik, kus igaüks saab kaasa võtta oma remontivajava eseme ning kohalolevate meistrite abiga selle korda teha.

#### 1.2.4 Jäätmekäitlus

Jäätmekäitlusel on ringmajanduses keskne koht, sellega pannakse paika kuidas jäätmehierarhiat ellu viiakse. Jäätmehierarhia on järjestus eelistatava kasutamise osas kahanevas järjekorras: jäätmetekke vältimine, korduskasutamiseks ettevalmistamine, ringlusessevõtt, jäätmetest energia tootmine, jäätmete kasutuselt kõrvaldamine (prügilasse ladestamine). (Closing 2015) Viis, kuidas jäätmeid kogutakse ja käideldakse, võib saada määravaks jäätmete ringlusse võtmisel. See süsteem vajab hetkel tõhustamist, et väärtuslik ressurs ei ladestuks prügilasse või ei suunduks põletusse ja muutuks seeläbi kadunud ressursiks. Selle vähendamiseks on ELis kehtestatud juba nõudeid nii eraisikutele kui ettevõtetele. (Closing 2015) Põhjamaades ja Saksamaal tekkis 2016. aastal prügi 757 - 443 kg elaniku kohta (51633 - 2768 tuhat tonni), kuid seal on väga tõhus ringlusessevõtt ja seega prügimäele jäätmed peaaegu ei jõuagi (alates Rootsi 3 kg kuni Soome 16 kg elaniku kohta, vaid Norras 32 kg). Eestis, kus prügitootmise hulk on madalam (alla 376 kg elaniku kohta), läks prügimäele 38 kg prügi inimese kohta aastas. Eestlaste prügitootmine on eelnevate aastatega võrreldes tublisti vähenenud, kuid siiski on see kõrgem kui teistes Põhjamaades. (Eurostat. Municipal 2018)

Ringlusessevõtu kvaliteeti saab tõsta jäätmeid kogudes ja sorteerides. Sel puhul katavad tootjad osaliselt oma toodete kogumise ja jääkide töötlemise kulud. (Closing 2015) Tööstusjäätmeid on lihtne kokku koguda nõ puhtalt, st määratumata ja sorteeritult, sest nii on järelturg jäätmetel oluliselt kõrgem. Ka disainiprotsessis saab seda arvesse võtta, kasutades võimalikult ühetüübilisi materjale, või tehes need hõlpsasti demonteeritavaks (Planned 2009).

Jäätmehierarhias on kõige olulisem jäätmete vähendamine taaskasutamise ja ringlusessevõtu läbi. See tähendab, et jäätmeteket tuleks ideaaljuhul täielikult vältida, seejärel võtta ringlusesse või taaskasutada, et vähendada jäätmete põletamist ja prügilasse ladestamist. Tekstiilitööstuses on jäätmehierarhia eesmärgiks saada materjalidest maksimaalne praktiline kasu, tekitades minimaalse koguse jäätmeid ja vähendada keskkonnamõju. Tekstiili loetakse peaaegu 100% ringlusessevõetavaks. (Hawley 2008)

ELi 2008 aasta jäätmedirektiiv täpsustab, millal jäätmed ei ole enam jäätmed. Jäätmed lakkavad olemast jäätmed taaskasutustoimingu tulemusel, kui saadud asja on võimalik kasutada kindlal otstarbel, sellel on tarbijaskond, see vastab tehnilistele nõuetele, õigusnormidele ja tootestandarditele ning ei avalda negatiivset mõju keskkonnale ega inimese tervisele. (Vili 2011)

### 1.2.5 Jäätmed ressursiks

Põhjamaade Ministrite Nõukogu rohemajanduse nõunik Madis Tilga on öelnud, et ohtusid biomajandusega viltu minekuks on vähemalt sama palju kui helgeid perspektiive. Meil tuleb oma väärtuslikke loodusressursse õppida kasutama nutikamalt ja mitmekülgsemalt ning kaotada oma sõnavarast mõiste „jäätmed“. (Kooli 2017) Ringlusessevõetavuse hindamiseks on oluline teada jäätmete kemikaalide sisaldust. ELis on eesmärk koostada standardid võõriste sisalduse ja kasutussobivuse tähistamiseks ringmajanduses. Üha suurem arv keemilisi aineid on osutunud väga ohtlikuks ning neile on rakendatud mitmeid piiranguid või keelde. (Closing 2015)

Ka kõrgtehnoloogilised tooted koosnevad tavaliselt madala kvaliteediga materjalidest, st odavatest plastidest ja värvainetest, mis pärinevad turgudel, kus määravaim on madal hind. Mittetoksiline ja mürgivaba tootmine, aga ka sobimatute kemikaalide lihtsam tuvastamine hõlbustaks oluliselt teisese tooraine ringlusessevõttu ja kasutamist. Oluline on, et komponendid oleksid lahutatavad ja uuesti ringlusesse suunatavad. (Planned 2009)

Teisese tooraine kasutuselevõttu ja jäätmete tõrgeteta ringlust parandaks ELi sisese kauplemise lihtsustamine. Selle saavutamiseks on vaja parandada teiseste toorainete piiriülest elektroonilise info kättesaadavust kogu ELi hõlmavate toorainevoogude kohta. Teiseste toorainete turu tekke aluseks on piisav nõudlus ringlusessevõetava materjali vastu. Vanapaber ja vanametall on head näited selles osas. Muude materjalide puhul on see alles algusjärgus. Erasektoril on selles oluline roll nõudluse tekitamisel. Paljud ettevõtted on juba teatanud, et nende toodetes kasutatakse ringlusessevõetud materjale, seda nii jätkusuutlikkuse kui ka otstarbekuse tõttu. (Closing 2015) Kuid sellega kaasnevad teatud probleemid ja ohud. Teisene tooraine ei ole praegu veel nii kvaliteetne kui algne, sest materjalikoostis on muutunud lisainete tõttu. Näiteks on puhas teras,

mida kasutatakse autodes, kõrge süsinikusisalduse ja tõmbetugevusega. Kuid taaskasutatav teras, mida saadakse autoosade kokkusulatamisel, koosneb lisaks terasele ka vasest, värvidest ja plastidest. Selline materjal on juba oluliselt nõrgem ja puhta terase asendamiseks seda kasutada ei saa. (McDonough 2002)

### 1.2.6 Tekstiilijäätmed

Uute rõivaste valmistamine olemasolevatest materjalidest on tavaliselt keskkonnasäästlikum kui uute materjalide tootmine. Tekstiilijäätmed võib jagada nende tekkimise järgi kolme kategooriasse:

1. Tarbimisjärgsed jäätmed (*post-consumer waste*) tekivad siis, kui lõpeb rõivaste esmakordne kasutamine. See hõlmab peamiselt kasutatud rõivaid ja kodutekstiile. Suurim väljakutse nende kasutamisel on segumaterjalid ja madal kvaliteet. (Aus 2010)

2. Tarbimiseelsed jäätmed (*pre-consumer waste*) on müügi jäägid. See hõlmab kaupluste ja ettevõtte tootarenduse jääke, tagasi toodud defektset kaupa ja tellitud rõivaste saadetisi, mis ei ole erinevatel põhjustel välja ostetud, tollis kinni peetud piraattooteid ja vormirõivaste laovaru. Müügiülejäak leiab taaskasutamist tavaliselt ettevõtte siseselt. Disaineritel on potentsiaalne võimalus koostööks tolliga. (Aus 2010)

3. Tootmisjäätmed (*production waste*) on väga kõrge potentsiaaliga korduvkasutuseks, sest kogused on suured ja kvaliteet hea. Tekstiilitööstuse puhul on need näiteks rõivatootmise jäägid (juurdelõikusjäak, proovid, kangarulli lõpud, väljalõiked). Seni on need läinud peamiselt olmeprügi hulka, sest jäätmekäitluskulud on Eestis siiani olnud suhteliselt madalad, mis kõrvaldab motivatsiooni vähendada toodetud tekstiiljäätmete kogust või taaskasutada jääke uute rõivaste valmistamiseks. Suurenevad jäätmekäitluse, tööjõu ja tooraine kulud võiks tulevikus siiski tõsta tootjate motivatsiooni oma tootmisjääke uuesti ringlusse võtta. (Aus 2010)

Tootmisjäätmed on kõige lihtsam materjal, mida kasutada *upcycling*'uks, kuna kogus on üldjuhul üsna suur ja korrapärane. Nende materjalide vool on ühtlane: ainsad kõikumised on toodetud tekstiilijäägi kogus, materjali koostis ja värv. (Aus 2010) Rõivadisainer Johanna Nurm on sellistest jääkidest loonud mitu kollektsiooni, millest viimane kannab nime Almeta ja on hea näide jääkideta disaini kohta vt. LISA 3

## 1.4 INNOVATSIOON

Innovatsioon ehk uut moodi tegemine on täna konkurentsipüsivuse juures oluline tegur.

Jätkusuutlik majanduskasv toimub läbi uuenduslike muutuste ning ressursside ja energia tõhusama kasutamise. Et muuta tootmis- ja tarbimiskäitumist ning tõsta jäätmete lisandväärtust, tuleb luua

uusi tehnoloogialahendusi. (Planned 2009) Ringmajanduses on uuenduslikud need lahendused, mis on seotud jäätmetekke vältimise ja jäätmekäitluse, taastootmise, jätkusuutliku töötleva tööstuse, tööstussümbioosi ning biomajandusega. (Closing 2015)

2010. aastal võttis Euroopa Komisjon vastu jätkusuutliku ja kaasava majanduskasvu käsitleva strateegia „Euroopa 2020”, millele lisandus 2011. aastal ökoinnovatsiooni tegevuskava.

Ökoinnovatsioon on mis tahes innovatsioon, millega edendatakse säästvat arengut, vähendades tootmisviiside keskkonnamõju ja suurendades toodete vastupidavust või tagades loodusvarade tõhusama kasutamise. Sellega vähenevad ka tootmiskulud, sest minimeeritakse materjali- ja energiavoogusid. (Doranova 2016)

Oluline roll on ka uuenduslikel toodetel ning teenustel põhinevatel ärimudelitel, sealhulgas toodete eluea pikendamise, materjalide korduskasutuse ning jagamismajandusega seotud teenustel. Eestis panustavad ringmajandusse nii Uuskasutuskeskus, Taxify kui ka mitmed IT ärimudelid. Uute toodete ja teenuste arendamisel on Eesti heade väljavaadetega nii materjaliteaduse kui IT-lahendustega seotud valdkondades, kus on tugev teadusbaas ning uute ettevõtete loomise kogemus. Need on valdkonnad, kus Eestil saab olla edu saavutamiseks parem võimalus kui klassikalise ressursimahuka suurtööstusega riikidel. Toote müügi kõrval saab pakkuda rentimise ja erinevaid hooldusteenuseid. Selline uudne kombinatsiooni pakkumine on üha populaarsem paljudes valdkondades, millele aitab kaasa IT valdkonna kiire areng. (Eesti Teadusagentuur 2017)

Kuna tooraine hinnad pikemas plaanis üha kasvavad, siis on materjaliteadusel oluline koht uute materjalide väljatöötamisel, mis põhinevad taaskasutusel või jäätmetel, mis aitab ettevõtetel olla majanduslikult konkurentsivõimeline. Uudsetest materjalidest ning innovatiivsete toodete ja teenuste arendamisel tasub panustada enam koostöösse teadusasutustega, kellel on olemas materjaliuminguteks sobivad laborid ja vajalik oskusteave. Üliõpilaste kaasamine tootearendusprojektidesse on kasulik nii ülikoolidele kui ettevõtetele, sest nii on võimalik koolitada endale vajalikke spetsialiste. (Eesti Teadusagentuur 2017)

Lühidalt öeldes on ringmajanduse mudel väga laia haardega kompleksne süsteem, mis käsitleb tootmisprotsesse tervikuna, tõstatab mitmeid küsimusi seoses ressursside valiku ja disaini ning tootmisega ja annab soovitusi milliseid valikuid tuleks teha, et materjale võimalikult kaua ja säästlikult ringluses hoida ja vältida jäätmete teket. Samuti toob see välja olulise probleemi, mis on tekkinud segumaterjalidega, sest need on nii tehis- kui ka looduslike materjalide aineringe jaoks kasutuskõlbmatud. Tekstiilide puhul on leitud toimiv lahendus jääkide vähendamiseks taaskasutamise teel. Innovatsioon toetab ringmajanduse praktilist rakendamist, nii uute materjalide kui ka tehnoloogiate abil.

## 2. MATERJALID RINGMAJANDUSES

Selles peatükis tutvustan ma ringmajanduse jaoks sobilikke sünteetilisi ja looduslikke materjale. Annan ülevaate materjalide ringlusest, keskendudes põhjalikumalt looduslike materjalide kasutamisele ja nendest komposiitmaterjalide loomisele. Selgitan ka segadust tekitava mõiste “biolagunev” olemust.

Ringmajanduses on materjalide kvaliteedil, tootmisprotsessidel ning töötlemisel oluline roll. Materjalide ringluses kehtib hällist-hällini põhimõte, kus toote olelusingis on seotud kõik etapid alates toorme hankimisest või loodusvarade kaevandamisest kuni toote lõpliku kasutusest kõrvaldamiseni välja. Nii võib ilmneda, et mõnedel toodetel on keskkonnale suurem mõju kui teistel. Selle erinevuse analüüs võib anda hea võimaluse toote keskkonnamõju parandamiseks. Disainiprotsessi alguses hoolikalt valitud materjale võib kasutada mitmeid kordi või neid ümber töödelda, ning saadud materjalist teha omakorda uusi tooteid. Aga ainult uuesti kasutamine ei tee neist veel keskkonnasõbralikke materjale, sest tooted, mis ei ole disainitud ringlusesse võtmiseks, võivad sisaldada inimesele ja keskkonnale ohtlikke komponente (McDonough 2002). ELis tegeletakse põhjalikult materjalide ringlusse võtmise sobilikkuse ja keemilise koostise analüüsiga ning ohtlike ainete ja haruldaste loodusvarade kasutamise piiramisega. (Communication 2008) Selleks, et materjale saaks hiljem taaskasutada, eraldatakse üksteisest looduslikud ja tehislised materjalid. Esimesed osalevad bioloogilises ainerings, kus toimub materjali muutumine looduslikul teel erinevate elusorganismide kaasabil biosfääris. Teises tsüklis ringlevad aga tehnoloogilistes protsessides valdavalt naftasaadustest sünteetiliselt tehtud looduses normaalsetel tingimustel mitte esinevad materjalid. (Webster 2015)

### 2.1 TEHISMATERJALID

Ringmajanduses on tehismaterjalide puhul tähtis maksimaalselt kõrge kvaliteet ja vastupidavus, et need püsiksid võimalikult kaua ringluses ja oleksid üha uuesti taaskasutatavad või lihtsasti ümbertöödeldavad. (Webster 2015) Arvestades, et erinevate tehismaterjalide kasutamine on pidevalt suurenenud, on nende ringlusesse võtmine ja seal hoidmine saanud ka ELis prioriteetseks. Kuid kahjuks on praegused kokkukogutavad plastid vaid ümber töödeldavad, neid ei saa uuesti kasutada samade materjalidena, näiteks tehakse plastikpudelitest fliisi, aga mitte uusi plastikpudeleid, mille tegemiseks on vaja kasutada siiski ainult uut toorainet (vt LISA 4). Väga suure osa tehismaterjalidest moodustavad erinevad polümeerid/plastid ja nendest valmistatud

segamaterjalid ehk komposiidid. Jäätmemajanduse vähese efektiivsuse tõttu on kaasnud tehismaterjalide tootmise kasvuga samuti rida keskkonnaprobleeme. Näiteks on märkimisväärselt kasvanud merekeskkonna reostus, sealhulgas mikroplasti teke. (Closing 2015)

Mikroplast satub loodusesse toodete lisanditena (nt kosmeetika, puhastusained, värvid), plastgraanulite tootmisel või toodete (rehvide, värvide ja sünteetiliste riiete) kulumisel nt riiete pesul, aga ka lihtsalt prügina. Praegused veepuhastussüsteemid ei võimalda seda reoveest eraldada ja nii joo me seda ka ise. (A European 2018) Arvestades inimkonna ja tarbimise kasvu ning plasti üliaeglast ning keerulist lagunemist looduskeskkonnas, on plastireostuse puhul tegu kiirelt süveneva probleemiga. 2016. aasta Maailma Majandusfoorumil prognoositi, et seniste trendide jätkudes leidub 2025. aastaks ookeanides iga kolme tonni kala kohta plasti üks tonn ja 2050. aastaks on plasti juba rohkem kui kalu. (Heinlaan 2017)

Kuid osaliselt saab selle probleemi lahendamisega hakkama ka loodus ise. Näiteks on Austraalia teadlased avastanud, et väikestel mõnesentimeetristel mereloomakestel hiilgevähkidel ehk antarktika krillidel on plastiseedimisvõime. Nad suudavad alla viie millimeetriseid plastitükikesi muuta väiksemateks tükikesteks. (Ennet 2018)

Enamus plastmaterjale toodetakse naftal põhinevast toormest, kuid järjest rohkem on hakatud tähelepanu pöörama looduslike, biolagunevate materjalide loomisele. (Malmstein 2011)

## 2.2 LOODUSLIKUD MATERJALID - KOMPOSIIDID

Bioloogilisel toorainel põhinevate materjalide puhul, vastupidiselt tehismaterjalidele, on oluline, et need võimalikult kiiresti ja lihtsalt algosakesteks laguneksid, et jäägist tekiks võimalikult kiiresti väärtuslik toit uue biomassi tootmiseks ja ei toimuks liigset materjali kuhjumist. (Webster 2015)

Enamus materjale, mis meid ümbritsevad on komposiitmaterjalid, kaasaarvatud meie organismi koostisosad. Komposiidid on enam kui ühest komponendist (faasist) koosnevad heterogeensed materjalid, kus faaside omadused ja orientatsioon on selgelt erinevad ja kontrollitavad. Üks faasidest on tavaliselt kõva ja tugev ning seda faasi nimetatakse sarruseks e. armatuuriks. Teine faas ehk komposiidi põhiosa on elastne ja seda faasi nimetatakse maatriksiks e. sidematerjaliks. Selline pehme ja elastse materjali kombineerimine kõva täiteainega muudab materjali tugevamaks ja sitkemaks (Loog 2012)

### 2.2.1 Komposiitmaterjalide armatuur

Komposiitmaterjalide armatuuriks võib olla kiud, riie, vilt, lint jms. materjal.



Armatuuriks olevad kiud võib jaotada:

1. Looduslikud kiud on taimsed, loomsed ja mineraalkiud;
2. Inimese toodetud kiud, mis on saadud kas taastuvatest allikatest või sünteesi käigus;
3. Anorgaanilised kiud, mis on näiteks metallid, klaas, mineraalid (Classification of fibers).

Taimsed kiud on enamasti lignotselluloossed nt kanep, lina, paber, puit, puuvill, kõrrelised jpt taimsed kiudmaterjalid. Loomsed kiud on vill, looma karvad, suled, siid, ämblikusiid jne, mis on moodustunud proteiini baasil. Vill on täielikult biolagunev materjal, kuid see protsess käivitub väikse viivitusega, sest villakiududel on teatud vastupidavus mikroorganismidele. (Arshad 2011) Kuid peale paari nädalat hakkavad villakiudu hävitama seened, seejärel juba nõrgenenud kiude bakterid, kes eritavad ensüüme. Vill biolaguneb sobivates tingimustes ühe aasta jooksul.

(International Wool) Vill on looduslik materjal ja süsinik-neutraalne, tema globaalse soojenemise potentsiaali indeks on null, mis tähendab, et villal pole keskkonnamõju. (Insulation Superstore)

Looduslikud kiud on leidnud kasutust ka paljude disainerite loomingus, näiteks Werner Aisslinger *Hemp Chair* (Aisslinger 2011) ja Philippe Starck *Zartan Eco* tool (Starck 2012) on kasutanud kanepikiudu ja Martin Mostböck on oma tooli *Flaxx Chair*'i (Mostböck 2011) valmistanud linast. Villakiude on kasutanud juba 1986. aastal Itaalia disainer Gaetano Pesce oma tooli *Feltri* (Pesce 1986) loomisel kus materjaliks oli villavilt ja ka Solidwool (Solidwool 2018). Käesolev aasta Stockholmi mööblimesil presenteeris Jin Kuramoto oma linakiududest ja biolagunevast maisitärklise baasil tehtud polümeerist tooli (Chair 2018). Eestis on Katrin Kabun põhjalikumalt uurinud jääkvilla kasutamise võimalusi sisustustekstiilide loomisel (LISA 5).

### 2.2.2 Komposiitmaterjalide maatriks

Maatriks koosneb polümeeridest, mis on kõrgmolekulaarsed ühendid, mille makromolekulid moodustuvad korduvatest, omavahel keemilise sidemega järjestikku ühendatud aatomirühmadest. (Loog 2012) Päritolu järgi saab polümeerid jagada looduslikeks, poolsünteetilisteks ja sünteetilisteks. (Veinthal 2010)

1. Biopolümeerid ehk looduslikud polümeerid võivad koosneda ühesugustest monomeeridest (glükoosijääkidest) või erinevatest monomeeridest (aminohapped, nukleotiidid). Looduslikud polümeerid on nukleiinhapped, valgud, polüsahhariidid ja polüpreenid, erinevad vahad (nt mesilasvaha, lanoliin), vaigud (nt merevaik, šellak, männivaik, tõrv), proteiinid (nt kaseiin, kondiliin, želatiin) ja polüsahhariidid (nt tärklised, agar-agar, kummiaraabik) (Peets 2005).
2. Poolsünteetilisi polümeere saadakse looduslikest polümeeridest keemilise töötlemise teel, millega muudetakse nende lahustuvust paremaks, töötlemist lihtsamaks ja materjali tugevamaks või sitkemaks. See muudab need looduses suhteliselt kiiresti lagunevaks ja on heaks materjaliks

biolagunevate polümeeride loomisel. (Peets 2005) Kuid teisalt võivad põhjustada suuri probleeme mikroplasti tekitamisega.

3. Sünteetiliste polümeeride tooraineks on enamasti nafta, maagaas või kivisüsi. (Kulu 2001)

Idealis võiks maatriksi materjalid olla looduslikku päritolu. Juba on töötatud välja lahendusi, kus maatriksis on kasutatud taimeõlil (epoksüdeeritud sojaõli, linaseemneõli ja riitsinuseemneist saadav kastoõli) põhinevaid vaike. Linaõlivaik põhineb tootjate sõnul 96 % taimeõlil, kuid soja ja lina tuleb selleks rakenduseks eraldi kasvatada (konkureerib toidukultuuridega), seevastu riitsinus kasvab aga mitmel pool umbrohuna ja omab seetõttu paremat potentsiaali. Kahjuks ei ole ükski mainitud õlivaikudest biolagunev. (Netravali 2003)

On tehtud teadusuuringuid ka täiesti biolagunevate komposiitide klassi arendamiseks, kombineerides looduslikke kiude biolagunevate polümeeridega. Enamus praegusest tehnoloogiast on veel uurimis- ja arendustegevuse staadiumis. Kuid juba on saadaval komposiitmaterjale, mis on biolagunevad, näiteks tärklis-polüvinüülatsetaat (PVA). Enamasti on need kasutamiseks siseruumides, sest välitingimustes nad lahustuks vees ja laguneks suhteliselt ruttu. (Netravali 2003) Villakiust ja biolagunevast polümeerist komposiitmaterjalide valmistamisega tegeleb ka eesti disainer Katrin Kabun, kes on tõestanud oma materjalide biolagunevust. (Kabun 2017) Tartu teadlane Kaido Siimon on valmistanud bioühilduvaid nanokiudmaterjale, mis on loodud elektrospinnitud looduslikust želatiinist, mida on võimalik ristsidestada glükoosi abil ja kuumutades 170°C juures muuta veekindlaks. (Siimon 2016)

“Roheliste” polümeerimaterjalide hulka kuuluvad bioplastid, mis on saadud biopolümeeridest.

Bioplastid saab jagada kaheks: 1. bioloogilise päritoluga polümeerid, mille tooraine saadakse taastuvatest ressursidest; 2. biolagunevad polümeerid, mis on biolagunevad ja komposteeritavad, kuid neid võib saada ka mittetaastuvatest ressursidest (naftast). (Kers 2010)

Bioplastist võib saada hea alternatiiv kõikidele tavapärasele plastmaterjalidele, kuid arvestades tooraine mitmekesisust, pole see turg mitmete probleemide tõttu veel täit potentsiaali realiseerinud. (European Bioplastics) Bioplastide tootmisega on tekkinud rida uusi probleeme, sest kaugeltki kõik bioplastid ei ole keskkonnasõbralikud, näiteks kui tegu on geneetiliselt muundatud organismidega (GMO), kui toorme kasvatamisel on kasutatud pestitsiide ja fungitsiide või maakasutus toorme kasvatamiseks toimub põllumajandusmaa arvelt. (Thompson 2013)

Tegelikult on enamikul suurematel tootjatel kavas muuta oma tooted "rohelisemaks" või ringlusse võetavaks. Kahtlemata on keskkonnasõbralike, täielikult biolagunevate armeeritud plastmaterjalide või “roheliste” komposiitmaterjalide tootmine komplitseeritud, kuid tuleviku toodete keskkonnasäästlikumaks muutmisel siiski olulise tähtsusega. (Netravali 2003)

## 2.3 BIOLAGUNEMINE

Üldisemalt tähendab lagunemine materjali füüsikalist, keemilist või biokeemilist lagundamist. Biolagunemise käigus toimub mikroorganismide tegevuse toel materjali täielik mineraliseerumine, mis tähendab, et materjal laguneb mõistliku aja jooksul süsinikdioksiidiks, veeks ja biomassiks.

(Arshad 2011) Enamik praegusest biolagunevaks märgistatud plastist laguneb vaid eritingimustes, mida looduskeskkonnas ei esine ja võib seega kahjustada ökosüsteeme. Eriti suuri probleeme valmistab biolagunemine merekeskkonnas. (A European 2018) Biolagunemine leiab aset kas hapnikurikas keskkonnas (aeroobne biolagunduvus) või ilma hapnikuta keskkonnas (anaeroobne biolagunduvus). (Report 2018)

Kahjuks tekitab termin "biolagunev" palju segadust liiga vaba tõlgendamise tõttu. Siin tuleb selgelt vahet teha mõistetel "bioloogiline päritolu" (*biobased*), "okso-lagunev" (*oxydegradable*) ja "biolagunev" (*biodegradable*) vahel. (Karana 2014) Okso-lagunev on tavaplast, millele on lisatud metalli soolasi, mis kiirendavad plasti lagunemist väikesteks tükkideks. See toimub päikesevalguse või/ja soojuse mõjul ja kestab 2-5 aastat. Selliselt lagunenud polümeer on silmale nähtamatu ja võib kergesti sattuda läbi mikroorganismide ka meie toidulauale. (Tamm 2017) Eriti ohtlikuks teeb oksoplasti asjaolu, et siiani pole teada, kas või kui kaua võtab aega selle biolagunemine süsinikdioksiidiks ja veeks ning tihti võivad laguproduktid olla looduskeskkonnale toksilised. (Thomas 2012)

Komposteerimine on biolagunemine, millele on seatud kindlad US ja EU standardid. Näiteks peab 90% materjalist lagunema 90 päeva jooksul süsinikdioksiidiks, veeks ja biomassiks. (Thompson 2013) Bioplasti kompostimiseks on vajalik piisav kogus hapnikku ja niiskust ning sobiv pH ja temperatuur. (Kers 2010) Kompostimisel eristatakse sarnaselt biolagunemisele aeroobset ja anaeroobset lagunemist. Anaeroobset lagunemist nimetatakse fermentatsiooniks või roiskumiseks, sellega kaasneb sageli metaani eraldumine. Aeroobne ehk loomulik lagunemine on aeganõudev protsess, mille käigus orgaanilised jäätmed muutuvad huumuseks. Komposteerimisele aitavad kaasa bakterid, seened, sajajalgseid, vihmaussid ja teised elusolendid. (Komposteerimine)

Kuid tihti ei sobi kompostitavaks märgistatud plast kodus kompostimiseks, sest selleks vajalikke tingimusi on raske saavutada. Samuti tekitab probleeme kompostitava ja tavaplasti segamini ringlusse võtmine, sest see vähendab ringlusse võtmisel materjalide kvaliteeti. (A European 2018) Biolagunevus ei sõltu mitte ainult polümeeri lähteainetest vaid samuti selle keemilisest struktuurist. Seega võivad täiesti bioloogilist päritolu plastid olla mitte-biolagunevad ja naftapõhised plastid biolagunevad (*European bioplastics*).

Sellist infot on objektiivsetel põhjustel keeruline tarbijatele üheseltmõistetavalt jagada. Kuid selge on, et biolagunevat plasti ei tohi jätta loodusesse. Ka kompostitavaks ja biolagunevaks märgitud

plasti tuleb pärast kasutamist käidelda kindlates tingimustes. Tuleb kindlaks teha ka keskkonnale selgelt kasulikud rakendused ja nende puhul soodustada innovatsiooni. Sorteerimise lihtsustamiseks ja valedes keskkonnaväidete vältimiseks tuleb parandada kompostitava ja biolaguneva plasti määratlemist ja märgistamist. Samuti tuleb täpselt selgeks teha, mille korral biolaguneva või kompostitava plasti kasutamine toob kasu. On leitud, et teatavatel alternatiivsetel materjalidel, millel on väidetavalt biolagunemisomadused, nt oksüdantide toimega lagunev plast, ei ole tegelikult ühtegi tõendatud keskkonnaeelset tavaplasti ees, samas põhjustab muret nende kiire lagunemine mikroplastiks. (A European 2018)

Kokkuvõtteks saab öelda, et ringmajanduse seisukohast on oluline vahet teha, kas materjalid kuuluvad looduslike või sünteetiliste materjalide ringlusesse. Segumaterjalides tuleks eelistada samasse ringi kuuluvaid komponente. Info vasturääkivus ja terminoloogia mitmeti tõlgendamine on tekitanud olukorra, kus tarbijad võivad tunda ennast petetuna, seetõttu tuleb hoolikalt tutvuda toodete infolehega, et teada, kas lubatud positiivne keskkonnamõju ka tegelikkusele vastab. Toodetele märgitud “biolagunev” tähendab enamasti vaid kindlates kontrollitud tingimustes lagunemist, mida kodustes oludes saavutada ei ole võimalik või on väga keeruline. Kõige kindlam lahendus tundub kirjanduse põhjal olevat bioloogilist päritolu ja komposteeruvate materjalide kasutamine.

### 3. JÄÄGIST TOOTEKS. TOOTESARJA LOOMINE

Selles peatükis tutvustan sisustustoodete sarja loomist kudumisettevõtetes tekkivatest villase kanga jääkidest, lisaks annan ülevaate lõputöö eelloost, analüüsin disainiprotsessi ja selle käigus tehtud valikuid ning otsuseid, samuti toon välja edasitöötamise võimalused ja vajadused nendes kohtades, mis käesolevasse töösse ei mahtunud. Annan ülevaate kasutatud materjalidest, eksperimentidest enda tehtud bioplastikutega ja nendest valminud komposiitmaterjalidest. Eraldi alapeatükk kajastab lõputööks loodud tootesarja Kooo, mille . kõigis toodete valmimise etappides on lähtunud ringmajanduse põhimõtetest.

#### 3.1 EELLUGU

Minu huvi kudumitööstuse jääkide vastu tekkis 2015. aastal, kui käisime TKK tekstiiliosakonnaga õppereisil Woolish Knitting OÜ Viljandis asuvat tööstuses. Sellel hetkel olid nende jäägikogused muljetavaldavad. Sealt saadud materjalidest sündisid esimesed lihtsamad materjalikatsetused ja prototüübid ning tekkis aimdus materjalide väärtusest. 2016 aasta sügisel uuesti ettevõtet külastades sündis esimene otsene koostöö Woolishiga, mis arenes 2017 aasta kevadel tootesarjaks Kooo, mille loomisel kasutasin suhteliselt suuremõõdulisi jääke. Samas sain teada, et Woolish on oma jääkide teket kõvasti vähendanud ning kärbivad seda tulevikus veelgi. See sõnum oli muidugi oma olemuselt positiivne, kuid mu tuli leida uus tooraineallikas. Nii asusin otsima uut koostööpartnerit, kelle jääke saaksin suuremas mahus oma tootearendusprotsessis kasutada. 2017 detsembris käisin jälle Viljandis seekord ettevõttes Knittex, kus ootas mind suur kogus kangatükke ja väga koostöövalmid omanikud. Selleks hetkeks olin oma vajadusi jõudnud täpsustada, sest tootearenduse käigus olin jõudnud otsuseni, et vajan just väikeseid ja keeruka kujuga kangatükke, erinevalt varasemast soovist kasutada suuri neljakandilisi. Selliseid jääke tekib rõivaid tootvates ettevõtetes paratamatult palju (kää- ja kaelaaugus, varrukate väljalõikamisel ning mujalgi) Seega sai jätkuda ka meie koostöö Woolishiga. 2017. aasta lõpuks oli mul olemas kaks partnerit ja tooraineallikat.

#### 3.2 TOOTESARJA LOOMINE

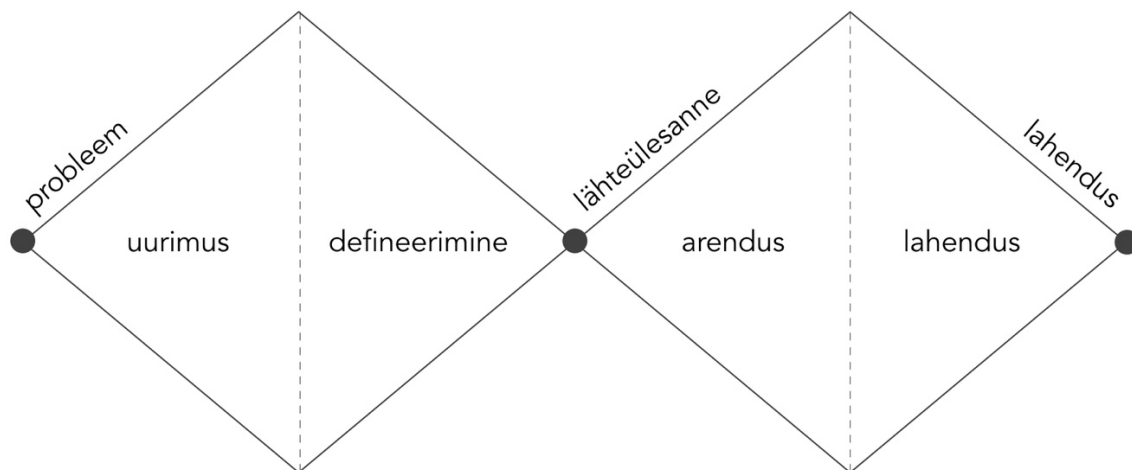
Sisustustoodete valmistamise üldisem eesmärk oli luua naturaalist materjalidest keskkonnasõbralike esemete sari, mis kõnetab keskkonnateadlikku ja hoolivat inimest ning mille ökoloogiline jalajälg on võimalikult väike. Kuna Kooo oli juba tuntust kogunud ja ja mõned suuremad tellimused ootavad täitmist, otsustasin jätkata nime all, sest uued tooted on loogiline edasiarendus eelmistest ja nimi on varasemast inimestele tuttav.

### 3.2.1 Topelitteemandi mudel

Disainiprotsessi paremaks juhtimiseks otsustasin kasutada topelitteemandi mudelit, mis jaotab protsessi erinevateks avarduvateks ja koonduvateks faasideks, kus saab eristada järgnevaid etappe (vt joonis 2) (Design Council):

1. Probleemi püstitamisel esitasin küsimuse, mida teha kudumisettevõtete jääkidega?
2. Uurimisfaasis tegelesin ringmajanduse põhimõtete uurimise ja materjalidega seotud info otsimisega.
3. Defineerimisfaasis tegin leitud info põhjal erinevaid järelusi.
4. Lähteülesandeks püstitasin naturaalsest materjalidest keskkonnasõbralike esemete sarja loomise, mille ökoloogiline jalajälg oleks võimalikult väike.
5. Arendusfaasis tegin erinevaid katsetusi jäägitükkide ja komposiitmaterjalidega.
6. Lahendusfaasis valisin välja parimad rakendused tükkidele ja parimad komposiitide komponendid ning viimistlesin tooteid.
7. Lahenduseks sündisid kudumijääkidest tootesari ja komposiidi näidised.

(Design Council)



Joonis 2. Topelitteemandi mudel

### 3.2.1 Disainiprotsessi analüüs

Tootesarja loomisel sain inspiratsiooni loodusest, kus organismid kasvavad rakk-raku haaval uusi kudesid üles ehitades. Nendes rakkudes on teatud kindel geneetiline kood, mis määrab nende arengu ja funktsiooni. Väikesed kudumitükid seostusid minu jaoks rakkudega, mis oma kujuga dikteerisid ka tekkiva toote otstarbe. Neist toimisid paremini tasapinnaliste (pingikate) osad

ruumiliste (anumad) objektide koostisosana. Selline kavandamise ja testimise protsess oli väga põnev, arendav ja mänguline, kuid samas väga aega nõudev. Tootesarja valitud objektid kujunesid mitmetes erinevates etappides läbi kombineerimiste, testimiste ja katsetuste parimasse vormi. Huvitavaid tulemusi andis üksikutest tükkidest kokku pandud moodulite kombineerimine ja erinevate objektide tekitamine moodulite arvu muutmisega (padjad ja pleedi dekoor).

Koostööpartneriteks olevates ettevõtetes toorainet kogudes ei olnud ma eriti valiv, vaid võtsin kaasa enamuse pakutud materjalidest. Ainsaks tingimuseks seadsin, et samatüübilist jääki tekiks võimalikult regulaarselt. Kuigi saadud jäägikogus oli suhteliselt suur, valisin lõpuks välja sellest ainult väikese osa, sest tootearenduse käigus selgusid mitmed kitsendavad asjaolud, kirjeldan seda täpsemalt järgmistes peatükkides.

Materjaliks otsustasin valida ainult villased kangad, sest see materjal on mulle tuttav ja villane kudum hoiab ruumilisi objekte luues paremini vormi. Tükkide suurust ja kuju otsustasin säilitada muutumatuna nii, nagu need minuni jõudsid, sest soovisin kasutada maksimaalselt materjali, mille ostmiseks olin teinud kulutusi ja lisaks ei tahtnud ma omakorda jääke tekitada. See seadis piirid, milles ma nägin võimalust luua ebatraditsioonilise kujuga omanäolisi tooteid. Selline otsus oli kooskõlas ringmajanduse kontseptsiooniga, mille kohaselt tuleks materjale kasutada nii, et see säiliks võimalikult tooraine lähedasena, et võimaldada palju erinevaid kasutusviise ka tulevikuks. Üksikud täpsustused, mida tuli teha sümmeetrilisuse või muudes huvides, kasutasin ära komposiitmaterjalides sarrusena (sellest räägin allpool täpsemalt). Eelistasin tükke, mida oli ühesuguse kujuga suuremas koguses, sest see võimaldas luua korduvaid mustreid ja jätkuvat kangapinda, samuti andis võimaluse korduseksplaride tootmiseks. Lõputöösse valisin Woolishi kangad, kuna nende neutraalne ja hele värvigamma tõstis paremini esile vormide kuju ja õmbluste graafika. Tööprotsessi alguses valmisid ka mitmed katsetused Knittexist saadud kangastega, aga need ei sobinud oma kontrastse mustri tervikusse, lisaks ei tulnud selle kangaga hästi välja tükkidest tekkiv muster. Kuid Knittexist kogutud materjaliga tegelen kindlasti veel edasi.



Foto 1 Katsetused Knittexi jääkidest

Ringmajanduse seisukohast on väga oluline tooraine kvaliteet, sest mida kõrgem see on, seda kauem peab materjal ringluses vastu. Seepärast uurisin kudumisettevõtelt ja lõngatootjalt võimalikult palju materjalide koostise ja päritolu kohta. Kudumite lõng on pärit Leedu kudumisettevõtetest (Knittexi omad lõngatootjalt Silkeborg), kes saavad villa Euroopa villaturgudelt, ilmselt odavamalt hinda eelistades. Positiivse infona selgus, et kõik kasutatavad lõngad on toodetud hiljuti Euroopas ja seega vastavad ELis kehtivatele rangetele tootmisnõuetele, mis garanteerib, et villa võib komposteerida, sest see ei sisalda ohtlikke kemikaale ega raskemetalle. (vt. LISA 6, 7, 8, 9) Koostööpartnereid valides on minu jaoks oluline toormaterjali hind, mis peab vastama kvaliteedile, olema mulle piisavalt soodne ja motiveerima ettevõtet jääke koguma. Lisaks võiks see olla kõrgem, kui Itaalia villa kokkuostja poolt pakutu (17 senti/kg), mis on seni olnud ettevõtete jaoks võimalus oma jääkide ringlusse tagasi suunamiseks. Seni on ettevõtted mulle suuremaid tükke müüdnud hinnaga alates 3 €/kg ning osa materjalidest on annetatud niisama (uue kanga valmistamine läheb keskmiselt maksma 10 €/kg). Woolishiga sain juba kokkuleppele mulle sobivas hinnas ja Knittexiga seisavad läbirääkimised veel ees.

Selleks et kaardistada jääkide tekke regulaarsust ja saada aimu muudest tööstuses üle jäävatest materjalidest viisin mõlemas koostööettevõttes läbi küsitluse, mis põhines Reet Ausi poolt koostatud küsimustikul, mida ta kasutas oma doktoritöös *Trash to Trend - Upcycling in Fashion Design*, et uurida suurtööstustes tekkivaid jääke. (vt. LISA 10, 11) Küsitlusest selgus, et mõlemad ettevõtted pidasid oma tootmise keskkonnamõju suhteliselt väikeseks ja selle vähendamiseks konkreetseid abinõusid ei tarvitanud ega ka planeerinud. Pigem keskendutakse oma läbimüügi ja käibe kasvatamisele, sest konkurentsipüsimine nõuab nendelt väiketootjatelt suuri pingutusi. Keskkonnasõbralikumad valikud on kaasnud pigem majanduslikel kaalutlustel tehtud otsustega. Sellest põhjusest ajendatuna soovivad mõlemad ettevõtted leida rakendust oma paratamatult tekkivatele jääkidele. Küsitlusest selgusid jääkide umbkaudsed kogused ja nende tekke pidevus ja jätkuvus, millega saan arvestada oma tootesarja mahtude planeerimisel. (vt. LISA 10, 11) Ajakulu materjali sorteerimisel on märkimisväärne, kuid olulise kokkuhoiu võiks anda väljalõikamisel tekkiva jäägi eraldi kogumine. See on iseenesest lihtne, sest tootmises lõigatakse ühesuguseid tooteid välja samaaegselt ja segamini lähevad need ühte kotti kokku pannes, kuid toimiva süsteemi rakendamine eeldab tööstuses isikliku kokkuleppeni jõudmist töötajaga, kes peaks panema erinevad tükid eraldi kottidesse.

Oluline osa toodete valmimisel on õblemisel. Eelmisel suvel Reuse Solutions OÜs praktiliselt olles nägin kudumite õblemise problemaatikat ja sain aru, et suurte koguste õblemiseks on vaja kasutada spetsiaalseid õblusmasinaid. Woolishis on küll masinad olemas, kuid nad soovivad õblemise osa oma tööstuses vähendada. Samuti ei ole vajalikku masinaparki igas õblussalongis. Teenuse orienteeruv hind on 17-20 senti/min. Läbirääkimised käivad praegu Tartus asuva



Topkudum OÜga ja hoolekandetasutuse Hea Hoog SAga, kelle mitmes töökeskuses tegeldakse õmblustöödega.

Lisaks tuleb arvestada transpordiga, sest tooraine asub Viljandis ja mina tegutsen Tartus, kuid kudumisettevõtte on praegu kogunud suurema hulga jääke, mis võimaldab vähendada sõidukordi ja sellega kaasnevat keskkonnamõju.

Toodetes on tädisena kasutatud naturaalselt kraasvilla ja mööblitööstuse jääke. Sünteetilisi materjale kasutasin võimalikult vähe (pingi polster ning korvi ja lillepotiümbrise vatiin) ja need on toodetest suhteliselt lihtsalt eraldatavad. Tulevikus on kavas see asendada täielikult biolaguneva materjaliga, mistõttu uurisin Eesti Lambakasvatajate Ühistu esimehelt Urmas Edurilt lihalammaste kasvatusel tekkivat villajäägi kasutamise võimalusi täitematerjalina. Vestlusest selgus, et lambakasvatajad oleksid sellest koostööst väga huvitatud, kuid sobilike lahenduste väljatöötamine võtab aega. (vt. LISA 12)

Algselt oli mul soov luua biolagunevast komposiidist veekindlaid anumaid, mis võiksid asendada keraamilisi nõusid, kuid sellest eesmärgist pidin loobuma, kuna ei tahtnud taganeda biolagunevuse põhimõttest, aga kättesaadavad materjalid ja tehnoloogiad ei võimalda praegu luua veekindlat, kuid samal ajal biolagunevat polümeeri. Arvestades materjalide ja tehnoloogiate sellesuunalisi arenguid, on see varsti ilmselt võimalik.

Lähtuvalt bioloogilise aineriingluse põhimõttest valisin kangale vormi andmiseks ja tugevdamiseks biolaguneva tärglisepõhise biopolümeeri.

### 3.2.2 Komposiitides kasutatud biopolümeerid

Kangajääkide kasutamisevõimaluste avardamiseks, ruumiliste objekte loomiseks ja kanga tugevdamiseks soovisin luua materjalid, mida ma saaksin kasutada oma toodetele vormide loomiseks. Ühtlasi soovisin vabaneda ka lillepotiümbristes seni tarvitatud plastikanumate kasutamisest, mille peal kangas püsti püsis. Selle probleemi lahendusena valmisid lõputöös kangajääkide jääkidest ja erinevatest biolagunevatest biopolümeeridest komposiitmaterjalid. Nendes kasutatud biopolümeeride retseptid olid järgmised:

1. Tärglisepõhine biopolümeer - 200-500 ml vett, 45 - 15 ml tärglist, 15 ml äädikat, 5 ml glütseriini - segasin kõik komponendid kokku ja kuumutasin vähesel kuumusel keemiseni. See plastik andis komposiidis suurepäraseid tulemusi, oli hästi kasutatav nii ühe kui mitmekihilisena. Sai hästi luua vorme, erinevates lahendusastmetes olid tulemused väga erinevad. Kui plastik oli paks, kattis tekstiili ühtlase paksu kihina ja sisse peaaegu ei imunud, sai luua tugevaid kahe või enamakihilisi komposiite. Kuivamine võttis suhteliselt kaua aega ja olenes objekti suurusest, bioplastikihi paksusest ja komposiidi kihtide arvust. Keskmiselt kulus selleks kuivatuskapis või

õues päikese käes 1-2 päeva, suletud ruumis toatemperatuuril kuni nädal. Kuivamise käigus võisid õhemad kahekihilised materjalid puruneda, kuid mitmekihilised ja läbiimbunud komposiidid olid väga tugevad. Kõigi nende materjalide puhul oli märgata teatud kokkutõmmet vastavalt komposiidis sisalduvavale vee kogusele. Mida rohkem vett oli, seda suurem oli kokkutõmbe protsent. Sellist materjali saaks edukalt kasutada näiteks valgustikuplite või muude läbikumavate ja kerge eemete valmistamiseks, suhteliselt tugevat koormust taluvate materjalide loomiseks (veega mitte kokkupuutuvad mööblipinnad). Biopolümeer on temperatuurile hästi vastupidav, kuid ei talu vett.

2. Želatiini põhine biopolümeer - 200 ml vett, 30 ml želatiini, 5 ml glütseriini - segasin kõik komponendid kokku ja kuumutasin keemiseni. See oli lihtsasti kasutatav, hõlpsasti määratav, kiiresti kuivav, vormi hoidev plastik, kuid liimivad omadused olid halvemad kui eelmisel plastikul. Töödeldud pind jäi ka pärast kuivamist pehme ja tekstiilne, kanga peale kihti ei moodustanud. Sellist polümeeri saaks edukalt kasutada kohtades, kus on soov säilitada komposiitmaterjalis tekstiilset pealispinda, näiteks rõivaesemete või aksessuaaride vormimisel, helisummutavates ruumipaneelides jne.
3. Vaha ja surnud mesilased - vaha ja putukad (kõik surnud loomulikku surma) puhul on tegemist mesinduse jäägiga. Tööga alustades tegin paar katsetust puhta mesilasvahaga, aga kuna see oli kallis ja kasutatav ka mesilastele, otsustasin sellest loobuda, aga kui kuulsin, et tuttav mesinik vaha ja putukate segu lihtsalt ära viskab otsustasin seda materjali testida. Tegelikult on see juba komposiitmaterjal, milles vaha on maatriks ja putukad moodustavad armatuuri. Vaha hulk oli segus suhteliselt väike, aga siiski piisav, et valmistatavat komposiiti koos hoida. Seda segu tuli komposiidi tegemiseks üles kuumutada ja villaga kokku segada. Parema tulemise andis materjali kokkusurumine. Hiljem, kui vaha oli jahtunud jäi komposiitmaterjal suhteliselt stabiilne. See materjal on aga temperatuuritundlik ja muutub soojaga elastseks. Samas on sellest valminud materjalid hästi lõhnavad, seega sobivad hästi dekoratiivsete sisustustoodete tegemiseks.

### 3.3 MATERJALID

Siin tutvustan oma toodetes ja komposiidinäidistes kasutatud materjale. Annan ülevaate nende keemilisest koostisest ja omadustest.

#### 3.3.1 Kudumijäägid

Jääkide hulgas oli nii pesemata, eelnevalt pestud ja kui ka osaliselt vilditud. Tükkide suurus varieerus väga väikestest kuni mitme ruutmeetristeni, samuti oli tükkide kuju ja muster erinev.

Värvid olid roosa, erinevad hallid, valge ja tumesinine. Kudumisjääkidest valisin välja ainult lambavillased tükid.

Lambavill - koosneb valkainest -  $\alpha$ -keratiin. Villakiud on proteiinkiud, mis koosnevad süsinikust, vesinikust, hapnikust, lämmastikus ja väävlis, lisaks on lambavillas rasu (lanoliin), niiskus ja muud lisandid. (Korjenic 2015)

### 3.3.2 Biopolümeerid/bioplastid

1. Glütseriin ehk glütserool ehk propaantriool, on magusamaitseline aine, mida saadakse taimsete, loomsete või sünteetiliste rasvade seebistamisel. Põhimõtteliselt toodab seda ka inimese organism.

Kasutatakse plastifikaatorina. Glütseriini üldvalem on:  $\text{CH}_2(\text{OH})\text{CH}(\text{OH})\text{CH}_2(\text{OH})$ . (Glycerol)

2. Tähts on polüsahhariid, mis talletub viljadesse, seemnetesse, mugulatesse või juurtesse. Tähts on taimne varusüivesik, mis koosneb kahte tüüpi molekulidest: lineaarsest ja spiraalsest amüloosist ja hargnenud amülopektiinist. (Part One)

3. Želatiin on proteiinvalk, mida saadakse kollageeni (loomse sidekoe üks peamine komponent) hüdrolyüsi tulemusel.

4. Äädikas - on terava lõhnaga happeline vedelik, mis tekib looduslikus käärimisprotsessis, kus suhkrutest saadakse käärimise tulemusena etanool, mille äädikhappebakterid seejärel oksüdeerivad äädikhappeks. Äädika üldvalem on  $\text{CH}_3\text{COOH}$ . (Vinegar)

5. Mesilasvaha - on töomesilaste vahanäärmete eritis, mille põhikomponendid on pika ahelaga (30-32 süsiniku) alifaatsete alkoholide palmitaat-, palmitoleaat- ja oleaathapete estrid (üldvalemiga  $\text{C}_{15}\text{H}_{31}\text{COOC}_{30}\text{H}_{61}$ ), vees vaha ei lahustu ja selle sulamistemperatuur on  $60\dots65^\circ\text{C}$  (Lipid Maps). Mesilased - koosnevad peamiselt tugevast valgulisest materjalist - keratiinist (sama mis inimeste juuksed, küüned või loomade sarved).

### 3.3.3 Pingi materjalid

Taaskasutatud koolitoolide painutatud vineerist jalad.

Taaskasutatud vineerplaat TKK skulptuuriosakonnast.

Taaskasutatud poroloonijääkidest valmistatud materjal Limi.

Õmblemiseks kasutasin puuvillast niiti, täitematerjalina mööblitööstuse sünteetilist jääkvatiini.

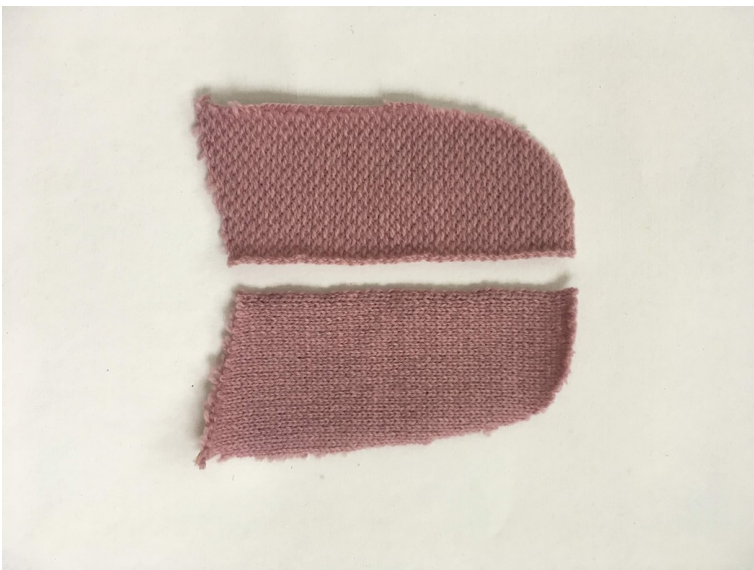
Toodete sildid on tehtud Samelini kingavabriku jääknahast.

## 3.4 TOOTESARI KOOO

Siin tutvustan läbi pildimaterjalide Kooo tootesarja valmimist. Näitan iga eseme loomist jäägitükist kuni valmistooteeni.

### 3.4.1 Pink

Pingi puidust osad tegi TKK skulptuuriosakonna tudeng Urmo Teekivi taaskasutatud materjalidest. Kõik 18 painutatud vineerist jalga on pärit Tallinna Vineeri- ja Mööblikombinaadis toodetud toolide küljest ja on viimistletud mööblivahaga. Pingi põhjaks on taaskasutatud vineer ja selle polstriks poroloonijääkidest valmistatud materjal Limi.



*Foto 2 Roosad jäägi tükid, kootud tugevamas patentkoes, mis muudab kanga vastupidavamaks.*



*Foto 3 Pingi kangas lähivaates*



*Foto 4 Valmis pink*

### 3.4.2 Padjad

Padjad on tehtud ühesuguste moodulite kombineerimisel.



*Foto 5 Moodulid koosnevad kolmest erineva kuju ja värviga jäägitükist: roosast, helehallist ja hallist.*



*Foto 6 Patjade moodul*



*Foto 7 I padi, kasutasin nelja moodulit (pildil neist kaks).*



*Foto 8 Valmis padi 1*



*Foto 9 kasutasin kolme moodulit ja teisel küljel halli jääkidest lisakangast*



*Foto 10 Valmis padi 2*





*Foto 11 Kasutasin nelja moodulit ja ja teisel küljel halli jääkidest lisakangast*



*Foto 12 Valmis padi 3*

### 3.4.3 Korv ja lillepoti ümbris

Need on tehtud ühesuguse kujuga, aga erineva suuruse ja värviga jäägitükkidest. Mõlemas tootes on kasutasin kahte erivärvi kangast. Voodriks on suuremad jägid.



Foto 13 Kanga tükid. Pildil heledad, tumehallid detailed sama lõikega



Foto 14 Korvi moodulid, pildil tumehallid, helehallid sama lõikega



*Foto 15 Valmis korb*



*Foto 16 Lillepotiümbrise kanga tükid*



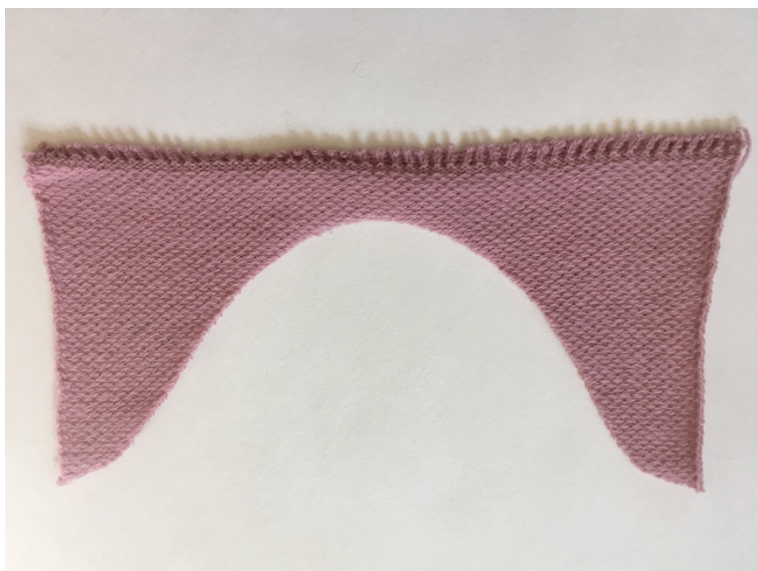
*Foto 17 Tekstiili tugevdamine biopolümeeriga. Korvi ja lillepotiümbrise vooder tugevdatud sarnaselt.*



*Foto 18 Valmis lillepotiümbris*

### 3.4.4 Pleed

Pleedi tegemiseks kasutasin ühte suurt tumesinist pleedi, mille olin saanud koos jääkidega ja lisasin sellele ruumilised dekoorielemendid, mis valmisid, sarnaselt eelmistele toodetele, väiksematest eri värvi ja kujuga jäägitükkidest



*Foto 19 Roosade elementide tükk*



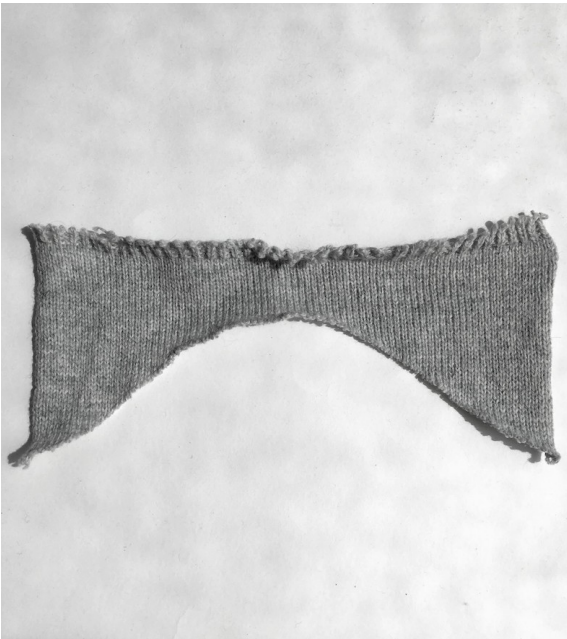
*Foto 20 Kolm moodulit*



*Foto 21 Neli moodulit*



*Foto 22 Viis moodulit*



*Foto 23 Heleallide elementide tükk*



*Foto 24 Valmis helehall element*



*Foto 25 Halli elemendi tükk*



*Foto 26 Kolm moodulit*





*Foto 27 Neli moodulit*



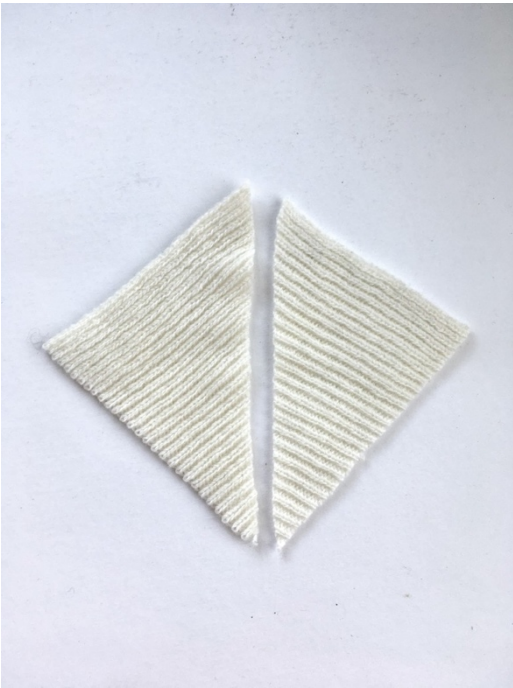
*Foto 28 Viis moodulit*



*Foto 29 Tumehall element*



*Foto 30 Neli moodulit*



*Foto 31 Valged elemendi tükid*



*Foto 32 Neli moodulit*



*Foto 33 Kolm moodulit*



*Foto 34 Viis moodulit*

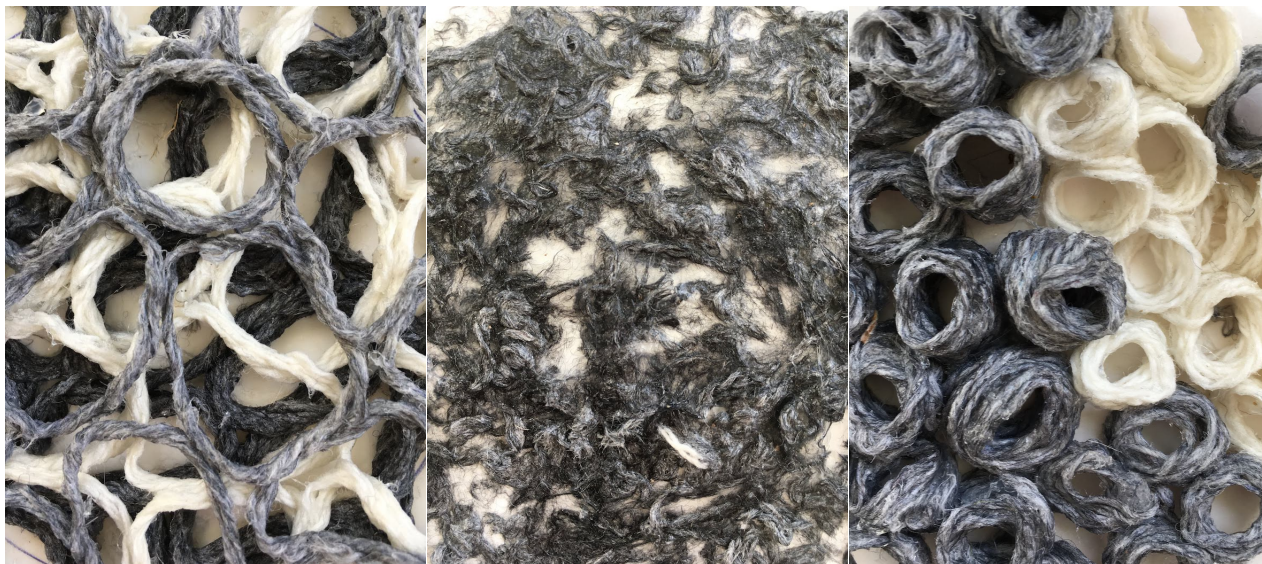


*Foto 35 Valmis plect*



Foto 36 Valmis pleed

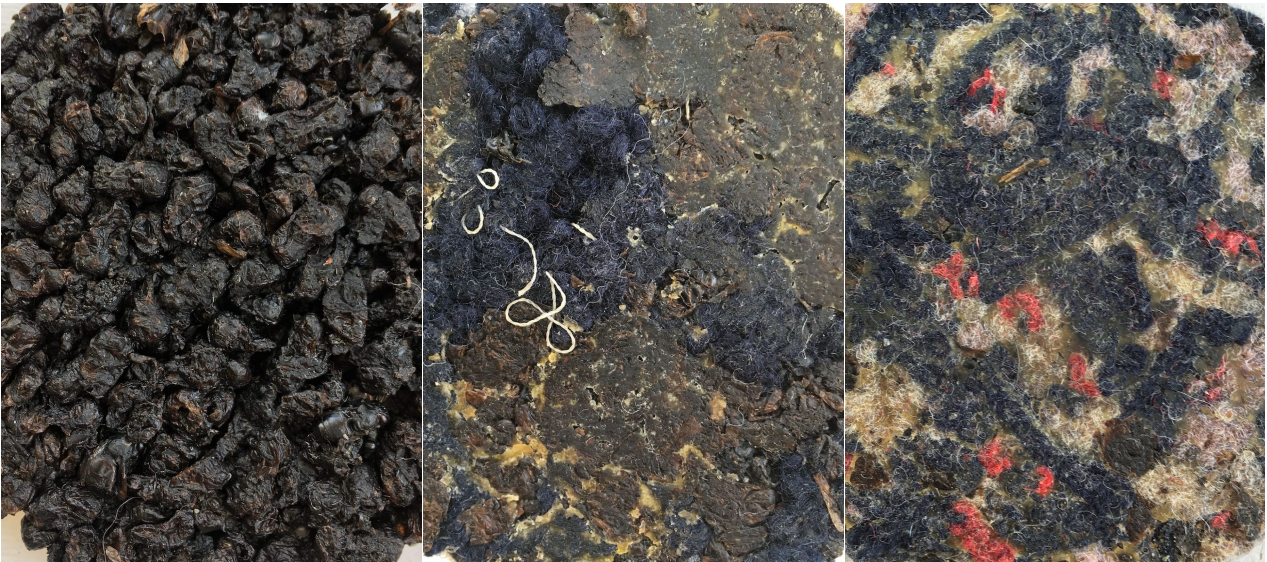
### 3.4.5 Komposiitmaterjalide näidised



*Foto 37 Komposiidid tärklisepõhise biopolümeeriga, sobivad hästi valgustite valmistamiseks, või muudesse kuumuskindlust nõudvatesse ja jäikust nõudvatesse toodetesse. Kasutasin seda polümeeri korvi ja lillepotiümbrise tugevdamiseks.*



*Foto 38 Komposiit želatiinipõhise biopolümeeriga, sobib elasttsust vajavatesse toodetesse, näiteks aksessuaarid*



*Foto 39 Komposiidid vaha ja putukate seguga, ei talu kõrgeid temperature, aga sobivad dekoratiivelementide valmistamiseks*

Keskkonnasõbraliku sisustustoodete sarja loomine kudumisettevõtete tootmisjääkidest on kompleksne ja keerukas protsess. Kui on eesmärk luua ruumilisi objekte ja tagada nende biolagunevus, tuleb võiks eelistada materjale, mida saab ise ohutult valmistada. Kasutades teiste ettevõtete jääke on suhteliselt keeruline leida infot jääkide algse toormaterjali kohta, sest selle hankimine materjale töötlevatest ettevõtetest on raske. Lisaks on problemaatiline väikeste tükkide kokkuõblemisele kuluv aeg, kuid juba väljatöötatud mudelit on samasuguste tükkide olemasolul lihtne taaskorrata. Tükkide muutmata kujul kasutamine võimaldab väärtuslikku materjali maksimaalselt kasutada ja annab võimaluse olla omanäoline. Komposiitmaterjalide loomine kooskõlas ringmajanduse põhimõtetega on segatud materjalide tõttu keeruline teema, kuid kui piirduda näiteks ainult looduslike ja biolagunevate koostisosadega saavad need osaleda bioloogilises aineringses.



# KOKKUVÕTE

Ringmajanduse põhimõtetes ei ole tegelikult midagi väga uut, need on inimkonnale tuttavad juba tööstusrevolutsiooni eelsest ajast, kuid üha kasvava tarbimise ja vaid kasumimarginaalidest lähtuva tootmise juures on need lihtsad tõed ununenud või jäänud tahaplaanile. Üha keerulisemaks muutunud keskkonnaolukord ja ressursside nappus on suunanud otsima uusi jätkusuutlikumaid lahendusi. Ringmajandus võimaldab olemasolevaid ressursse säästlikumalt kasutada ja hoida selle läbi looduskeskkonda, tagada tootjatele pideva toorainevaru ja tarbijale rohkem keskkonnasõbralikke tooteid. See mudel käsitleb maailma terviksisüsteemina, milles eksisteerib paralleelselt kaks materjalide ringlust ja kus olemasolevad materjalid on algallikateks uute loomisel või tekkimisel. Oluline on vahet teha tehis- ja looduslikel materjalidel, sest need ringlevad erinevates tsüklites, kuid kokku segatuna ei sobi enam kumbagi. Selle vältimiseks on hea teada materjalide keemilist koostist, mis on ühtlasi oluline materjali ringluseks sobilikuks tunnistamisel, et vältida ringluseks sobimatute või tervisele ohtlike komponentide kasutamist. Sellest reeglist kinnipidamine paneb materjalide kombineerimise suhteliselt kitsastesse piiridesse. Probleemi lahendamisel on oluline roll teadusepõhisel innovatsioonil, mis on aluseks selle majandusmudeli edukaks rakendamiseks. Teema on aga keerukuse tõttu saanud liiga palju vastuolulist ja populistlikku kajastamist ning põhjustanud inimeste ükskõiksuse. Kirjandust uurides ilmnes ka segadus erinevate keskkonnaalaste terminite kasutamise ja mõistmisega. Mõiste “biolagunev” liiga vaba tõlgendamine on osaliselt süüdi keskkonnareostuse suurenemisel, sest tarbijaid on jäetud ilma infost, et selliseid tooteid tohib ainult spetsiaalsetel tingimustel käidelda ja loodusesse neid materjale visata ei tohi.

Kuid probleemi tõsidust on mõistnud isegi poliitikud ja toetavad seadusandlikult vähemalt Euroopa Liidu tasandil täielikku üleminekut ringmajandusele.

Lõputöö praktilises osas tegelesin kudumissettevõtete jääkide ringlusesse tagasitoomisega. Pakkusin välja kahte tüüpi lahendusi materjali rakendamiseks. Ühe osana valmisid töös seitse sisustustoodet, mille loomisel oli inspiratsiooniks elusorganismide kasvamine rakk raku haaval. Mitmete erinevate arenduste käigus, kus kombineerisin erinevaid jäägitükke, jõudsin lõpuks töötavate lahendusteni. Jääkmaterjal oli küll ebastandardne, aga kuna seda tekib samasugusena kogu aeg juurde, on uute toodete loomine väljatöötatud prototüüpide järgi väga lihtne.

Teiseks püüdsin leida rakendust eelnevate toodete õmblemisel tekkinud tükkide ühtlustamisel tekkinud ribadele ja lõngajuppidele. Selleks segasin tekkinud jäägid isetehtud biopolümeeridega ja tulemuseks sain erinevad materjaliproovid komposteeritavatest rohelistest komposiitmaterjalidest.

Tulevikus soovin edasi tegeleda nii jääkide kasutamise kui ka biopolümeeride ja biokomposiitide temaga, samuti jätkan lõputöö käigus loodud tootesarja Kooo arendamist. Põnevaim väljakutse on luua veekindel, kuid siiski kindlatel tingimustel biolagunev komposiitmaterjal.

# RESUME

## Possibilities for Using Production Waste of Knitting Companies.

### Creating a Product Line

The principles of circular economy are not new because people were familiar with these already before the industrial revolution. Unfortunately these simple truths have been forgotten with the ever-increasing consumption and production based solely on profit.

The increasingly complex environmental situation and the scarcity of resources have pushed for new, more sustainable solutions. Circular economy enables to preserve the natural environment and provide producers with a continuous supply of raw materials and more environmentally-friendly products for the consumers through more sustainable use and maintenance of existing resources. It deals with the world as a whole where there are two parallel material circulations (natural and artificial materials) and where existing materials are the source for the creation or emergence of new ones. It is important to distinguish between artificial and natural materials as they circulate in different cycles but they are no longer suitable for either when mixed together. In order to avoid this it is good to know the chemical composition of the materials because this helps to identify those suitable for circulation and avoid others that are unsuitable or even hazardous. Adherence to this rule sets quite tight boundaries for combining suitable materials. Science based innovation, which is the basis for successful implementation of this economic model, plays a key role in solving the problem. The topic, however, has become extremely controversial and populist because of its complexity and public opinion is becoming indifferent. Research of the subject also revealed inconsistency with the use and understanding of various environmental terms. The loose interpretation of the term "biodegradable" is partly responsible for increasing environmental pollution since consumers have not been informed that a lot of such products should only be handled under special conditions and not be discarded in nature.

However, the politicians have recognized the seriousness of the problem and support the legislation, at least at the European Union level, for a complete transition to circular economy.

In the practical part of my thesis I was dealing with the recycling of the leftovers of knitting companies. I proposed two types of solutions for using the material. Seven interior design products inspired by the cell-by-cell growth of living organisms were created as a part of the work. Several different experiments finally lead me up to working solutions. The leftover material was non-standard, but since they are constantly produced in the same shape, the production of new products based on already existing prototypes is very simple.

Secondly, I tried to find an application for strips of fabric and yarns that were left over from the

standardisation of initial products. These residues were mixed with self-made biopolymers and resulted in different samples of compostable green composite materials.

In the future, I would like to continue to address both the use of production residues and the topic of biopolymers and biocomposites, as well as continuing the development of Kooo product line created while compiling the thesis. The greatest challenge is to create a waterproof composite material that is still biodegradable under certain conditions.

# KASUTATUD KIRJANDUS

Aus, R. 2011 Trash to Trend - Upcycling in Fashion Design Supervisor Harri Moora, PhD Estonian Academy of Arts, Tallinn

Doranova, A., Roman, L., Bahn-Walkowiak, B., Wilts, H., O'Brien, M., Giljum, S., Kong M. A., Hestin, M. 2016 Policies and Practices for Eco-Innovation Up-take and Circular Economy Transition. European Commission Eco-Innovation Observatory bi-annual report

Hawley, J. 2008 Economic impact of textile and clothing recycling. In: Ulasewicz, C., Hethorn, J. eds. Sustainable Fashion: Why Now? A conversation exploring issues, practices, and possibilities. New York: Fairchild Books

Karana, E., Pedgley O., Rognoli, V. 2014. Materials experience. fundamentals of materials and design. Oxford: Elsevier.

Loog, O., Timotheus, H., Järv, J. 2012 Orgaanilised polümeerid. Tartu Ülikooli kirjastus

McDonough, W., Braungart, M. 2002 Cradle to Cradle: Remaking the Way We Make Things, New York

Mohanty, A.K., Misra, M., Drzal, L., T. 2005. Natural Fibers, Biopolymers and Biocomposites. CRC Press Taylor & Francis Group, Boca Raton, FL

Thompson, R. 2013. Sustainable materials, processes and production. London: Thames & Hudson Ltd.

Webster, K. 2015 The Circular Economy a Wealth of Flows, Ellen MacArthur Foundation Publishing

# MUUD ALLIKAD

Aisslinger, W. Hemp Chair 2011 Designboom [WWW]

<https://www.designboom.com/design/werner-aislinger-hemp-chair/> (15.04.2018)

Allwood, J., M., Laursen, S. E., Malvido de Rodríguez, C., Bocken, N. M. P. 2006 Well Dressed? The present and future sustainability of clothing and textiles in the United Kingdom [PDF]

[https://www.ifm.eng.cam.ac.uk/uploads/Resources/Other\\_Reports/UK\\_textiles.pdf](https://www.ifm.eng.cam.ac.uk/uploads/Resources/Other_Reports/UK_textiles.pdf) (27.04.2018)

An ambitious EU circular economy package 2015 [PDF]

[http://ec.europa.eu/priorities/sites/beta-political/files/circular-economy-factsheet-general\\_en.pdf](http://ec.europa.eu/priorities/sites/beta-political/files/circular-economy-factsheet-general_en.pdf)

(23.04.2018)

Arshad, K., Mujahid, M. 2011. Biodegradation of Textile Materials. Master Thesis. University of Boras. [PDF]

<http://bada.hb.se/bitstream/2320/9255/1/2011.7.8.pdf> (27.04.2018)

Chair made from flax fibres and bio-resin named best product at Stockholm Furniture Fair 2018

*Dezeen* [WWW]

<https://www.dezeen.com/2018/02/08/jin-kuramoto-100-per-cent-biological-chair-jin-offecct-flax-fibres/>

Chemicals in textiles– Risks to human health and the environment 2014 Report from a government assignment [PDF]

<https://www.kemi.se/files/8040fb7a4f2547b7bad522c399c0b649/report6-14-chemicals-in-textiles.pdf> (13.04.2018)

Classification of fibers [PDF]

<http://textilelibrary.weebly.com/uploads/1/1/7/4/11749432/15570324-textile-fibres-classificationppt.pdf> (18.04.2018)

Closing the loop - An EU action plan for the Circular Economy 2015 [PDF]

[https://eur-lex.europa.eu/resource.html?uri=cellar:8a8ef5e8-99a0-11e5-b3b7-01aa75ed71a1.0012.02/DOC\\_1&format=PDF](https://eur-lex.europa.eu/resource.html?uri=cellar:8a8ef5e8-99a0-11e5-b3b7-01aa75ed71a1.0012.02/DOC_1&format=PDF) (02.04.2018)

Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions on the Sustainable Consumption and Production and Sustainable Industrial Policy Action Plan 2008 Commission to the European Communities [PDF]

[http://www.europarl.europa.eu/RegData/docs\\_autres\\_institutions/commission\\_europeenne/com/2008/0397/COM\\_COM\(2008\)0397\\_EN.pdf](http://www.europarl.europa.eu/RegData/docs_autres_institutions/commission_europeenne/com/2008/0397/COM_COM(2008)0397_EN.pdf) (02.04.2018)

Design Council. A study of the design process. [PDF]

[https://www.designcouncil.org.uk/sites/default/files/asset/document/ElevenLessons\\_Design\\_Council%20\(2\).pdf](https://www.designcouncil.org.uk/sites/default/files/asset/document/ElevenLessons_Design_Council%20(2).pdf) (25.05.2018)

Dubey, B., Jain, K. 2015 Recycling of Textile Waste Is The Best Way To Protect Environment [PDF] <http://www.iosrjournals.org/iosr-jestft/papers/SSSSMHB/Volume-1/paper%206.pdf> (23.04.2018)

Eek, P. 2016 EL Ringmajanduse pakett, 02.12.2015: jäätmekäitlus ja väljakutsed Eestile [PDF] <http://www.ejkl.ee/wp-content/uploads/2016/03/PeeterEek.pdf> (17.04.2018)

Eesti Teadusagentuur 2017 Ringmajandus – mitte ainult materjalide taaskasutus, vaid ka uued ärimudelid Postimees [WWW]

<https://majandus24.postimees.ee/4306847/ringmajandus-mitte-ainult-materjalide-taaskasutus-vaid-ka-ued-arimudelid> (13.04.2018)

Ennet, P. 2018 Hiilgevähid seedivad merede plastsastet väiksemaks. Novaator [WWW] <https://novaator.err.ee/688711/hiilgevahid-seedivad-merede-plastsastet-vaiksemaks> (15.03.2018)

Entsüklopeedia. [WWW]

<http://entsyklopeedia.ee/artikkel/polümeer1> (28.04.2018)

Environmental labelling and declarations – How ISO standards help 2012 [PDF]

<https://www.iso.org/files/live/sites/isoorg/files/archive/pdf/en/environmental-labelling.pdf> (25.04.2018)

Euroopa Komisjon võttis vastu plastistrateegia 2018 Keskkonnatehnika [WWW]  
<https://www.keskkonnatehnika.ee/euroopa-komisjoni-plastistrateegia/> (30.04.2018)

European bioplastics. [PDF]  
[http://docs.european-bioplastics.org/publicationsEUBP\\_Facts\\_and\\_figures.pdf](http://docs.european-bioplastics.org/publicationsEUBP_Facts_and_figures.pdf) (23.04.2018)

A European Strategy for Plastics in a Circular Economy 2018 [PDF]  
[https://eur-lex.europa.eu/resource.html?uri=cellar:2df5d1d2-fac7-11e7-b8f5-01aa75ed71a1.0001.02/DOC\\_1&format=PDF](https://eur-lex.europa.eu/resource.html?uri=cellar:2df5d1d2-fac7-11e7-b8f5-01aa75ed71a1.0001.02/DOC_1&format=PDF) (30.04.2018)

Eurostat. Municipal waste by waste operations 2018 [WWW]  
[http://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/Waste\\_statistics](http://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/Waste_statistics) (26.04.2018)

FAQs: Fashion Transparency Index 2017 Fashion Revolution [WWW]  
<https://www.fashionrevolution.org/faqs-fashion-transparency-index-2017/> (25.04.2018)

Green Action Plan for SMEs Enabling SMEs to turn environmental challenges into business opportunities 2014 [PDF]  
<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:52014DC0440&from=ET>  
(13.04.2018)

A Global Review of Solid Waste Management [PDF]  
[http://siteresources.worldbank.org/INTURBANDEVELOPMENT/Resources/336387-1334852610766/What\\_a\\_Waste2012\\_Final.pdf](http://siteresources.worldbank.org/INTURBANDEVELOPMENT/Resources/336387-1334852610766/What_a_Waste2012_Final.pdf)

Glycerol. English Oxford Dictionaries. [WWW]  
<https://en.oxforddictionaries.com/definition/glycerol> (05.05.2018)

Heinlaan, M. 2017 Joogivees leiduv mikroplast on tõsine probleem, Eesti kohta napib andmeid. Novaator [WWW]  
<https://novaator.err.ee/617895/joogivees-leiduv-mikroplast-on-tosine-probleem-eesti-kohta-napib-andmeid> (23.04.2018)



Impact of the maker movement 2014 Makermedia [PDF]

<http://makermedia.com/wp-content/uploads/2014/10/impact-of-the-maker-movement.pdf>

(18.04.2018)

Insulation Superstore [WWW]

<https://www.insulationsuperstore.co.uk/product/premium-sheepwool-insulation-100pc-natural-150mm-x-380mm-342m2-pack.html> (13.04.2018)

International Wool Textile Organization. Wool and biodegradability. [WWW]

<http://www.iwto.org/biodegradeability> (30.04.2018)

Jäätmeseadus, 2016 [WWW]

<https://www.riigiteataja.ee/akt/130122015012> (30.04.2018)

Kabun, K. 2017 Jääkvill, Kasutamata ressursist interjööri lahenduseni, Magistritöö Juhendajad:

Aruniit, A., Ojavee, K. Eesti Kunstiakadeemia [PDF]

<https://entuf>

[files.s3.amazonaws.com/eka\\_2/428755/3039513?Signature=6pCPbXDsUdofRR9vngQMVw3%2Fkis%3D&Expires=1527098519&AWSAccessKeyId=AKIAI262CUNDJ2IVUXRA&versionId=EgRDIQLNBgueOJjZq3SyMVRVrG1tZnOW](https://entuf-files.s3.amazonaws.com/eka_2/428755/3039513?Signature=6pCPbXDsUdofRR9vngQMVw3%2Fkis%3D&Expires=1527098519&AWSAccessKeyId=AKIAI262CUNDJ2IVUXRA&versionId=EgRDIQLNBgueOJjZq3SyMVRVrG1tZnOW) (05.04.2018)

Kers, J. 2010. Bioplastid ja bioplasttooted. Keskkonnatehnika. 8. [PDF]

[http://www.keskkonnatehnika.ee/client/common-docs/2010\\_pdf/KKT\\_2010\\_08.pdf](http://www.keskkonnatehnika.ee/client/common-docs/2010_pdf/KKT_2010_08.pdf) (13.04.2018)

Keskkonnaministeerium 2016 Valitsus kiitis heaks Eesti seisukohad uue ringmajanduse paketi kohta [WWW]

<https://www.envir.ee/et/uudised/valitsus-kiitis-heaks-eesti-seisukohad-uu-ringmajanduse-paketi-kohta> (18.04.2018)

Kokasaar, U. Tärklis – taime turvaline tagavara 2003 Eesti Loodus [WWW]

[http://www.eestiloodus.ee/artikkel331\\_322.html](http://www.eestiloodus.ee/artikkel331_322.html) (17.04.2018)

Komposteerimine [WWW]

[http://www.biobag.ee/?page\\_id=419](http://www.biobag.ee/?page_id=419) (30.04.2018)

Kooli, R. 2017 Madis Tilga: majandusarengu järgmine laine – biomajanduse uus tulemine [WWW]

<https://www.err.ee/611972/madis-tilga-majandusarengu-jargmine-laine-biomajanduse-uus-tulemine> (26.04.2018)

Korjenic, A., Klarić, S., Hadžić, A., Korjenic, S. 2015 Sheep wool as a construction material for energy efficiency improvement. *Energies*. 8(6). [WWW]

<http://www.mdpi.com/1996-1073/8/6/5765/htm> (05.05.2018)

Krustok, I. 2016 Ettevõtete ressursitõhusus. Keskkonnaministeerium [PDF]

[https://www.envir.ee/sites/default/files/1\\_ivo\\_krustok\\_sissejuhatus.pdf](https://www.envir.ee/sites/default/files/1_ivo_krustok_sissejuhatus.pdf) (16.04.2018)

Krustok, I. 2016 Isetegijate kultuuri tagasitulek [WWW]

<https://geenius.ee/rubriik/teadus-ja-tulevik/isetegijate-kultuuri-tagasitulek/> (18.04.2018)

Kulu, P., Kübarsepp, J., Hendre, E., Metusala, T. & Tapupere, O. 2001. Materjalid. [PDF]

<http://www.ene.ttu.ee/leonardo/materjalid/Materjalid.pdf> (29.04.2018)

Lin, J., Zheng, A. 2008 Sustainable Fashion: Faux Possibility? Cornell University CRP3840: Green Cities. [PDF]

[https://courses.cit.cornell.edu/crp384/2008reports/04Sustainable\\_Fashion.pdf](https://courses.cit.cornell.edu/crp384/2008reports/04Sustainable_Fashion.pdf) (16.04.2018)

Lipid Maps. Structure database (LMSD) [WWW]

[http://www.lipidmaps.org/data/LMSDRecord.php?LM\\_ID=LMFA01010026](http://www.lipidmaps.org/data/LMSDRecord.php?LM_ID=LMFA01010026) (11.05.2018)

Moora, H. 2018 Mis on ringmajandus? [PDF]

[http://www.vomentaga.ee/sites/default/files/editor/failid/ringmajandus\\_h.moora2018.pdf](http://www.vomentaga.ee/sites/default/files/editor/failid/ringmajandus_h.moora2018.pdf)  
(30.04.2018)

Mostböck, M. Flaxx Chair 2011 Chairs from the Collection, Design Museum Holon [WWW]

<http://www.dmh.org.il/Collections/Collections.aspx?pid=25&catId=0> (15.04.2018)

Netravali, A. N., Chabba, S. 2003. Composites get greener. Materials Today: 2003 [PDF]  
[https://ac.els-cdn.com/S1369702103004279/1-s2.0-S1369702103004279-main.pdf?\\_tid=ae7cddfb-69ef-4ab6-8f7e-a5c9f34aa810&acdnat=1525108756\\_0597e487ed052ad57ab37b39553f4de7](https://ac.els-cdn.com/S1369702103004279/1-s2.0-S1369702103004279-main.pdf?_tid=ae7cddfb-69ef-4ab6-8f7e-a5c9f34aa810&acdnat=1525108756_0597e487ed052ad57ab37b39553f4de7) (30.04.2018)

Part One. Starch, Glucose & It Derivatives [PDF]  
[http://tarek.kakhia.org/books\\_eng/Starch\\_and\\_Glucose.Tarek\\_Kakhia.pdf](http://tarek.kakhia.org/books_eng/Starch_and_Glucose.Tarek_Kakhia.pdf) (06.05.2018)

Pesce, G. Feltri (1986) MoMa [WWW]  
<https://www.moma.org/collection/works/3765> (15.04.2018)

Planned obsolescence 2009 Economist [WWW]  
<https://www.economist.com/node/13354332> (29.04.2018)

Product Environmental Footprint (PEF) Guide 2012 [PDF]  
<http://ec.europa.eu/environment/eussd/pdf/footprint/PEF%20methodology%20final%20draft.pdf>  
(27.04.2018)

Puusild, H.2018 Lahendus, mis viib tehastest jäätmed Tööstusuudised [WWW]  
<http://www.toostusuudised.ee/uudised/2018/04/30/lahendus-mis-viib-tehastest-jaatmed>  
(02.05.2018)

Report from the Commission to the European Parliament and the Council on the impact of the use of oxo-degradable plastic, including oxo-degradable plastic carrier bags, on the environment, 2018 [PDF]  
<http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:52018DC0035&from=EN>  
(27.04.2018)

Report of the World Commission on Environment and Development: Our Common Future 1987 [PDF] <http://www.un-documents.net/our-common-future.pdf> (02.04.2018)

Reverse Resources [WWW]  
<http://reverseresources.net> (14.04.2018)

Säästva arengu sõnaseletusi. Säästva Eesti Instituut Tallinn. [WWW]

[http://www.seit.ee/sass/?ID=1&L\\_ID=661](http://www.seit.ee/sass/?ID=1&L_ID=661) (28.04.2018)

Siimon, K. Electrospun gelatin cross-linked by glucose 2016 Tartu Ülikool [WWW]

<https://www.ut.ee/et/uritud/kaido-siimon-electrospun-gelatin-cross-linked-glucose>  
(18.04.2018)

Solidwool 2018 [WWW]

<http://www.solidwool.com> (13.04.2018)

Starck, P. Zartan Eco 2012 Archiproducts [WWW]

[http://www.archiproducts.com/en/products/magis/polypropylene-chair-zartan-eco\\_212577](http://www.archiproducts.com/en/products/magis/polypropylene-chair-zartan-eco_212577)  
(15.04.2018)

Taking Europe closer to the circular economy 2016 Euroopa Komisjon.

[http://ec.europa.eu/environment/news/efe/articles/2016/1/article\\_20160106\\_01\\_en.htm](http://ec.europa.eu/environment/news/efe/articles/2016/1/article_20160106_01_en.htm)  
(16.04.2018)

Tamm, M. 2017. Kehakoorijad ja hambapastad prügistavad Läänemerd Eesti Päevaleht [WWW]

<http://digileht.epl.delfi.ee/uudised/kehakoorijad-ja-hambapastad-prugistavad-laanemerd?id=78051740> (17.04.2018)

The Re-made Space 2018 The Future is Urban, Heimtextile 2018 [WWW]

<https://www.heimtextil-theme-park.com/lifestyle-trends/#the-remade-space> (16.04.2018)

Thomas, N.L., Clarke, J., McLauchlin, A.R., Patrick, S.G. 2012. Oxo-degradable plastics: degradation, environmental impact and recycling [PDF]

<https://dspace.lboro.ac.uk/dspace-jspui/bitstream/2134/13941/4/warm165-133.pdf> (26.04.2018)

Tilga, M. 2017 Lõpp skeemile tooda-tarbi-viska minema Äripäev [WWW]

<https://www.aripaev.ee/arvamused/2017/07/03/madis-tilga-skeemi-tooda-tarbi-viska-minema-lopp> (14.04.2018)

Upmade 2017 Reet Aus [WWW]

<http://reetaus.com/aus-world/upmade> (28.04.2018)

Vardas, H. 2010 Marketing eco-fashion: is eco-fashion a fad, the future or utopia? Examining the role of sustainability marketing in the evolving eco-fashion segment [PDF]

[https://www.brunel.ac.uk/\\_data/assets/file/0007/90745/phdSimp2010HebeVardas.pdf](https://www.brunel.ac.uk/_data/assets/file/0007/90745/phdSimp2010HebeVardas.pdf)

(27.04.2018)

Veinthal, R., Kers, J. 2010. Polümeermaterjalid ja polümeerkomposiitmaterjalid valmistustehnoloogiad ja omadused.

[https://www.ttu.ee/otsing/?op=search\\_results&cx=010673402099829699072:n5xtqqv\\_xqg&cof=FORID:11&q=https://www.ttu.ee/public/m/.../Plastid\\_ja\\_komposiidid\\_2010-1.ppt](https://www.ttu.ee/otsing/?op=search_results&cx=010673402099829699072:n5xtqqv_xqg&cof=FORID:11&q=https://www.ttu.ee/public/m/.../Plastid_ja_komposiidid_2010-1.ppt) (28.04.2018)

Ventsel, A. 2018 Mis on Eesti komberuum ehk millest kõneleb tasuta asi? ERR uudised [WWW]

<https://www.err.ee/825428/aimar-ventsel-mis-on-estti-komberuum-ehk-millest-koneleb-tasuta-asi> (10.05.2018)

Vili, M. 2011 Mida muudab Euroopa Liidu direktiiv jäätmeseaduses. Tööstusuudised [WWW]

<http://www.toostusuudised.ee/arvamused/2011/07/20/mida-muudab-euroopa-liidu-direktiiv-jaatmeseaduses> (10.04.2018)

Villsaar, K.-O. 2018 Kuidas tarbida nii, et planeet jääks kestma? ERR uudised [WWW]

<https://www.err.ee/681782/kuidas-tarbida-nii-et-planeet-jaaks-kestma> (10.05.2018)

Vinegar. English Oxford Dictionaries. [WWW]

<https://en.oxforddictionaries.com/definition/glycerol> (05.05.2018)

World Leaders Call for ‘New Chapter’ in Global Growth as General Assembly Concludes Sustainable Development Goals Summit [WWW]

<https://www.un.org/press/en/2015/ga11691.doc.htm> (14.04.2018)

# LISAD

## LISA 1

Intervjuu Ann Runneliga Tartu 29.04.2018.

rahvusvahelise start-up ettevõtte Reverse Resources eestvedaja

Reverse Resources on rahvusvaheline ettevõtte, kes töötab välja tarkvara (SaaS) rõiva- ja kangatööstustele. See on platvorm, mis kaardistab, mõõdab ja teeb nähtavaks jääkmaterjalid ja muudab need jälgitavaks kogu elutsükli jooksul. See on esimene omataoline suuremahuline projekt tekstiilmaterjalide jaoks.

Ann Runnel on Tartust alguse saanud start-up ettevõtte Reverse Resources eestvedaja. Ta on teinud ka koostööd Reet Ausiga. Sellest sai alguse ka tema ettevõtte. Ann on olnud kogu aeg lisaks ettevõtlikkusele ka suur visionäär ja maailmaparandaja. Tema probleemitunnetus ja lahendused on tugevalt globaalse suunaga. Ann tunnistab, et paljudes oma tegemistes on ta olnud nagu ajast ees. Tema ideed on olnud innovatiivsed, aga tihti ei ole inimesed nendest aru saanud. Seda tunnistab ta ka praeguse projekti puhul, kus alguses ollakse idee suhtes pigem skeptilised, aga nad ei jäta jonnii. Pioneeridel ei ole kunagi lihtne olnud, kuid neil on ka eeliseid, nende teadmised ja kontaktid, mida teistel veel ei ole.

Kaasajal oleme me jõudmas juba peaaegu tootmisahelate sulgemiseni, kuid materjalide ringlusessevõtt on alles lapsekingades. Selleks on vaja välja töötada toimivad lahendused, aga muidugi on see kõik aja, ressursi ja teadmistemahukas, kuid mida rohkem seda probleemi teadvustada ja sellest ka inimesi teavitada, seda rohkem need kasutust leiavad..

Kogu läänemaailma masstootmine on tänaseks kolinud üle Kagu-Aasiasse. Teada on, et sealsed tehased toodavad igaks juhuks üle. Sellele lisandub ka raiskav kangakasutus muudes tootmisprotsessides ja tulemuseks on suur kogus jääke, millega tehased ei suuda enam toime tulla. Samas on siinsed brändid ja nende disainerid sellise materjali näljas ja kasutaksid neid seda suure rõõmuga. Lisaks on karmistunud ka keskkonnanõuded, nii et probleemile on vaja leida lahendus. Selleks, et disainerid teaksid milliseid materjale tehased pakuvad ongi RR välja töötanud oma andmebaasid, kus sisalduvad kõik vajalikud andmed materjali, mida disainerid vajavad, see lihtsustab oluliselt infovahetust, sest pakkumine ja nõudlus asuvad tihti füüsiliselt üksteisest väga kaugel.

See on projekt on kasulik mõlemale poolele, seda eelkõige ringlevad materjalikoguste suuruse tõttu, sest ainult nii on see majanduslikult tasuv.

Kui rääkida kiududest on väga oluline materjali koostis. Ann on tegelenud peamiselt puuvillase ja polüesterkangastega. Kasutatakse peamiselt väikeseid tükke ja sodi.

Puuvillasest ja muudest kiududest tehakse ka lõnga. Taaskasutatud materjali on lõngade sisse pandud juba varamgi, sest see on aidanud kokku hoida tootmise omahinda, aga kuna see langetab toote kvaliteeti, ei reklaamitud seda laialt. Praegu, kui sellest on saanud väärtus on ettevõtte üha rohkem oma toodetele lisamas infot ka taaskasutatud materjalide mahu kohta.

Ka tuli jutuks, et on välja töötatud juba võimalused, segumaterjalidest puhta kiu kättesaamiseks. See tehnoloogia töötab naturaalse taimekiudude segude puhul ja on sarnane viskoosi tootmisega, kus lahustatakse kiud algosakesteks ja välja tuleb uueväärse kvaliteediga lõng. Kuid praegu on see tehnoloogia liiga kulukas, et seda laiemalt kasutusele võtta.

Üldiselt ongi keskendutud peamiselt puuvilla ja polüamiidi probleemide lahendamisele, sest neid materjale toodetakse kõige rohkem.

Kõige suuremaks probleemiks pidi olema lükra, mis ei luba ennast ümber töödelda. Seega kõik vähegi seda sisaldav materjal kiuks töötlemiseks ei kõlba. Sarnased lood on ka elastaani ja teiste sünteetiliste kiududega.

Villase materjaliga Ann kokku puutunud ei ole, sest seda kasutatakse oluliselt vähem ja jääke ka pole.

Ilmselt on ka kiirmoekettide tootevalikus villaseid kangaid vähem kasutusel.

Kuid see võibki olla senikasutamata turupotentsiaal.

Eestis ei tasu sellise andmebaasi loomine ennast ära, sest meie ettevõtete tootmismahud on liiga väikesed, kuid keegi ei keela ka meie disaineritel sealt endale väärtuslikku toorainet tellida.

Kudumisjääkide kohta arvas Ann, et nende jaoks oleks hea tekitada ka nn jäätmehierarhia, alustades lõigete ja toodete disainist jätkates juurdelõikuse planeerimise, suurematest tükkidest toodete valmistamise, siis lõngavalmistamise ja lõpuks komposiidi tegemise.

Samuti tuli jutuks ka materjalide hind. See on väga erinev sõltudes kangaste koostisest ja tükkide suurusest, aga keskel läbi maksab kilo 6 - 9€, lõngaks mineva jäägi hind on umbes 0,18€/kg.

## LISA 2

I-tüübi ökomärgised ehk ISO 14024 standardi kohased ökomärgised on keskkonnasõbralike toodete eristamiseks mõeldud vabatahtlikkuse alusel väljastatavad märgised. Ökomärgis antakse erapooletu institutsiooni poolt tootele või teenusele, mis vastab ökomärgise andmise kriteeriumidele. I-tüübi ökomärgise väljastamisel on arvestatud kogu toote elutsükliga (sh tooraine, tootmine, pakendamine, kasutamine, utiliseerimine jne). Enamasti on I-tüübi ökomärgistel lai tooterühmade valik ning igale tootele või teenusele on ekspertide poolt välja töötatud nõuded. I-tüübi ökomärgised on enamasti piirkondlikud või rahvuslikud. (Keskkonnaministeerium <https://www.envir.ee/et/levinumad-okomargised-eestis>)



Euroopa Liidu ökomärgis (EU Ecolabel, Euroopa Liidu lilleke)



Põhjamaade ökomärgis (Nordic swan, Põhjamaade luik)



Saksamaa ökomärgis (Der blaue engel, Sinine ingel)





Rootsi ökomärgis



Belgia ökomärgis



Roheline Punkt - Märgis viitab, et toode kuulub Rohelise Punkti pakendite kogumissüsteemi



Möbiuse leht - Toode või pakend on taaskasutatav (valge) või taaskasutatud (must)

## LISA 3

Intervjuu Johanna Nurmega Tartu 04.04.2018.

Al Meta disainer.

Kuidas hindad oma koostööd Eesti kudumisettevõtetele? Kas see on olnud tõhus ja jätkusuutlik?

Johanna teeb koostööd kudumisettevõttega Norrison OÜ. Ta kasutab oma toodete valmistamiseks meriinovillaseid juurdelõikusjäake, mis tekivad ühte kindlat liiki kampsunite tootmisest.

Jääkide kasutamiseni jõudis ta tänu eelnevale rõivatootmisele, mille puhul häiris teda tekkiv suur jäägikogus ja ka toormaterjali anonüümsus. Samuti tunneb ta huvi keskkonna säästliku tootmise ja tarbimise vastu. Ta on väga vastutustundlik disainer.

Oma uue brändi Al Meta puhul on ta seadnud eesmärgiks leida sellised lõikelised lahendused, mille puhul jääke ei tekiks. Samas tõdes ta ka, et tootearenduse protsess on kestnud väga pikka aega (ligi 5 aastat), sest töötavate lahendusteni jõudmine on olnud aja- ja töömahukas.

Kui Johanna tahtis oma brändile keskkonnasõbraliku toote sertifikaati taodelda selgus, et see tuleb taodelda hoopis ettevõttel, kellelt on pärit tema tooraine. Kui ta läks selle ettepanekuga ettevõtte juhatusega läbi rääkima, pörkus ta kokku omaniku eitava seisukohaga ja kuulis esmakordselt, et selles ettevõttes ei teki ühtegi jääk, hoolimata sellest, et ta ise neid kasutas. See intsident muutis keeruliseks ka edasise koostöö. Seetõttu sertifitseerimine ebaõnnestus, kuid läbi raskuste ja puhtalt töötajate vastutuleku tõttu ta ikkagi saab jääke edasi kasutada, kuid juba kallima hinna eest (6 €/kg) Johanna töötab oma ettevõttes üksinda ja tegeleb ise peamiselt toodete disaini ja õmblemisega.

Tooteid müüb veebis, füüsiliselt on tema tooted müügil Prantsusmaal ja Eestis valitud poodides.

Toote sihtrühm on keskealised, enesekindlad, tegusad naised. Tooted ei sõltu kiirmoest, on põneva, unikaalse ja ajatu disaini ja väga kvaliteetse teostusega.

## LISA 4

Intervjuu Siim Salmariga Tartu 29.04.2018

Tartu Ülikooli orgaanilise keemia õppetooli teadur ja lektor, orgaanilise keemia doktor.

Kuidas hindad tähistamise ja rohemärgiste teemat laiemalt, kui pädevad on mõisted biolagunev, bioloogiline, keskkonnasõbralik materjal.

Näiteid on palju ja temaatika on keeruline, ning vastuoluline. Teemas on palju aspekte ja paljuski sõltub info sisu ja kogus eesmärkidest. Selge on aga see, et reklaamides ja tootetutvustustes ei pruugi kajastuda kogu info. Ka tooted, mille keskkonna mõju on vaid paar protsenti parem kui tavatoodetel tembeldatakse kergekäeliselt “rohelisteks”.

“Rohepesu” mõiste aitab lahti seletada Tartus ja Eestis suurt furoori tekitanud tselluloosi tehase näide, mida on presenteeritud, kui keskkonnasõbralikku moodsat puidurafineerimistehast. Est-For lubab oma kodulehel (<http://biorefinery.ee/keskkonnapoliitika/>), et investorid tagavad tõhusa ja keskkonnasõbraliku ning jäätmevaba taastuvast orgaanilisest toormest toodete tootmisprotsessi, mille käigus töödeldakse kõik protsessi kõrvalsaadused ümber orgaanilisteks baastoodeteks ning rohelisteks energiaks. Projekti algatajad kindlustavad, et kavandatava tehase tootmisprotsessiga seotud vee- ja maismaa ökosüsteemid ei kahjustu. Kuid lähemal vaatlusel selguvad hoopis teised tulemused. Põhiprobleem on hoopis kogutootmise ebaratsionaalsuses. Selles tehases kasutatakse ära vaid alla ühe kolmandiku (30-40%) toor materjalist ja kaks kolmandikku on lihtsalt jääk või kaasprodukt. Tselluloosi tootmine puidust on keskkonnaaegne ka seetõttu, et vajab tohutut koguses keskkonnaohtlikke kemikaale. Jääki tahetakse kasutada küll nõ. “roheenergia” tootmiseks, kuid põletamisest saadav energia kulub ära tselluloosi tootmiseks ja selles protsessis satuvad keskkonda ohtlikud kemikaalid ja lisaks vajab see materjal enne kuivatamist, et see üldse põleks. Lisaks tuleb puhastada vett, mis olnud kemikaalidele lahustiks puidu töötlemisel.

Selleks, et investeeringud kallitesse puhastusseadmetesse end ära tasuksid peavad tootmismahud olema meeletud, kuid väikesed tehased, nagu planeeritav, ei saa neid endale lubada. Seetõttu lähenetakse probleemidele vaid osade kaupa ja terviklahendused on veel tulevikuteema. Hea näide selle kohta on Soomes Kopios 2021 aastal valmiv tehas, kus on suudetud lahendada lõhnareostuse probleem, kuid veepuhastus on jäänud tahaplaanile.

Mõiste “bio” võiks tähistada ükskõik millist päritolu aineid ja materjale, aga oluline on, et need saaksid olla toiduks erinevatele elusorganismidele. Väga suureks probleemiks on saanud kaasajal nõ biolagunevad plastikud, millesse on lisatud komponente nende kiiremaks lagunemiseks. Selline materjal tekitab looduses väga tõsise probleemi, sest see laguneb väikesed mikroplasti tükikesteks, mis oma väiksuse tõttu satuvad kergesti erinevatesse elusorganismidesse neid kahjustades ja

jõuavad lõpuks ka inimese toidulauale. Sarnaselt on reostunud ka meie kraanivesi, sest selliseid tehnoloogiaid, mis saaksid mikroplasti puhastamisega joogiveest hakkama veel ei kasutata. Sellest lähtuvalt oleks parem toota materjale, mis ei oleks nii kergesti lagunevad ehk biolagunevad.

Teiseks lahendusseks võiks olla plastikud, mis ei lagune ja mida saab korduvalt ja korduvalt uuesti kasutada. Murrang selles vallas on tehtud. Eksituse tõttu ühel laborikatsetel õnnestus ühel USA tööühimil leida termoplast, mida saab 100 korda uuesti kasutada. Praeguseid kokku kogutavaid plaste ei saa tegelikult uuesti kasutada vaid ümber töödelda (hakkida või teha midagi uut, osad polümeerid on lahustatavad) Selleks, et neid kasutada saab vaid teatud osa uuest materjalist asendada vanaga ja see halvendab ka materjali kvaliteeti. Aga epoksiidvaiguga ei saa midagi teha, sest seal on moodustuvaid ristsidemeid ei saa hiljem kuidagi tekitada.

Kuid kõige suurem probleem on lisatud plastifikaatorid. Need on iga plasti puhul erinevad ja ei luba materjali kuidagi uuesti kasutusele võtta sama koostisega, nagu nad loodi

Põletamine on suur probleem. Selle käigus tekivad erinevad kasvuhoonegaasid aga ka mürgised ja ohtlikud gaasid (väävel ja muud halogeenitud polümeerid) Lisaks peaks eesmärk olema ainete võimalikult pikk ringluses hoidmine aga meie põletame selle lihtsalt ära. Süsinikku tuleks säilitada ja hoida ringluses, mitte ära põletada.

## LISA 5

Intervjuu Katrin Kabuniga Tallinn 16.04.2018.

OÜ FutinDesign disainer, EKA magister ja doktorant

Kuidas hindad bioplasti kasutamise võimalusi Eestis? Millised on sinu kogemused? Kas villasel komposiitmaterjalil on tulevikku?

Praegu tegeldakse bioplastidega Eestis vähe. Hiiumaal teeb bioplastikust kilekotte ettevõtte Dagöplast. Katrin Kabun teeb koostööd TTÜga, aga ei saa anda kasutatavate materjalide kohta praegu rohkem informatsiooni, sest arendamine on alles pooleli.

Kasutatav bioplastik on täielikult biolagunev ja termoplastne (muutub kuumutades plastseks ja vormitavaks). Selle tooraine on mais. Ei ole veekindel.

Eesmärk on teha komposiiti, mida saaks kasutada siseruumides. Vill on lihalammaste tootmisjääk, mis praegu läheb lihtsalt utiliseerimisele loomse jäätmena.

Komposiitmaterjalidel on kindlasti tulevikku, kuna jääkvillal on alles kõik villa head omadused, mida saab täiendada bioplasti omadustega.

Komposiitide puhul on võimalik teha erineva koostise ja tihedusega materjale, millel on erinevad omadused ja funkionaalsused. Paksem ja mitmest erineva tihedusega kihist komposiit on heade helisummutavate omadustega ja sobib hästi ruumi akustika parandavate seinapaneelide loomiseks. Õhem ühekihiline komposiit on läbipaistev ja õmmeldav sobides hästi valgustikuplite tegemiseks. Ka on põneva tulemuse andnud pikemaajaline kuumutamine, mis andis komposiidile nahkse pealispinna (selle tulemuseni jõuti läbi ebaõnnestunud katse, kus press läks katki ja kuumutas materjali üle).

## LISA 6

Woolish Knitting OÜ Andmed inforegistrist (<https://www.inforegister.ee> ja krediidiinfost <https://www.e-krediidiinfo.ee>)

Tegevusala: Muude silmkoe- ja heegelrõivaste tootmine, nt pulloverid, kampsunid jms tooted

Juhatus liikmed: Eigo Siimu, Külli Siimu

Asutamisaasta 2015

Juriidiline aadress: Harjumaa, Tallinn, Asula tn 12-18, 11312

Tootmine: Viljandimaa, Viljandi, Suur-Kaare tn 35

Töötajate arv: 8

Kolme viimase kuu käive: 147 425 €

Intervjuus Anna ja Eigo Siimuga Tallinn 20.04.2018

Woolish on pereettevõtte, mille toodang valmib Viljandis ja esinduspood asub Tallinnas Baltika kvartalis. Toodete valik on lai ulatudes rõivastest sisustustoodeteni. Ettevõtte peab oluliseks materjalide naturaalsust ja kogu brändi kooskõla.

Intervjuus selgus, et väikeettevõttel ei ole väga lihtne olla majanduslikult edukas. Neil tuleb oma tegevust kõvasti ökonomiseerida, et püsida konkurentsisis. Seetõttu kaalutakse rõivatootmise vähendamist, sest see tekitab kõige rohkem kulusid, nii tööjõutasude kui ka jääkide tekke osas. Jäägi tootmise kulu on keskmiselt 10€/kg, see ei sisalda utiliseerimist, sest seni ei ole pidanud kangajääke ära viskama.

Jäägi materjal on valdavalt 100% lambavill, kuid on ka natuke taaskasutatud puuvillast kudumeid. Kõigil lõngadel on päritolu ja osadel ka Öko Tex sertifikaat.

Suuremad jäägitükid on annetatud või müüdnud käsitöölisele, disaineritele; väiksemad Itaalia lõngatootjale SL di Selmi Laura, kes teeb sellest taaskasutatud lõnga.

Viljandis kasutatav sertifitseeritud lõng on pärit Leedust, kuhu jõuab see Inglismaalt. Lõnga kvaliteet on kõikuv, kuna tootja ostab villa turult ja eelistab ilmselt soodsat hinda. Seetõttu võib olla iga partii erinevate omadustega. Koostöö selle lõngatootjaga on olnud väga pikaajaline ja senini edukas. Kõik tooted kootakse klass 5 masinatega ja lõng peab sellele sobima. Vahel kasutatakse ka peenemat lõnga, mida kootakse siis mitme otsaga.

Kogu tootmine on sertifitseeritud, aga seda peetakse normiks ja ei kuulutata igal pool.

Riiklikke toetusi ei ole saadud, kuid on osaletud Loov Eesti PESA programmis.

Kuna jääkide omahind on kõrge, ollakse väga huvitatud nende vähendamisest. Praaktoodang, mis tekib kudumise ajal harutatakse jooksvalt üles ja kasutatakse uuesti. Juurdelõikusjäätis suuremad tükid müüakse odavalt (umbes 1- 3€/kg) või annetatakse käsitöölisele, disaineritele, lasteasutustele.

Lõnga kokkuostja maksab 1kg villase materjali eest 30 senti, kuid tuleb kohale alles siis kui piirkonnas on tekkinud märkimisväärne kogus jääke.

Selle tõttu plaanitakse rõivaste kudumine viia üle Leetu, kus on võimalik kududa jääkideta ja ka naturaalse koostisega lõngade valik on suurem ja kvaliteet parem. Viljandis jätkuks kodutekstiilide kudumine, mis lubab lõigete lihtsuse tõttu jäägivaba tootmist. Kuid jääke tekib ka alltöövõtu korras, kui kootakse teiste ettevõtete tooteid.

Plaan on ka vähendada palgalist tööjõudu, sest maksukoormus on liiga suur. Pigem ostetakse teenust vajaduse korral sisse, kui suurendatakse töötajate arvu.

Oma toodangut müüakse esinduskaupluses Baltika kvartalis, veebipoes ja ka teiste edasimüüjate kaudu.

Kõik Woolishis kasutatavad lõngad on vastavad Euroopa standarditele ja sertifitseeritud (osa ka ÖKO-TEX sertifikaadiga).

## LISA 7

Knittex OÜ Andmed inforegistris (<https://www.inforegister.ee> ja krediidiinfost <https://www.e-krediidiinfo.ee>)

Tegevusala: Muude silmkoe- ja heegelrõivaste tootmine, nt pulloverid, kampsunid jms tooted

Juhatus liikmed: Valdur Elbag, Liia Elbag

Asutamisaasta 2006

Juriidiline ja tegevusaadress: Viljandi, Looga tn 8b, Viljandimaa 72008

Töötajate arv: 21

Kolme viimase kuu käive on 156 097 €

Intervjuu Valdur, Liia ja Martin Elbagiga Viljandi 10.04.2018

Kuidas hindate oma ettevõttes tekkivaid jääke ja millised teemad vajaksid lahendamist?

Knittex OÜ on pereettevõtte, kes tegeleb silmuskudumite tootmisega. Seni on kogu toodang läinud Norra ettevõtetele, kes varustavad ka toorainega. Suurem osa toodangust on suunatud Norrat külastavatele kruisituristidele, kes ostavad neid suveniirtoodetena. Seetõttu on enamus Knittexi toodangust põhjamaiselt rahvusliku kujundusega. Kasutatav materjal on 100% lambavill.

Kasutatakse nii kraas kui kammvilla. Kammvill tuleb Rumeeniast, on oluliselt kvaliteetsem ja ei vaja kudumise järgset pesemist. Kraasvillaga varustatakse end peamiselt Leedu lõngavabrikust Silkeborg tuleva lõngaga, mille kvaliteet on ebaühtlasem, ning vajab kudumisjärgset pesemist.

Lõnga osas palju kaasarääkimise võimalusi pole, sest selle valib tooteid telliv ettevõtte ise, seetõttu ei tea ka, kas lõng on sertifitseeritud.

Tootmine on stabiilne, sest ei ole mõjutatud kiirmoest ega trendidest ja nõudlus on pidev, kuigi jõulude ja aastavahetuse paiku on tööd rohkem.

Ettevõttes on 24 erineva klassiga kudumismasinat: enamus klass 5, aga ka 3, 8 ja 10. Masinad on aastastest 1985 - 90, uuemaid masinaid ei ole soetatud. Universaalne MC 748 ja viis Shima Seiki (neist kolm on kasutuses) programmeeritavat kudumismasinat võimaldavad kududa lõikesse, kuid täielikult lõikesse ei luba kududa lõng, mille kokkutõmmet pesus ei saa prognoosida ja seega tuleb tükid kududa väikese varuga. Ettevõttes on ka oma programmeerija, kes kes seadistab masinaid ja välismaal enda oskusi pidevalt täiendab.

Toodangu hulgas on põhiliselt kampsunid, kindad, mütsid jne. Kampsunid on lihtsa ja arhailise lõikega. Kehaosad on peaaegu nelinurkne, ilma käeaugu kaareta, ka varrukas on ülalt vaid väikese kaarega. Kaeluse väljalõikamisel jääb eest poolkaare kujuline jääk, aga ka see pole väga suur.

Kudumispraagiga suurematest tükidest tehakse kindaid ja mütsi.



Kampsuni puhul tekib jääk peamiselt sellest, et tooted tuleb kududa väikse varuga, kuna lõnga kõikuva kvaliteedi ja erineva kokkumineku tõttu pesumasinas pesemisel, tuleb kududa suuremaid tükke. Samuti sõltub tekkiva jäägi hulk ja tükkide suurus iga kuduja personaalsetest oskustest. Suurem jääk tekib kinnaste ja mütside väljalõikamisel, sest nende lõige on keerukam ja detailide rohke. Ka tekkiv jääk on pigem väikesetükiline.

Varem on jääk läinud segaprügi konteinerisse ja sealt edasi Viljandi jäätmejaama. Paar kuud tagasi müüdi aga oma jäägid Itaalia kokkuostjale taaskasutus lõnga tegemiseks. Sinna läks umbes 2 tonni villast jääki. Jääkide kogumine on vähendanud prügiarveid umbes 100 € võrra kuus.

Ka on probleemiks kogunevad lõngatokkide koonused, mida ei taha tootja tagasi võtta ja neid ei saa ka pakendi konteinerisse panna. Neid on nii plastikust, kui ka papist ja praegu nad lihtsalt seisavad ja ootavad lahendust.

Knittexil on ka oma lasteriiete bränd Wool in Love.

LISA 8

Kirjavahetus Leedu lõngatootja "Silkeborg" UAB esindaja Jonas Lodaga

from: Juula Pärdi <juulas@gmail.com>

to: info@silkeborg-plaids.com

date: 25 Apr 2018, 16:55

subject: Question regarding yarn

Hello!

I am an Estonian textile designer and I am cooperating with Knittex OÜ who receives the yarn from your company. They gave me your contacts and suggested I ask the questions from you.

I am using textiles knitted by Knittex and I need certificates of your yarns for my products.

Can you send me the copies of the certificates of your yarns?

Best regards,

Juula Pärdi

Designer

OÜ ERITI HEA

+352 555 44 333

from: Jonas Loda <jonas@silkeborg-plaids.com>

to: Juula Pärdi <juulas@gmail.com>

date: 26 Apr 2018, 08:37

subject: Re: Question regarding yarn

Dear Juula,

Could you send me more details about which yarn is used in the knitwear you are buying? Count, colour or at least a photo of knitwear. Also let me know what kind of certificates you have in mind?

Pagarbiai/Sincerely,

Jonas Loda

"Silkeborg" UAB

Pakalnės st. 7c

LT-54355 Domeikavos k.

Kauno r., Lithuania

Tel.:+370-37-328288

Fax: +370-37-328289

Mob.:+370-698-25332

from: Juula Pärdi <juulas@gmail.com>

to: jonas@silkeborg-plaids.com

date: 26 Apr 2018, 12:20

subject: Re: Question regarding yarn

Thank you for the questions.

I need certificates for the yarns that have been sent to Knittex recently. I am interested in environmental information. Do you have EU certificates for these? Do any of the colors or other chemicals used in the process contain heavy metals?

Photo of textile examples included in the attachment.

Regards

Juula

from: Jonas Loda <jonas@silkeborg-plaids.com>

to: Juula Pärdi <juulas@gmail.com>

date: 26 Apr 2018, 15:13

subject: Re: Question regarding yarn

Hi Juula,

All the yarn is dyed in Europe and comply with REACH regulations. What do you mean by "EU certificates"? You need it for origin? Heavy metal dyestuff is forbidden in Europe for more then 20 years so definitely no heavy metals. Could you clarify if it is black or dark blue in the picture?

from: Juula Pärdi <juulas@gmail.com>  
to: Jonas Loda <jonas@silkeborg-plaids.com>  
date: 27 Apr 2018, 12:51  
subject: Re: Question regarding yarn

Thank you for the clarification cooperation!

This yarn is dark blue.

Have a nice weekend!

Regards

LISA 9

Kirjavahetus Eesti Maaülikool, metsandus- ja maaehitusinstituuti, veemajanduse osakonna,  
professori Mait Kriipsaluga

from: Juula Pärdi <juulas@gmail.com>  
to: mait.kriipsalu@emu.ee  
date: 22 Apr 2018, 22:28  
subject: Küsimus kompostimise kohta

Tere!

Olen Tartu Kõrgema Kunstikooli tudeng ja teen praegu lõputööd kudumissettevõtete jääkide kasutamisest.

Sellega seoses on mul tekkinud küsimus, millele ei ole osanud ise vastust leida.

Kas Te saaksite mind aidata või juhatada, kes võiks järgnevatele küsimustele vastuse anda?

1. Lambavill on biolagunev, aga kui kaua võiks Eesti kliimas see aega võtta ja mis on selleks kõige paremad tingimused?
2. Kas värvitud ja töödeldud villa tohib üldse kompostida? Kas see võib olla keskkonnale ohtlik?
3. Mis on Teie hinnangul parim viis villase värvitud tootmisjäätme käitlemiseks?
4. Kas villa kõdunemisel eraldub metaani? Kui oluline see probleem keskkonna seisukohast on?

Tervitades ja vastust oodates,

Juula Pärdi  
TKK, tekstiil  
555 44 333

from: Mait Kriipsalu <Mait.Kriipsalu@emu.ee>  
to: Juula Pärdi <juulas@gmail.com>

date: 23 Apr 2018, 18:32

subject: RE: Küsimus kompostimise kohta

1. Lambavill on biolagunev, aga kui kaua võiks Eesti kliimas see aega võtta ja mis on selleks kõige paremad tingimused?

Siin on segi aetud kaks asja: vill kas laguneb looduses ise (mina ei tee midagi), või ta kompostitakse (ma tagan parimad tingimused lagunemiseks). Lisaks on vaja mõlemal juhul teada, kas vill on puhas või millegagi segatud, kuiv või niiske. Reaktoris saad komposti valmis kiiremini, aunas aeglasemalt. Lihtsalt looduses hunnikus võtab see ehk aastaid. Tööstuslik kompostimine püüdleb selle poole, et 'Eesti kliima' mõju oleks minimaalne või olematu.

2. Kas värvitud ja töödeldud villa tohib üldse kompostida? Kas see võib olla keskkonnale ohtlik?

See oleneb sellest, millega villa või nahka on töödeldud. Nahatööstusest tuleb tuttav kroom, mis on halb. Kui villa on värvitud raskmetalle sisaldavate värvidega, siis see tuleb analüüsides välja ja komposti müüa ei saa.

3. Mis on Teie hinnangul parim viis villase värvitud tootmisjäätme käitlemiseks?

Käitlusviisi valik oleneb suuresti villa hulgast. Kas seda on 100 kg, tonn või tuhat tonni?

Kui ta on kuiv, tuleks määrata kütteväärtus. Võibolla saab villast teha jäätmekütust tsemendiahjudes põletamiseks? Kui kvaliteet on hea, tasuks proovida rühkida jäätmehierarhiat pidi ülespoole ja teha soojus- või heliisolatsioonimaterjali. Villa kiud võiks aidata midagi armeerida, nt paberit, betooni, värvi...? Fantaseeri. Silma [www.sciencedirect.com](http://www.sciencedirect.com).

<https://www.sciencedirect.com/search?qs=sheep%20wool%20recycling&show=25&sortBy=relevance>

[http://www.iswa.org/uploads/tx\\_iswaknowledgebase/paper11.pdf](http://www.iswa.org/uploads/tx_iswaknowledgebase/paper11.pdf)

4. Kas villa kõdunemisel eraldub metaani? Kui oluline see probleem keskkonna seisukohast on?

Orgaanilisi jäätmeid on võimalik käidelda mitmel moel. Aeroobse käitluse korral muutub orgaaniline aine huumuseks, süsihappegaasiks ja veeks ning anaeroobse metaankäärimise lõppsaadused on kütusena kasutatav biogaas ja väetusväärtusega käärimisjääk:

aeroobses keskkonnas: orgaaniline aine + O<sub>2</sub> → CO<sub>2</sub> + H<sub>2</sub>O + huumus;

anaeroobses keskkonnas: orgaaniline aine → biogaas (CH<sub>4</sub> + CO<sub>2</sub>) + käärimisjääk (mida võib omakorda peale tahendamist aeroobsetes oludes üle kompostida).

Seega metaani võib tulla vaid anaeroobsetes oludes. Õigemini oleneb see, kas villahunnikust metaani tuleb, otseselt sinu käitumisest. Kui hunnik on aeroobne, siis ei tule, kui vesine ja õhukindel, siis tuleb.

Biogaas (käärimisgaas) on orgaanilise aine käärimisel tekkiv pms metaanist (umbes 2/3) ja süsinikdioksiidist (u 1/3) koosnev gaas, milles leidub vähesel määral ka veeauru, divesiniksulfiidi (H<sub>2</sub>S), ammoniaaki (NH<sub>3</sub>), süsinikoksiidi (CO) ja lämmastikku (N<sub>2</sub>).

Kui vill panna prügilasse, siis seal jääb ta anaeroobsetesse oludesse ja lagunedes hakkab lenduma metaani. Prügilate kahjulik keskkonnamõju on paljuski tingitud orgaaniliste jäätmete rohkusest, sest just nende anaeroobsel lagunemisel tekivad kange nõrgvesi ja biogaasis sisalduv kasvuhoonenähtust põhjustav metaan. Arvatakse, et Maa CH<sub>4</sub>-heitest põhjustab üle poole inimtegevus (fossiilsete kütuste põletamine, looma- ja riisikasvatus ja prügilad).

Biogaasi võib ka põletada, et sooja saada.

Edu,

Mait Kriipsalu

from: Juula Pärdi <juulas@gmail.com>

to: Mait.Kriipsalu@emu.ee

date: 24 Apr 2018, 16:52

subject: Re: Küsimus kompostimise kohta

Suur tänu vastuste eest!

Sain palju targemaks! :)

Tervitades,

Juula

## LISA 10

Woolish Knitting OÜ Jäätmekäitlusküsimustik (küsimused koostatud Reet Ausi doktoritöö Trash to Trend - Upcycling in Fashion Design põhjal)

Vastasid: Eigo ja Anna Siimu

20.04.2018

1. Kirjeldage, milliseid jäätmeid teie ettevõttes tekib. Pean silmas jäätmeid, mis ei ole veel korralikku lahendust leidnud või mida võiks paremini kasutada.

- jäätmeliik – juurdelõikuse jäägid, väiksemad ja suuremad tükid peamiselt rõivaste tootmisest.
- milline on keskmiselt jäätmete hulk kuus/kvartalis - 200 kg 2-3 kuu jooksul
- mis on materjali keemiline koostis - 100% lambavill
- mis värvi on jääk - erinevad värvid
- kas on mustrid - on ka mustreid
- kudumismasinate klass - 5

2. Milliseid lahendusi jäätmete vähendamiseks olete seni kasutatud ja mida kasutatakse praegu? Nii palju, kui võimalik harutatakse praaktoodang üles ja kasutatakse uuesti. Ülejäänud jääk on müüdnud või annetatud käsitöölisele ja müüdnud ka Itaalia kokkuostjale, kes teeb sellest taaskasutatud lõnga. Osa toodangust tellitakse Leedu kudumisettevõttelt, kus on võimalik kududa lõikesse ja toot jäägivabalt. Plaan ise vähem toota rõivaid, kus tekib vananenud masinapargi tõttu rohkem jääke.

Kas teie tootmist mõjutavad trendid ja kiirmood?

Mitte oluliselt, kuid kord aastas tullakse välja uue tootekollektsiooniga.

3. Milliseid parameetreid arvestate toormaterjali ostmisel?

Toormaterjal ostetakse ise. Oluline on materjali koostis, lõnga jämedus, vastupidavus.

4. Kas olete kasutanud abi oma ettevõtte keskkonnamõju vähendamiseks?

On müüdnud jääke, eelistatud paberpakendeid, taaskasutatud kauba transpordi pakendeid, pood asub kodu lähedal (pole vaja sõita autoga).



5. Milline on teie ettevõtte tootmise suurim keskkonnamõju?

Ei oska täpselt öelda. Ehk autosõit Tallinna ja Viljandi vahel.( Vanade hoonete kütmine).

6. Milliseid uuendusi / muudatusi olete viimastel aastatel teinud (või planeeritakse), mis aitaksid keskkonnamõju vähendada?

Hetkel on ettevõtte fookus suunatud pigem kasvule ja müügile, keskkonna mõjusid hinnatud ei ole, kuid plaanitakse teha koostööd Leedu kudumisettevõttega, kus on võimalik toota jääkideta, kasutada taaskasutatud paberist pakendeid. Kasutatakse kohapeal destilleeritud vett aurutamiseks. Mõned tooted pestakse/vanutatakse, aga enamuse ei vaja kudumise järgset pesemist.

7. Kas ja milline on olnud nende uuenduste mõju?

Kulud on vähenenud, kvaliteet on tõusnud, protsess on kiirenenud, tootlikkus on suurenenud.

8. Kuidas te seda mõju hindate/mõõdate?

2-3% on materjali kulu vähenenud lõikesse kudumisel. Aja kokkuhoid on mõõdetav, sest ise Eestis kududes valmib 10 toodet sama ajaga, mis Leedus kududes kulub 25 toote valmimisele.

Millist meetodit/näitajaid/mõõtevahendeid kasutate?

Hinnanguline

Kas arvutate keskkonnakulusid?

Ei arvuta

9. Kui suur on olnud investering keskkonnamõjude vähendamiseks viimase kahe aasta jooksul (% käibest) (sh investeringud, kus keskkonnamõju oli kõrvalmõju)?

Ei ole arvanud, ei oska hinnata.

10. Kas ja kes teie ettevõttes tegeleb keskkonnaküsimustega?

Ei tegele keegi otseselt, aga on huvitatud keskkonnasäästlike valikute tegemisest.

11. Kas eelnimetatud muudatused on ettevõtte jaoks uuenduslikud, uuenduslikud Eesti turul või globaalsel turul? Patendid?

Lõikesse kudumine on uuenduslik

12. Millised on peamised ajendid selliste muudatuste tegemiseks?

Majanduslik otstarbekus ja optimaalne tootlikkus, et tootmine oleks kooskõlas toote olemusega.  
Eelistatakse naturaalseid materjale ka pakendamisel.

13. Kas olete teinud muutusi peamiselt ettevõtte tasandil või kaasanud ka partnereid: teadusasutusi, konsultatsioonifirmasi jne või ostnud lahenduse sisse?

Muudatusi on tehtud ettevõtte tasandil, aga ka koostöös Leedu kudumisettevõttega. Koostöoga ollakse rahul.

14. Mis võiks teid kõige paremini toetada, mida võiks parandada?

Võiks olla rohkem positiivseid näiteid, võiks olla mõistlikum prügimajandus ka riiklikul tasandil.  
Võiks osta tagasi Itaalia lõngatööstusest jääki ja kasutada seda oma toodetes.

15. Kas olete teinud uurimuse jäätmete olukorra parandamiseks?

Kas seda oli lihtne läbi viia (potentsiaalsed partnerid), kas oli piisavalt teavet?

Ei ole teinud.

16. Kust kogute teavet uute arengute, turuvõimaluste, turu muutuste jm kohta?

Koostööpartneritelt, meediat, internetist

17. Millisest teabest tunnete enim puudust, nt materjali-spetsiifilisest, tehnoloogilisest, turundusalasest, koostöövõimalustest, keskkonnaküsimustest?

Ei oska öelda.

18. Millised on peamised takistused muudatuste rakendamisel (tootmise aeglustumine, plaani täitmine jne)?

Rahaline võimekus

19. Kas olete saavutanud oma oodatud eesmärgid uuenduste rakendamisel?

Jah, villaseid jääke ei visata ära.

Knittex OÜ Jäätmekäitlusküsimustik (küsimused koostatud Reet Ausi doktoritöö Trash to Trend - Upcycling in Fashion Design põhjal)

10.04.2018

Vastasid: Valdur Elbag, Liia Elbag, Martin Elbag (programmeerija)

1. Kirjeldage, milliseid jäätmeid teie ettevõttes tekib. Pean silmas jäätmeid, mis ei ole veel korralikku lahendust leidnud või mida võiks paremini kasutada.

- jäätmeliik - lõigatud kudumi tükid erinevas suuruses, vea või auguga suuremad kudumid, ülesloomiseks kootud servaribad
- milline on keskmiselt jäätmete hulk kuus/kvartalis - 0.5t/kuus
- mis on materjali keemiline koostis - 100% villane
- mis värvi on jääk - erinevat värvi, palju naturaalseid toone, väga harva kollast, lillat
- kas on mustrid - mustrilisi ja ühevärvilisi
- kudumismasinate klassid - 3, 5, 8, 10

2. Milliseid lahendusi jäätmete vähendamiseks olete seni kasutatud ja mida kasutatakse praegu?

On kogutud jäätmeid ja 2 t müüdnud Itaalia kokkuostjale. Osa on läinud ka üldprügisse.

Kas teie tootmist mõjutavad trendid ja kiirmood?

Kiirmood ja trendid ei mõjuta, kuna tehakse allhanget Norrakatele, kes tellivad oma rahvariiete ainelisi kampsuneid kruisituristidele. Lõiked on ühetüübilised ja konservatiivsed.

3. Milliseid parameetreid arvestate toormaterjali ostmisel?

Toormaterjali ostab ja valib tellija. Oluline on lõnga jämedus.

4. Kas olete kasutanud abi oma ettevõtte keskkonnamõju vähendamiseks?

Lõikesekudumist võimaldav masin on soetatud EASi starditoetuse eest.

5. Milline on teie ettevõtte tootmise suurim keskkonnamõju?

Tekkivate kangajääkide hulk, palju jääki tekitab kehv toormaterjal. Veekasutus pesemisel ja energiakasutus kuivatamisel.

6. Milliseid uuendusi / muudatusi olete viimastel aastatel teinud (või planeeritakse), mis aitaksid keskkonnamõju vähendada?

(Juhtimissüsteem: sertifikaadid, parameetrite arvutamine, koolitus, tagasiside, kohustuste muutmine, uued eesmärgid, parendamine jne. Tootmine ja müük. Saaste vähendamine vs optimeerimisprotsessid vs innovatsioon disainis. Tehnoloogiline või mittetehnoloogiline. Peamised protsessid ja abiprotsessid. Uuendused sisendis: vesi, energia, materjalide kasutamine, materjalide valik, meetodite valik)

Kavas on kudumismasinat järkjärguline väljavahetamine uuemate, lõikesse kudumist võimaldavate vastu, kuid need on kallid ja seavad tingimusi kvalifitseeritud tööjõu osas. Samuti on see protsess väga kulukas. Esimene masin on ostetud ja ettevõttes töötab programmeerija, kes seda haldab. Samuti käib ta pidevalt ennast täiendkoolitamas.

7. Kas ja milline on olnud nende uuenduste mõju?

(Kulude vähendamine. Toote / teenuse edu, kvaliteedi tõstmine. Tootmisvõimsuse suurenemine, protsessi kiirus, paindlikkus, tootlikkus. Tööandja rahulolu, töötingimuste paranemine. Teiste ettevõtete või huvigruppide mõju.)

Jääkide müük lõngavabrikule andis 100 € väiksema prügiarve kuus. Ruumi on laos rohkem, sest lõngatootjale anti ära pikema aja jooksul kogunenud jäägid.

8. Kuidas te seda mõju hindate/mõõdate?

Prügiarve on 100 € väiksem kuus.

Millist meetodit/näitajaid/mõõtevahendeid kasutate?

Pole seni kasutanud.

Kas arvutate keskkonnakulusid?

Ei arvuta.

9. Kui suur on olnud investeering keskkonnamõjude vähendamiseks viimase kahe aasta jooksul (% käibest) (sh investeeringud, kus keskkonnamõju oli kõrvalmõju)?

Ei oska täpselt öelda, kuna pole arvestanud.

10. Kas ja kes teie ettevõttes tegeleb keskkonnaküsimustega?

Keegi konkreetselt ei tegele, omanikud on ise teinud otsuseid oma sisetunde järgi.

11. Kas eelnimetatud muudatused on ettevõtte jaoks uuenduslikud, uuenduslikud Eesti turul või globaalsel turul? Patendid?

Jah, on küll. Uute masinate soetamine ja nende kasutamise väljaõpe on Eestis väga uuenduslik. Seda tulebki teha välismaal.

12. Millised on peamised ajendid selliste muudatuste tegemiseks?

(seadus, eeskirjad, standardid; kliendi huvid; turutingimused; konkurentsieelis; omanike huvid; trendid ja kirjutamata seadused tööstuse sees).

Omanikud on huvitatud ökonoomsemast ja keskkonnasõbralikumast majandamisest.

13. Kas olete teinud muutusi peamiselt ettevõtte tasandil või kaasanud ka partnereid: teadusasutusi, konsultatsioonifirmasi jne või ostnud lahenduse sisse?

On saadud hakkama oma jõududega.

14. Mis võiks teid kõige paremini toetada, mida võiks parandada?

(koostöövõimalused; positiivsed näited, võrdlusuuringud; andmebaasid, teave; konsultatsioon, koolitus; rahaline toetus; infrastruktuur; ökomärgised, tarbijakampaaniad)

Kõik loetletud võimalused oleksid head.

15. Kas olete teinud uurimuse jäätmete olukorra parandamiseks?

Kas seda oli lihtne läbi viia (potentsiaalsed partnerid), kas oli piisavalt teavet?

Ei ole.

16. Kust kogute teavet uute arengute, turuvõimaluste, turu muutuste jm kohta

(nt koostööpartnerid, messid, teadusuuringud, ettevõtjate organisatsioonid, meedia, internet jne)?

17. Millisest teabest tunnete enim puudust, nt materjali-spetsiifilisest, tehnoloogilisest, turundusalasest, koostöövõimalustest, keskkonnaküsimustest?

Kõigest.

18. Millised on peamised takistused muudatuste rakendamisel (tootmise aeglustumine, plaani täitmine jne)?

(sisemised vs välised; määrused; finantsküsimused; teadmiste puudumine; motivatsiooni puudumine; võimaluste puudumine (töehõive, tarnijad, partnerid))

19. Kas olete saavutanud oma oodatud eesmärgid uuenduste rakendamisel?

Jah, lõikesekudumist võimaldav masin on vähendanud kulutusi materjalile ja prügi tekib vähem, kui enne lõngatootjale jäägi müümist.

## LISA 12

Intevjuu: Urmas Eduriga Tartu 19.04.2018.

Eesti Lambakasvatajate Ühistu juhatuse esimees ja lambakasvataja.

Kuidas on seni rakendatud lihalamba villa ja kui suur on potentsiaal tulevikus?

Seni ei ole lihalammaste tootmisel tekkivale villale mingit head kasutamisevõimalust tekkinud.

Kasvatajad on hädas, sest sellega ei osata midagi mõistlikku peale hakata. Kuna vill on loomakasvatuse kõrvalprodukt, tuleb seda käidelda kui loomset jäädet, aga see on kulukas. Osad talunitud viivad villa põllule ja väetavad sellega mulda. Kuid enamus on loomakasvatajad uppumas üleliigsesse villa, mis vajaks targamat lahendust kui põletamine ja maha matmine.

Miks siis ei võeta seda kasutusele tekstiilide valmistamiseks?

Probleemiks on villa töötlemine. Toorvill, mis lamba seljast tuleb on väga must. See vajab enne kasutamist puhastamist, pesemist ja kraasimist. Kuid kasvatajad on väga huvitatud, et vill saaks rakenduse ja seetõttu vastutulelikud ja valmis koostööks, et leida probleemile majanduslikult tasuvam lahendus.