

EESTI KUNSTIAKADEEMIA

Disainiteaduskond

Tekstiilidisaini osakond

Maria Kristiin Peterson

**Disaineri roll tarbijajärgse tekstiilijäätme ringlussevõtul
lõngaarenduse ja kudumikolleksiooni näitel**

Magistritöö

Juhendaja: Reet Aus, PhD
Konsultant: Astri Kaljus, MA

Tallinn 2023

Autorideklaratsioon

Kinnitan, et:

1. käesolev magistritöö on minu isikliku töö tulemus, seda ei ole kellegi teise poolt varem (kaitsmisele) esitatud;
2. kõik magistritöö koostamisel kasutatud teiste autorite tööd (teosed), olulised seisukohad ja mistahes muudest allikatest pärinevad andmed on magistritöös nõuetekohaselt viidatud;
3. luban Eesti Kunstiakadeemial avaldada oma magistritöö repositooriumis, kus see muutub üldsusele kättesaadavaks interneti vahendusel.

Ülaltoodust lähtudes selgitan, et:

- käesoleva magistritöö koostamise ja selle sisalduvate ja/või kirjeldatud teoste loomisega seotud isiklikud autoriõigused kuuluvad minule kui magistritöö autorile ja magistritööga varalisi õigusi kasutatakse vastavalt Eesti Kunstiakadeemias kehtivale korrale;
- kuivõrd repositooriumis avaldatud magistritööga on võimalik tutvuda piiramatul isikute ringil, eeldan, et minu magistritööga tutvuja järgib seadusi, muid õigusakte ja häid tavasid heas usus, ausalt ja teiste isikute õigusi austavalt ning hoolivalt.
Keelatud on käesoleva magistritöö ja selles sisalduvate ja/või kirjeldatud teoste kopeerimine, plagieerimine ning mistahes muu autoriõigusi rikkuv kasutamine.

15.05.2023

Maria Kristiin Peterson
/allkirjastatud digitaalselt/

Töö vastab magistritööle esitatud nõuetele:

15.05.2023

Reet Aus, PhD
/allkirjastatud digitaalselt/

Sisukord

Sissejuhatus	3
1. Probleemi kirjeldus	5
1.1 Tekstiili- ja rõivatööstuse mõju keskkonnale	5
1.1 Tarbijajärgsed tekstiilijäätmed ja nende teke Eestis	6
1.3 Eestis tekkiv jääkvill ja selle väärtus	8
1.4 Tekstiilijäätmete ringlussevõtu tehnoloogiad	10
2. Teoreetiline raamistik	14
2.1 Jätkusuutlikkus ja ringmajandus	14
2.1.1 Ringdisain	16
2.1.2 Disaineri roll ringmajanduses	17
3. Metodoloogia	19
3.1 Uurimisküsimused	19
3.2 Uurimismetoodika	19
4. Disainiarendus	20
4.1 Inspiratsiooni ainetel ehk kuidas kõik alguse sai	21
4.1.2 Mustri ja kollektsiooni visandamine	24
4.2 Kasutatud materjalide valik ja nende ettevalmistus	27
4.2.1 Purustatud tekstiilijäätmed	28
4.2.2 Sireli talu jääkvill	29
4.2.3 Alpaka vill	32
4.3 Lõngaarendus	33
4.4 Kollektiooni valmimine	37
5. Disainiarenduse analüüs ja järeldused	59
Kollektiooni ülevaade	61
Kokkuvõte	67
Summary	69
Kasutatud kirjandus	71
LISA 1. Lõnga arendamine	76

Sissejuhatus

Meid ümbritsev ökoloogiline seisukord on kõike muud kui helge ja jätkusuutliku tulevikuga. Oleme inimkonna tegevusena ületanud mitmeid Maa ökoloogilisi taluvuspiire. Tekstiili- ja moetööstus on siinkohal üks suurim ja halastamatum keskkonnakahjustaja (Euroopa Parlament 2022). Selle tööstusharu näol on tegemist globaalse süsteemiga, mida käsitledes peaksime arvesse võtma mitmeid tegureid. See kätkeb endas teiste seas nii loodusressursside kasutamist tootmisprotsessides, rõivaste kasutusel tehtud otsuseid kui ka jäätteks muutuva riideeseme edasist saatust määravaid võimalusi ja lahendusi. Tekstiilijäätmed on meile nendest paljudest teguritest ehk kõige lihtsamini hoomatavam. Ilmselt enamus meist on pidanud tõtt vaatama enda meeleoluostudele, mis hiljem kasutust leidmata riidekapis ruumi võtavad või otsinud lahendust rõivastele ja kodutekstiilidele, mis on ribadeks kasutatud. Valitsev kiirmood ja ületarbimine kahjuks vaid kasvatavad meie kui tarbija poolt ära visatud tekstiilijäätmete hunnikuid nii prügimägedel kui ka vabas looduses.

Ühe võimaliku lahendusena tekstiili- ja moetööstuse jätkusuutlikumaks muutmiseks on aina enam kõlapinda leidev ringmajandusmudel. Selle üheks eesmärgiks on vähendada jäätmete teket suunates need tagasi ringlusse. Nii on seda mudelit rakendades võimalik ka tarbijajärgseid tekstiilijäätmeid käsitleda kui kasulikku ressursi, mida saab ära kasutada uute materjalide või toodete loomisel. Sellise jäätmeid vältiva ja vähendava mudeli toimimisel on olulisel kohal disain ja seda protsessi juhtiv disainer.

Käesolevas magistritöös keskendun tekstiilijäätmete probleemistikule ning selle võimalikule lahendusele läbi ringlussevõtu. Tekstiilidisainerina olen enim huvi tundnud kudumidisaini vastu. Praktilised katsetused ja loodud kudumid on kasvatanud uudishimust kire. Sellest tulenevalt seadsin töö eesmärgiks uurida disaineri rolli tarbijajärgsete tekstiilijäätmete kasutamisel uue toote loomiseks, seda täpsemalt lõngaarenduse ja kudumikollektsiooni näitel. Eesmärgist lähtuvalt püstitan uurimisküsimused, mis aitavad analüüsida kuidas disainer saab läbi kudumidisaini lahendada probleeme, mis kaasnevad vanade, jäätteks muutunud rõivastega.

Magistritöös kasutatud metodoloogiline lähenemine on praktikapõhine uurimus. Seega otsin uurimistöös püstitatud küsimustele vastuseid läbi disainiprotsessi. Selle raames disainin ja koon

tarbijajärgsetest tekstiilijäätmetest arendatud lõngadest kudumikollektsiooni. Kudumites kasutatavate lõngade arendus juhindub kasvandatud kudumite disainist. Kolleksioon valmib silmuskudumise masinal.

Töö esimeses osas ehk teoreetilises raamistikus annan ülevaate tekstiili- ja moetööstuse keskkonnamõjudest. Disainiprotsessis tehtud materjalivalikuid (lõngades kasutatud tekstiilijäätmed ja lisakiud) silmas pidades kirjeldan lisaks probleemidele seoses Eestis tekkiva tarbijajärgse tekstiilijäätmega ka olukorda kohaliku jääkvilla tekkega. Annan ülevaate ka tekstiilijäätmete ringlussevõtuks peamiselt kasutuses olevatest ja ka tuleviku mõttes olulistest tehnoloogiatest.

Sellele järgnev teoreetiline raamistik annab lühida ülevaate ringmajanduse kontseptsioonist ning ringdisaini printsiipidest. Lisaks annan läbiviidud uuringute põhjal ülevaate disaineri rollist ringmajandusele üleminekul.

Töö viimane osa annab ülevaate läbitud disainiprotsessi etappidest, mis sisaldab inspiratsiooni otsinguid, disaini loomist, materjali arendust ja disainide teostamist. Uurimistöös kasutatud lõngade arendus viidi läbi Eesti Kunstiakadeemia Jätkusuutliku disaini ja materjalide labori DiMa (edaspidi EKA DiMa) poolt läbiviidud uurimisprojekti “Eestis tekkivate tekstiilijäätmete ringlussevõtu ja tootearenduste lahendused” (EKA DiMa 2023) raames. Minu osalemise selles protsessis võimaldas minu roll antud projekti juhi ja praktikandina. Projektis läbiviidud tegevuste täpsemad kirjeldused, mis on seotud antud uurimustööga, on lisatud siinsele tööle lisamaterjalina (Lisa 1).

1. Probleemi kirjeldus

1.1 Tekstiili- ja rõivatööstuse mõju keskkonnale

Kliimamuutustest rääkides ei pruugi me koheselt mõelda meie endi seljas olevatele rõivastele, kui erilistele keskkonnajalajälje tekitajatele. Ometi on just tekstiili- ja rõivatööstus vastutav 10% globaalselt tekkiva süsinikuheite (Euroopa Parlament 2022) eest ning ainuüksi tekstiili tootmise tagajärjel eraldub õhku igal aastal ligi 1,2 miljardit tonni kasvuhoonegaase (Ellen MacArthur Foundation 2017). Need numbrid on vaid üheks põhjuseks, miks tekstiili- ja rõivatööstus on keskkonnale kahjulikum sektor kui rahvusvaheline lennundus ja merelaevandus kokku (Euroopa Parlament 2022). Kahjuks on sellel kliimakriisi põhjustaval “kiirrongil” gaas põhjas, sest praeguste üleriiklike trendide põhjal ennustatakse, et 2050. aastaks tõuseb rõivatööstuse globaalne süsinikuheite jalajälg koguni 26%-ni (Ellen MacArthur Foundation 2017).

Selle üheks peamiseks keskkonnamõju põhjuseks on lineaarne majanduslik ehk nn „tooda, kasuta, hülga” mudel. Aastakümnete pikkune odava toorme, tööjõu ja energia ärakasutamine sellise mudeli toimimiseks on viinud kiirmoe tekke ja massilise ületarbimise. (Sariatli 2017: 31-34) Selle tulemusena on Euroopa Liidus (edaspidi EL) ostetud riideesemete hulk kasvanud väga suurte kogusteni- keskmine ELi kodanik tarbis näiteks 2018. aastal keskmiselt 12,4 kg tekstiile, millest 10 kg olid rõivad (Köhler, A. jt 2021: 47). Eestlased on aga keskmisest Euroopa Liidu kodanikust veidi agaramad tarbijad. SEI Tallinna uuringu andmetel ostab keskmine eestlane uusi ja kasutatud rõivaid ehk tekstiilitooteid ligikaudu 14,8 kg aastas (SEI Tallinn 2020). Kus on nõudlus, seal on ka pakkumus – Maailmapanga poolt avaldatud artikli põhjal tootis tekstiili- ja rõivatööstus ainuüksi 2019. aastal 62 tonni rõivaesemeid (World Bank 2019).

Lisaks kasvuhoonegaaside tekitamisele on tööstuse keskkonnamõju tugevalt seotud ka erinevate kemikaalide kasutamisega, vee reostamisega ning maakasutusega. Näitena võib siinkohal tuua puuvilla tootmise, mis on viimase paarisaja aasta jooksul kasvanud üheks populaarsemaks tekstiilikiuks. 2015. aastal läbiviidud uurimuse kohaselt moodustas puuvill rohkem kui 43% kõikidest toodetavatest kiududest Euroopa turul. Selle keskkonnajalajälg on aga eriti problemaatiline, sest puuvilla tootmiseks kulub märkimisväärselt palju vett- ühe kilogrammi

puuvilla kasvatamiseks võib seda kuluda kuni 10 000 liitrit. Sellele lisandub puvillakiu töötlemine (värvimine, pleegitamine). Lisaks kasutatakse puuvillataime kasvatusel putukatõrjeks kemikaale ning niisutussüsteeme, mis põhjustavad paljudes piirkondades veepuudust. (Maxwell 2015)

Märkimisväärse keskkonna jalajäljega on ka rõivaste kasutusfaas. Ilmestava näitena võib siinkohal tuua 2017. aastal avaldatud uuringu (Friot ja Boucher 2017), mis väidab, et 35% kogu maailma ookeani vees sisalduvast mikroplastist satuvad vette sünteetiliste tekstiilmaterjalide pesemisest nii koduste kui ka tööstuslike pesumasinatega.

1.1 Tarbijajärgsed tekstiilijäätmed ja nende teke Eestis

Lisaks eelpool kirjeldatule, on üheks suureks väljakutseks kujunenud ka aina kasvav tekstiilijäätmete hulk. Tekstiilijäätmeid liigitatakse mitmeid moodi, ent antud töö konteksti silmas pidades toon välja järgmised liigitused:

- Tarbimiseelsed tekstiilijäätmed (ingl keeles *pre-consumer textile waste*), mille puhul on tegu näiteks erinevate kangatootmise protsesside käigus tekkivate tekstiilkiudu sisaldavate materjalidega. Siia alla liigituvad kangajupid, tekstiilijäägid ning valmis rõivaesemed, mis tarbijani ei jõua.
- Tarbijajärgsed tekstiilijäätmed (ingl keeles *post-consumer textile waste*) on tekstiilist esemed, mis on lõpptarbija poolt kasutatud ning enam otstarvet ei leia. (Ak1 2020)

Antud uurimistöö keskendub tekstiilijäätmete kontekstis viimasele grupile, st tarbijajärgsetele tekstiilijäätmetele, mille koguste suurenemine on viimastel aastakümnetel kujunenud eriti teravaks probleemiks. Ellen MacArthur Foundation (2017) uuring näitab, et ligikaudu 73% globaalselt toodetud ja tarbitud tekstiilitoodetest lõpetab oma eluea kas varem või hiljem prügimäel. Tekstiilijäätmete prügilas ladestamine või põletamine tekitab aga olulisel määral keskkonnakahju. Ainuüksi ühe segakiududest valmistatud tekstiilieseme lagunemine prügimägedel esinevates mittersobilikes komposteerimistingimustes võib võtta rohkem kui 100 aastat. Lagunemise käigus eraldab see kahjulikku metaangaasi, mis on 21 korda võimsam kasvuhoonegaas kui süsihappegaas. Samuti väljastavad erineva töötusega ja sisaldusega tekstiilid komposteerimise käigus mullastikku ohtlikke kemikaale (Brown 2021).

Ka Eestis on prügimägedele liikuvate vanade rõivaste hulk märkimisväärselt suur – keskmine eestlane viskab näiteks ühes aastas ära veidi rohkem rõivaid ja kodutekstiile kui keskmine eurooplane. Euroopa Liidus läheb igal aastal prügimäele ladestamisele ligi 5,8 miljonit tonni tarbijajärgseid tekstiilitooteid. See teeb umbes 11 kg inimesi kohta aastas (EAA 2019). EKA DiMa projekti raames läbi viidud uuringust selgus, et 2020. aastal tekkis Eestis tarbijajärgseid rõiva- ja tekstiilijäätmed ligikaudu 19 300 tonni (DiMa 2023). See teeb 14,5 kg inimese kohta, ehk ligikaudu 3 kg rohkem keskmisest eurooplasest.

SEI Tallinn (2020) uuringu tulemustest saab järeldada, et eestlaste teadlikkus rõivaste taaskasutuse olulisusest ning valmisolek oma vanu rõivaid selleks ettenähtud kogumiskonteineritesse viia on kõrgem, kui naaberriikides. Juba täna kogutakse näiteks turule pandud uutest rõivastest ja tekstiilidest liigiti kokku 30% ning see kogus on kasvutrendis. See on oluline täheldus ELi jäätmedirektiivi valguses, mille kohaselt peavad kõik EL liikmesriigid 2025. aastast hakkama tarbijajärgseid tekstiilijäätmeid liigiti koguma (EL 2018).

Eestis puudub praegu üleriigiline ja toimiv süsteem tekstiilijäätmete kokku kogumiseks ja ringlussevõtuks. Seni on olemasolevaid kogumiskonteinereid organiseerinud ja majandanud peamiselt korduskasutusorganisatsioonid või aktiivsemad kohalikud omavalitsused (SEI Tallinn 2020). Üheks eeskujulikuks näiteks on siinkohal Eesti suurim taaskasutuskeskus MTÜ Uuskasutuskeskus, kes on eestlaste riiete korduskasutamist jõudsalt edendanud ning on tänaseks Eestis taganud 23 kogumiskohta lisaks mitmetele kauplustele, kuhu on võimalik oma vanu rõivaid viia (DiMa 2023) (foto 1). Kahjuks liiguvad veel täna ringlussevõtu süsteemide puudulikkuse tõttu hoolikalt liigiti kogutud tekstiilijäätmed ikkagi prügilasse, kus need ladestatakse või saadetakse koos segaolmejäätmetega põletamisele.



Foto 1. Kasutatud rõivad Uuskasutuskeskuse sorteerimiskeskuses. Autori foto.

1.3 Eestis tekkiv jääkvill ja selle väärtus

Käesoleva töö praktilises osas tehtud materjalivalikute kontekstis pean oluliseks anda ülevaade ka Eestis tekkivast lambavilla jäägist. Lambavill on läbi ajaloo olnud eestlastele traditsiooniliselt üks olulisimaid kiude. Viimasel paarisajal aastal on olukord aga drastiliselt muutunud ja enamik materjalist ei leia enam kasutust. Viimastel aastakümnetel on villa toodangu aasta keskmine kogus olnud üsnagi stabiilne (viimase Eesti villa ja villatööstuse arengukava andmeil oli see number 170 tonni aastas), aga väärindatakse sellest toodetavast villast süiski vaid u 10 %. Ülejäänud kas põletatakse või komposteeritakse. (Matsin 2022)

Globaalses kontekstis on villa kasutuse langemist põhjustanud tehiskiudude turule tulek, mis moodustab tänaseks ligi kaks kolmandikku kogu turule pandavatest tekstiilikiududest. Sünteetiliste kiudude kvaliteet on tinginud lambavilla kvaliteedinõuete tõusu. (Engelhardt 2020)

Eestis peetakse tänasel päeval lambaid peamiselt liha saamise eesmärgil. Ent ka neid lambaid tuleb kaks korda aastas pügada. Lihalamaste kasvatamisega tegelevatel talunikel puudub aga sageli motivatsioon villa väärindamisega tegeleda. Seda põhjustab kokkuostu madal hind (mis omakorda tuleneb madalast huvist kodumaise villa vastu) ning väärindamisega seotud kulukad lisategevused – vill tuleb sorteerida, pesta (kodustes tingimustes) ja ketrusvabrikusse viia. Kohalikke villa kokkuostjaid on vähe, seetõttu oleneb villa väärindamine paljuski talunike enda entusiasmist. (Matsin, 2022: 208- 214)

Puuduliku villa töötlemise süsteemi tõttu on kannatanud ka üldine kohalik lambavilla kvaliteet. Nii on Eestis tekkinud paradoksaalne olukord, kus ühelt poolt viskame ära enamuse siin tekkivast villa kogusest selle kõrgetele kvaliteedinõuetele mittevastavuse tõttu ning teisalt impordime igal aastal siin tekkivast kogusest ligi 2 korda rohkem lambavilla näiteks Suurbritanniast või Uus-Meremaalt. Villa äraviskamisest rääkides viitab aga Kabun oma uurimustöös huvitavale tõsiasi, et Eestis on vill 3. kategooria materjal ehk lihatootmise kaasprodukt, mida ametlikult võib töödelda vaid selleks tunnustatud ettevõtte. (Kabun 2017: 11)

Hoolimata eelkirjeldatust, on sellel loomsel tekstiilikiul väga head morfoloogilised omadused, mis teevad sellest inim- ja keskkonnasõbraliku materjali, ehk teisisõnu väärtusliku ressursi. Raamat “Arhailiselt High-Tech” (Kabun 2022: 56-85) annab hea ülevaate villa omadustest, millest rõivadisaini kontekstis toon siin välja olulisemad:

- Vill on **hea isolator nii sooja kui ka külma vastu**. Villasest materjalist rõivas annab külmal ilmal soojust ning kaitseb kuumal ilmal kuumuse eest. Villakiu säbrulise kuju tõttu on selles palju õhku, mis on üheks parimaks soojusisolaatoriks.
- Lisaks **heale niiskuseimavusele**, on see **looduslikult vetthülgav**. See tähendab, et näiteks kudumile sattuvad veetilgad voolavad villakiu välise soomuskihi tõttu üsna kergelt maha.
- **Vill on pehme**. Selle pehmus on enamasti seotud villakiu diameetri suuruse ja venivusega. Nii tundub näiteks peenema läbimõõduga meriinovill nahal pehmem, kui paksema kiuga vill.
- Vill on **veniv ja vastupidav**, mis tuleneb villakiu loomulikust lokilisusest. Elastsus tagab omakorda villasest kiust valmistatud lõnga kõrge kvaliteedi. Villakiudu võib mudida,

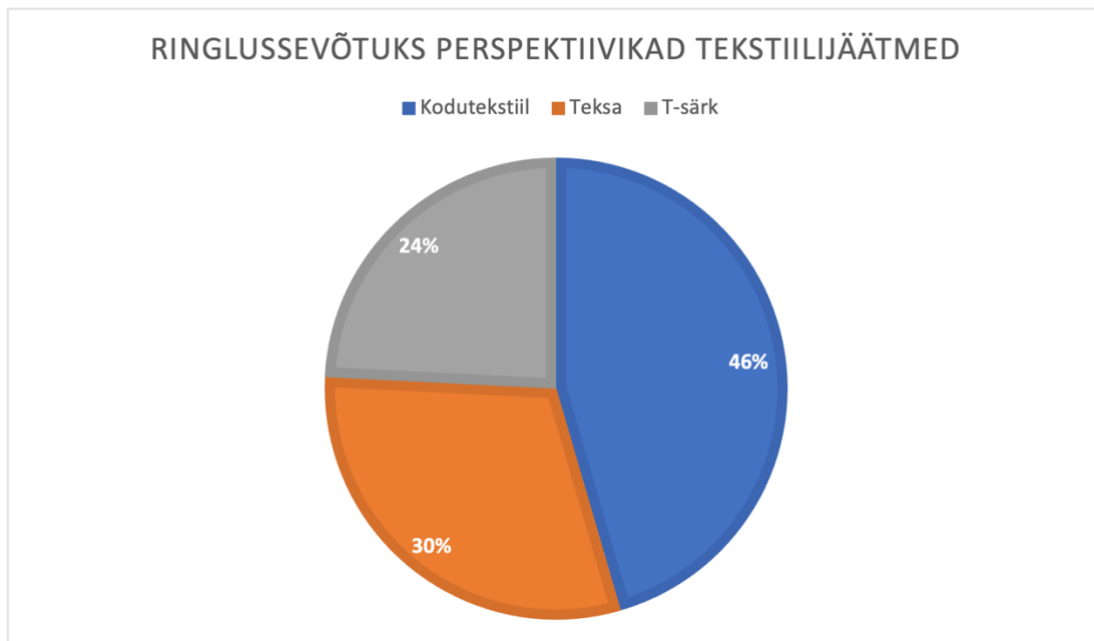
painutada ja venitada ligikaudu 20 000 korda enne, kui see murdub (puuvillakiud murdub näiteks juba peale 3000 korda painutamist).

- Vill on **antibakteriaalne**, st selle keemilised omadused ja molekulaarne struktuur moodustavad villakiule tugeva kaitsekihi ning välistel bakteritel on raske kiudu siseneda.
- Vill on sobivates tingimustes **biolagunev**.

1.4 Tekstiilijäätmete ringlussevõtu tehnoloogiad

Tekstiilijäätmete ringlussevõtu süsteemide ja tehnoloogiate arendamine on viimastel aastatel hoogu võtnud, seda näitab nii mitmete innovaatiliste lahenduste turuletulek kui ka ELi tulevikustrateegiad ja tegevuskavad, kus tekstiilijäätmete vähendamine on fookuses. 2020. aasta märtsis ELi roheleppes võeti näiteks vastu uus ringmajanduse tegevuskava, mille eesmärk on edendada ressurside tõhusat kasutamist, säilitada bioloogilist mitmekesisust ning vähendada saastet (Euroopa Komisjon 2020). Selles sisalduv ELi jätkusuutlike tekstiilide strateegia kätkeb endas mitmeid tekstiili- ja rõivatööstust muutvaid direktiive, sealhulgas nõue, et aastaks 2030 kõik EL-i turule pandavad rõivad peavad olema vastupidavad, parandatavad ja ringlusse võetavad. Lisaks tuleb uue tekstiilistrateegia kohaselt toota uued tekstiilitooted suures osas ümbertöödeldud kiust, need ei tohi sisaldada ohtlike aineid ning peavad olema toodetud arvestades inimeste sotsiaalseid õiguseid.

EKA DiMa (2023) uuringust selgus, et Eestis oleks selleks vajaliku tehnoloogia ja süsteemse lähenemise olemasolul võimalik mehaaniliselt töödelda ja uute toodete toormena kasutada ligikaudu 3300 tonni rõivaid (ühe aasta jooksul tekkivatest tekstiilijäätmetest). Perspektiivikamad tootekategooriad on puuvillased T-särgid, teksad ja puuvillane kodutekstiil (joonis 1).



Joonis 1: Koostatud DiMa projekti “Eestis tekkivate tekstiilijäätmete ringlussevõtu ja tootearenduste lahenduste väljatöötamine” raporti tulemuste põhjal.

Tekstiilijäätmete ümbertöötlemise (ingl keeles *recycling*) kategoriseeringuid on mitmeid. Levinumad neist on *upcycling/ downcycling; closed-loop/ open-loop* või tehnoloogiale põhinev jaotus: keemiline ja mehaaniline ümbertöötlemine.

Upcycling ehk väärtustav taaskasutus on tekstiilijäätmete ümbertöötlemise kategooriate kontekstis meetod, mille läbi taaskasutatud materjalist luuakse toode, mis on kõrgema väärtuse või kvaliteediga, kui algne toode. *Downcycling* ehk väärtust kahandava meetodi teel saadakse ümbertöötlemise tulemusena materjal või toode, mis on madalama väärtuse või kvaliteediga, kui see oli algselt (Sandin 2018). Viimane on tänapäeval enim levinud meetod, sest tekstiilijäätmeid töödeldakse sageli ümber tööstuslikeks kaltsudeks, tekkide/ patjade/ madratsite/ mänguasjade polsterdusmaterjalideks või ehitusvaldkonna isolatsioonimaterjalideks.

Teine võimalik viis tekstiilijäätmete taaskasutusele läheneda on läbi ringsete süsteemide: suletud olelusringi (ingl keeles *closed-loop recycling*) ja avatud olelusringi (ingl keeles *open-loop recycling*) (Payne 2015).

Suletud olelusringis tekitatakse materjalide katkematu ringlus, säilitades seeläbi nende väärtust. Nii hoitakse neid pidevalt kasutuses töödeldes neid ümber sarnast liiki toodeteks. Tekstiilitööstuses

toodetakse suletud olelusringis näiteks vanadest rõivastest uued rõivad. Avatud ümbertöötamise käigus tehakse vanast tekstiilitoost uus toode, mis ei kuulu algse tootega samasse tootegruppi. Nii võib näiteks avatud olelusringi meetodil teha vanadest rõivastest mitte-kootud ehk lausmaterjale. (Payne 2015)

Olenemata millist eelpool mainitud meetodit tekstiilijäätmete vähendamiseks kasutatakse, määrab nende ringlussevõtmise tehnoloogia valiku peamiselt tekstiiltoote kiuline koostis. Tarbijajärgsete tekstiilijäätmete puhul pärsib ringlussevõttu kasutatud rõivaste erinevad kiulised koostised. Enamus tänapäeva rõivaid sisaldavad vähemalt kahte, sageli rohkemgi materjale (nii sünteetilisi kui looduslikke). Just kiulised koostised ning rõivastel esinevad lisadetailid nagu lukud, nõöbid või muu taoline, on peamiseks põhjuseks miks võetakse täna ringlusse vaid 1% maailmas tekkivatest tekstiilijäätmetest (Ellen MacArthur Foundation 2021: 30). New Textiles Economy uuringu põhjal sisaldab see kogus aga ka tekstiilitööstuse tootmisjääke, millest võib järeldada, et tarbijajärgsete tekstiilijäätmete ümbertöötusprotsent võib täna päeval olla isegi vähem kui 0,1% (Ellen MacArthur Foundation 2017).

Tekstiilijäätmete ümbertöötlemise tehnoloogiad jagunevad üldiselt kaheks: mehaaniline ja keemiline ümbertöötus. Võttes arvesse biolagunevate materjalide aina kasvavat tõusutrendi tekstiili- ja rõivatööstuses, lähtun alljärgnevalt ringlussevõtu tehnoloogiate kokkuvõtval kirjeldamisel Ribul jt (2021) kategooriatest, kus autorid esitavad spekulatiivse lähenemisena üheks tekstiilijäätmete ringlussevõtu võimaluseks ka bio-põhise lagunemise põhjal toimuvaid töötlemisprotsesse.

Keemiline töötlemine on protsess, kus tekstiilkiudude polümeerid töödeldakse keemiliselt ümber. Sellise protsessi eeliseks on ümbertöödeldud kiu kvaliteedi säilimine. Võrreldes mehaanilise ringlussevõtu tehnoloogiaga võib keemiline protsess olla energiamahukam ja sisaldab erinevate kemikaalide kasutust, mistõttu võib see olla suurema keskkonnajalajäljega. Viimastel aastatel on turule tulnud mitmeid innovaatilisi tehnoloogiaid, mis võimaldavad vajalikke protsesse läbi viia väiksema süsinikjalajäljega (Ribul jt 2021).

Turule jõudnud lahendustest võib siinkohal näitena tuua Re:Newcell (Rootsi), kes töötleb puuvilla tekstiili ümber uueks Circulose® massiks, millest omakorda toodetakse uut viskooskiudu (Re:Newcell 2023). Soomes aga töötleb näiteks Infinited Fiber Company keemiliselt ümber

tselluloosipõhiseid tekstiile (aga ka teisi tselluloosirikkaid materjale) uueks tekstiilikiuks (Infinited Fiber 2023).

Mehaaniline töötlemine on lihtsaim ja senini enim kasutatud tekstiilijääkide ümbertöötlemise tehnoloogia. Selle käigus dekonstrueeritakse tekstiilmaterjali mehaaniliselt purustamise, kiustamise ja kraasimise teel, et viia see tagasi kiulisele vormile. Kiustatud materjalist arendatakse kas uut lõnga või teisi materjale. Tavapärast eelistatakse mehaanilist töötlemist tarbimiseelsete tekstiilijätmete (lõikus- ja tootmisjäätmed) ringlussevõtuks, sest purustamisele suunatud materjal on ühesuguse koostisega. Mehaanilise töötlemise puudujäägiks on purustatud kiudude kvaliteedi langus. (Payne 2015)

Ajalooliselt peetakse üheks olulisemaks mehaanilise ümbertöötlustehnoloogia alustajaks ja arendajaks Itaalias asuvat Prato tekstiilitööstuspiirkonda, kus esimesed purustusliinid villa ümbertöötlemiseks võeti kasutusse juba 1850. aastatel. Tänapäevani peetakse Prato piirkonda selle kogemuste, arendatud masinaparkide ning väljatöötatud ärimudelite tõttu üheks tekstiilijätmete mehaanilise ümbertöötlemise pionieriks kogu maailmas. (Hall 2019) Selle tehnoloogia uusim näide on aga Lenzing Grupi poolt välja töötatud ja käesoleva (2023) aasta aprillis avalikkusele tutvustatud tehnoloogia, mis töötleb ümber TENCEL™ Lyocell kiupõhiseid tekstiilijätmeid mehaaniliselt, tootes nendest uusi teksakangaid (TENCEL™ 2023).

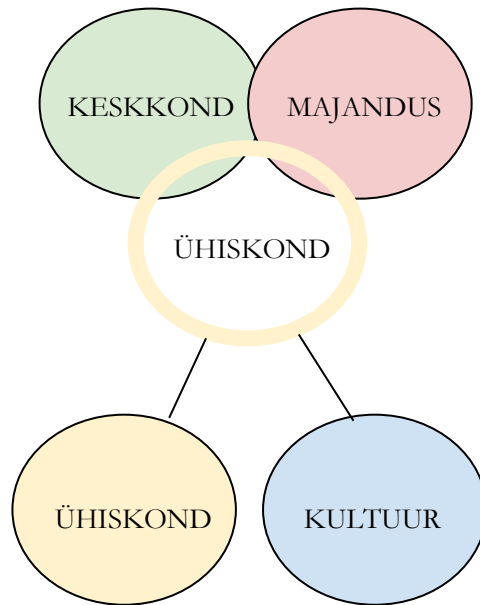
Bio-põhisest töötlemisprotsessidest toon ringlussevõtu kontekstis esile tehnoloogia, mis põhineb ensümaatilistel protsessidel, kus saadud monomeerid saab repolümeeriseerida uuteks kiududeks, luues sellisel viisil uudse võimaluse tulevikus tekstiilijätmeid läbi bio-põhise töötlemisprotsessi ringlusse võtta (Ribul jt 2021). Selline lähenemine vajab veel põhjalikku teadustööd ning on alles arenev tehnoloogia, kuid võttes arvesse tekstiilivaldkonna viimaste aastate hüppelisi arenguid ümbertöötlemistehnoloogia vallas, leian, et selle tehnoloogia arengul tasub tähelepanu hoida.

2. Teoreetiline raamistik

2.1 Jätkusuutlikkus ja ringmajandus

Tekstiili – ja moetööstuse laastav mõju meie keskkonnale on üks inimtegevuse tulemustest, mis on muutnud meie koduplaneedi ökoloogilise seisuga kriitiliseks. Tänapäev ei mõjuta me enam oma tegevusega mitte ainult planeedi Maa olevikku vaid ka selle tulevikku. Sellist niinimetatud “inimese ajajärku”, kus meie tegevus on geofüüsikaliselt olulisim ja muutvaim jõud, nimetavad paljud teadlased antropotseeniks (Steffen 2018). Maurie J. Cohen (2021) kirjeldab antropotseeni ajastut kui uutset kultuurilist vaadet, mis loob raamistiku keeruliste ja laiaulatuslike keskkonnaprobleemide käsitlemiseks, ühendab sotsiaalseid institutsioone tegutsema ühiste eesmärkide nimel ning käitub kui sõnumitooja keskkonnateadlikkuse kasvatamiseks laiemalt. Teisalt saab antropotseeni käsitleda kui poliitilist- keskkonna manifesti, mis kritiseerib kapitalismi, industrialismi ning teisi kaasaegseid liikumisi. Lisaks viitab see kasvavale teadlikkusele, et inimkond peab välja töötama uuenduslikke lahendusi, et vältida planeedi taluvuspiiride ületamist ning tagada jätkusuutlik tulevik. (ibid.)

Jätkusuutlikkust võib üldistatult kirjeldada kui arenguteed, mille eesmärgiks on parandada praeguste ja tulevaste põlvkondade elukvaliteeti olles koosõlas keskkonna taluvusvõimega (Surampalli jt 2020: 7-17). See kätkeb endas sotsiaalseid ehk ühiskondlikke, majanduslikke ja ökoloogilisi ehk keskkondlikke valdkondi, millest lähtuvalt on loodud ka ÜRO Säästva arengu eesmärgid (Riigikantselei). Disaini (sh tekstiili- ja moedisaini) kontekstis on oluline lisaks eelnevalt välja toodule keskenduda ka kultuuriruumi elujõulisuse säilitamisele, mistõttu võiks jätkusuutlikkust käsitledes tugineda neljale temaatilisele sambale: ühiskond, majandus, kultuur ja keskkond (Fashion SEEDS 2021) (joonis 2).



Joonis 2: Jätkusuutlikkuse 4 sammast. Koostatud “Fashion SEEDS” raporti põhjal.

Ühe prioriteetseima mudelina jätkusuutliku arengu saavutamiseks on Euroopa Komisjon oma strateegiadokumendis “Õhu, vee ja pinnase nullsaaste suunas” välja toonud ringmajanduse mudeli (Euroopa Komisjon 2021). Ringmajandus on palju käsitletud teooria, mistõttu leidub kirjanduses selle kohta mitmeid erinevaid definitsioone. Üks tuntumaid ringmajanduse kui majandusmudeli väljatöötajaid, pioneere ja spetsialiste Walter Stahel (2019) on oma raamatus “The Circular Economy. A User's Guide” kirjeldanud ringmajandust kui mudelit, mis muudab elutsükli lõppu jõudnud tooted, materjalid ja esemed uute toodete ressursiks, sulgedes nii tööstusliku ökosüsteemi ringid ehk tsüklid, vähendades prügi ja taastumatute loodusressursside kasutamist. Lisaks prügiks muutunud materjalide ja toodete ringlussevõtule on ringmajanduse puhul oluliseks strateegiaks ka toodete olelusringi pikendamine näiteks parandusteenuste, taaskasutuse teel (seda nii sünteetiliste kui ka bioloogiliste tsüklite puhul) (Ellen MacArthur Foundation 2023).

2.1.1 Ringdisain

Ringdisain on olulisim ringmajanduse sekkumise strateegia ja seda eriti toodete keskkonnajalajäljest lähtuvalt, sest ligikaudu 80% toote keskkonnamõjust määratakse just toote disainifaasis (Euroopa Komisjon 2014). Ringdisain on missioonipõhine disainipraktika, mille eesmärk on disainida tooteid selliselt, et need vastaks ringmajanduse suletud ringi printsiipidele, hoides selliselt ressursse pidevas ringluses (Early 2017).

Teadusliku kirjanduse ülevaatusel selgub, et leidub mitmeid ringdisaini raamistikke, mis aitavad lihtsustada ja seeläbi rakendada ringdisaini printsiipe disainiprotsessis. Käesoleva magistritöö uurimisteemat silmas pidades keskendun ringdisaini printsiipidele tekstiili- ja rõivadisaini kontekstis.

Niinimäki (2017) on kirjeldanud, kui oluline on ringmajanduse põhimõtteid rakendava disaini fookuse liikumine traditsioonilisest disainifaasist kaugemale. Nüü väidab ta, et disainifaasis on oluline analüüsida rõivaeseme algses disainis nüü selle sisendmaterjale ja ressursitõhusust kui ka sealt tulenevalt toote eluiga puudutavaid aspekte: võimalikult keskkonnasõbralik tootmine ning jäätmete kasutamine kui kasuliku ressursina; kasutusea pikendamine ja võimalikkust toodet kasutusea lõpus taas ringlusse võtta (ibid.). Tekstiili- ja rõivatööstuse valguses ringdisaini kirjeldamiseks tuginen alljärgnevalt Circular Design Guide (Bestseller 2023) ja projekti “Ecodesign Circle: EcoDesign innovatsiooni vedajana Läänemere regioonis” (Moora 2023) raames välja arendatud kahele (küllaltki sarnasele) mudelile ning toon selle põhjal välja 4 ringdisaini printsiipi:

- **Ressursitõhususele suunatud disain.** See keskendub tekstiilmaterjalide kasutuse optimeerimisele ja materjalide valikule disainifaasis. Sisendmaterjalideks on oluline valida võimalikult vähese ressursinõudlikkusega ning keskkonnasõbralikud materjalid/ tekstiilkiud (nt sertifitseeritud orgaanilised või ümbertöödeldud tekstiilid).
- **Tõhusale tootmisele suunatud disain.** Siin on oluline toote disainimisel silmas pidada tekstiilmaterjali tootmise energiatõhusust ning toota võimalikult väikese tekstiilijäätme tekkega. Kui ka rõivatootmisel tekstiilijäätmeid tekib, on oluline leida nendele rakendus.
- **Toote eluea pikendamisele suunatud disain,** mille puhul on oluline rõivaste kvaliteet ja vastupidavus, lihtsus nende hooldamisel ja parandamisel. Selle strateegia puhul võib

rääkida ka ringsetest ärimudelitest, mis rõiva pikemat kasutusiga tagada aitavad: hooldus- ja parandusteenused, rõivaste rentimisteenused jm.

- **Ringlussevõtuks suunatud disain.** Rõivatööstuses võib siinkohal rääkida disainistrateegiast, mis ühest küljest disainib rõivaid selliselt, et neid oleks nende eluea lõpus kerge ringlusse võtta (näiteks kasutada monomaterjalidest koosnevaid tekstiile ja võimalikult vähe lisadetaile) ning teisalt võimaldab uue toote loomisel kasutada tekstiilijäätmeid kui väärtuslikku tooret.

2.1.2 Disaineri roll ringmajanduses

“Kui kujundame ümber suuremaid süsteeme, oleks loomuliku arengu osa uuesti läbi mõelda ka disaineri roll nendes samades süsteemides.” (When re-thinking systems, there is a natural progression to re-thinking the role of the designer in this very system.)

(Zinzi de Brouwer 2020: 24)

Ringmajandusele üleminekul on olulisel kohal disainer, kes võrreldes lineaarse majandusmudeli disainiprotsessile peab ringmajanduse mudeli kontekstis arvestama ka toote või teenuse laiemat mõjupinnaga ning seda ümbritsevate süsteemidega. Disaineri rolli on seetõttu viimastel aastatel palju analüüsitud, ent seda peamiselt ettevõtete ja organisatsioonide sees. Ühelt poolt peetakse disainietappi ringmajanduses väga suureks ja justkui kõikehõlmavaks, sest oleneb ju toote materjalide valik, tootmisprotsess, ringlussevõetavus, selle elutsükkel ja muu oluline disaineri kompetentsist ja teadmistest sõltuvatest valikutest (Østergaard, Dan 2021). Teisalt on mitmed ülevaatlilikud uuringud käsitlenud disaineri rolli teatavat piiritletust ringdisaini elluviimisel. Nii on näiteks Karell ja Niinimäki (2020) kirjeldanud, et toote disainifaasis tehtud otsused, mis teatavasti määravad selle ringsuse ja jätkusuutlikkuse ligi 80% ulatuses (Euroopa Komisjon 2014), ei sõltu siiski senini levinud ning kohati stagneerunud organisatsiooni või ettevõtte siseste hierarhiate tõttu üldsegi mitte disaineri valikutest. Muutuseid ei vaja aga ainult ettevõtete või organisatsioonide juhtimiskultuur. Sama oluliseks peetakse vajadust ümber defineerida disaineri roll selliselt, et see toetaks nii disainerit kui ka teda ümbritsevat organisatsiooni ringsete printsiipide teadlikustamisel ja kasutusele võtmisel juba disainiprotsessi alguses. Tekstiili- ja rõivadisaini valdkonda silmas pidades on Østergaard ja Dan (2021) uurinud olulisemaid rolle, mida ringdisaini kontekstis oleks moedisaineril kasulik organisatsioonis töötades omandada. Toon siinkohal välja neist kaks, mida

leian olevat relevantset ka iseseisvalt töötavatele disaineritele: 1) ennetav roll, mis kätkeb endas toote disainiprotsessis tehtavate materjalide ja tootmisprotsesside läbimõeldud valikuid eesmärgiga minimeerida võimalikke disainivigu ja hoida toodet võimalikult kaua ringluses; 2) koostööprotsesside algataja roll erinevate osakondade ja/ või spetsialistide vahel, mis aitab kaasa innovatiivsete lahenduste leidmisele.

Ringdisaini praktiseeriva disaineri rolle uurides on Zinzi de Brouwer (2020) teinud ülevaate kolmest rollist: disainer kui määraja, disainer kui kaaslooja ning disainer kui tingimuste looja. Käesoleva töö praktilist osa silmas pidades toon välja Brouweri ülevaatlikku kirjeldust esimesele ringdisaini rollile, s.o “disainer kui määraja”. Selle rolli käsitluses ei eemaldu disainer uute lahenduste leidmiseks täielikult enda traditsioonilistest disainiprotsessi lähenemistest vaid kohandab oma töömeetodeid ning loob seega läbi uute toodete või teenuste ka uusi tõekspidamisi. Nii võib disainer olla suunajaks uutele mõtte- ja käitumisviisidele nagu näiteks keskkonnasäästlikuma mõtteviisi edendamine (ibid).

3. Metodoloogia

3.1 Uurimisküsimused

Magistritöö eesmärgiks oli uurida kas ja kuidas on mehaaniliselt ümbertöödeldud tarbijajärgsetest tekstiilijäätmetest valmistatud lõngast võimalik luua kudumikollektsioon ning milline on disaineri roll selles protsessis. Fookuse hoidmiseks olen oma uurimisküsimused sõnastanud alljärgnevalt:

- 1) Kas ja kuidas on tarbijajärgne tekstiilijäätme kasutatav kudumikollektsiooni loomisel?
- 2) Kuidas saab disainer toetuda ringdisaini strateegiatele ringse toote loomisel?
- 3) Kuidas aitavad disaineri valikud disainiprotsessis, tootearenduses ja tootmisetappides luua ringset toodet?

3.2 Uurimismetoodika

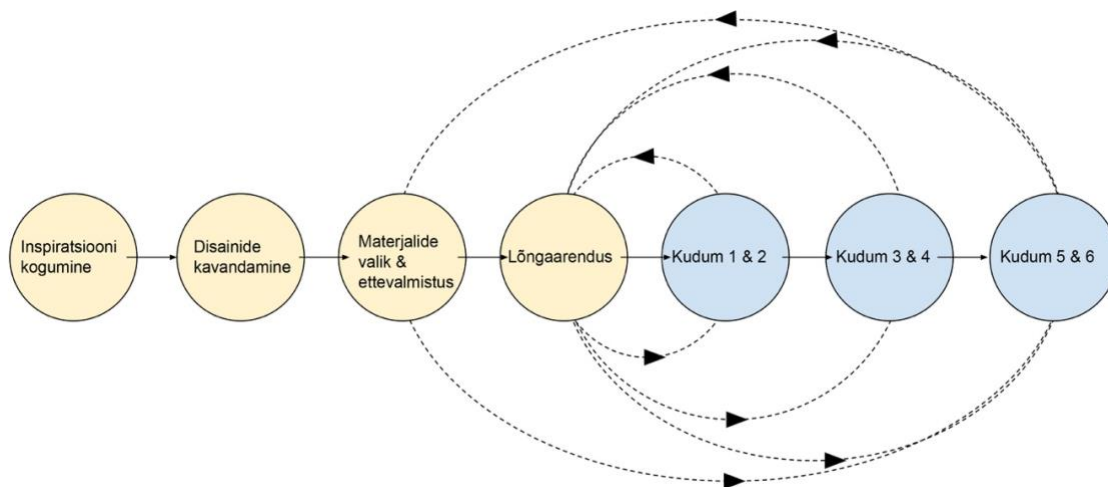
Eesmärkide saavutamiseks kasutan oma töös praktilisele põhinevat uurimismeetodit (ingl keeles *practice-based research*). Selline uurimisviis võimaldab uurimistöös jõuda uute teadmiseni läbi praktilise loometöö ja selle tulemuste analüüsi (Candy 2006). Praktilise töö käigus disainisin ja kudasin tarbijajärgsetest tekstiilijäätmetest arendatud lõngadest kudumikollektsiooni. Kuue kudumikomplekti loomiseks töötasin kaasa ka vajalike tekstiilijäätmetest lõngade loomisel, mille arendus lähtus kudumite disainist tulenevatest eeltingimustest. Selliselt kujunenud disainiprotsess, mis hõlmas nii disaini- kui ka materjali arendust, aitas minul kui disaineril jõuda töö raames püstitatud uurimisküsimuste vastusteni ja seeläbi töö eesmärgini.

4. Disainiarendus

Siinne peatükk annab ülevaate uurimistöö praktilise osana läbiviidud tekstiilijäätmete kiudu sisaldavatest lõngadest loodud kudumikollektsiooni disainiarendusest. Kogu protsess jaguneb järgmisteks põhilisteks etappideks:

- Inspiratsiooni kogumine ja sellest lähtuva mustri visandamine ja kudumikollektsiooni kavandamine;
- Materjalide valik lähtuvalt disainivisanditest, valitud meediumist ja ringdisaini strateegiast. Materjalide ettevalmistus ja esimesed materjaliarendamised;
- Tootearendus ehk kollektsiooni valmimine, mis hõlmas nii materjalide arendust kui disainikavandite teostamist

Protsessi ajajoone kirjeldamiseks võib selle jagada kaheks suuremaks etapiks. Kui inspiratsiooni otsingud ning mustrite ja disainide visandamised jagunesid üsnagi eraldiseisvaks protsessideks disainiarenduse alguses, siis sellele järgnenud materjalidega töötamine ja tootearendus olid tihedalt seotud ning toimusid mingitel ajahetkedel isegi vaheldumisi. Lõngade arendamine toimus Viljandis, Vilma villalaboris meistri Astri Kaljuse juhendamisel. Valminud lõngadest käsikudumismasinal kollektsiooni kudumine toimus aga iseseisva praktilise tööna Tallinnas. Kudumid valmisid etapiti, mis võimaldas ühe toote lõpetamise järel valida ja vajadusel parendada järgmiseks kudumiks vajaminevat lõnga (joonis 3).



Joonis 3: Disainiarenduse protsessi kirjeldus.

4.1 Inspiratsiooni ainetel ehk kuidas kõik alguse sai

Meile kõigile on mõni asi väärtuslikum, kui teine. Mõned esemed, olgu selleks mõni joonistus seinal, vana tass või peaaegu kaltsuks muutunud riideese, tunduvad asendamatud ja vahel lausa veidralt lähedased. S. Pattison on raamatus “*Seeing Things: Deepening Relations with Visual Artefacts*” kirjeldanud, et inimese säärane kiindumus esemesse olevat sarnane inimestevahelise kiindumusega. Sellised “suhted” valitud objektidega võivad Pattisoni sõnul muuta inimeksistentsi vähem sõltuvuslikuks tarbimiskultuurist, muutes selle samaaegselt rikkalikumaks ja sügavamaks. Minu enda riidekapis on selline isiklik suhe teatud kampsunitega, millest ma ei suudaks kunagi loobida ega uute vastu vahetada. Kõik need on valminud lambavillast ning autoriks on minu vanaema, ent neil on veel üks ühine nimetaja – need kõik on kootud palmikkoes (fotod 2-3).

Minu isiklik tee kudumite loomiseni sai alguse vaid mõned aastad tagasi, kui magistriõpingute ajal osutus kudumine endalegi üllatuseks üheks meelepärasemaks meetodiks tekstiili ja rõivaste loomisel. Naudin vabadust eksperimenteerida erinevate mustritega ning luua seeläbi iseenda käekiri, mis koemustrisse jälje jätab. Vahel inspireerib mind algne materjal, vahel visioon lõplikust tootest. Igal juhul on protsess materjalist lõpptooteni alati omanäoline. Kõige sellega kaasnenud vaimustus muutis täielikult mind senini saatnud kujutluspilti kudumisest kui keerulisest tööst või igavast, monotoonses tegevusest. Nii kaugel, kui oma lapsepõlve mäletan meenub mulle vanaema tõsine ja keskendunud olek. Vilunud käte ja uskumatu kiirusega kampsunitele keeruliste palmikute kudumine oli tema kirg ja töö ühes. Nüüd, olles sukeldunud kudumi loomise maailma, olen hakanud mõtisklema ja seeläbi austama enda kummalist kiindumust palmikkoes lambavillaste kudumite vastu. Ehk on see omamoodi austusavaldus minu vanaema loomingule.



Fotod 2-3: Vanaema kootud palmikkoes kampsun. Autori fotod.

Traditsioonilisemate mustritega käsitsi kootud kudumitel on sageli ajaloolised, sotsiaalsed ja kultuurilised tähendusvarjundid. Nii vastanduvad need “vanaemade kootud kampsunid” sageli masstootmisega kaasneva anonüümsusega, luues paljude jaoks erinevaid tähendusvälju: vahel meenutavad need esivanemaid, vahel jutustavad koemustrid vihjeid nende pärimusest või annavad lihtsalt turvalisema, hoitud tunde.

Minu vanaema sõnul on ta palmikkude kudunud juba lapsest saati, sest tema kodukandis Võru lähedal oli see väga levinud. Selle algseks päritolu kohaks peetakse aga Iirimaal asuvaid Arani saarestikku, kus 1900. aasta paiku kodusid kohalikud naised kampsuneid enda küla merel käivatele kalameestele (Walker jt 2018). Palmiku eesmärgiks oli luua struktuurne ja tihe kude, mis muudaks kampsuni võimalikult soojahoidvaks (ibid.). Mõnekümne aastaga levis palmikuvaimustus laiemalt ka Euroopas. Selle Eestisse jõudmist on ajaliselt keeruline määratleda. Konsulterides pärandtehnoloogi Anu Pingiga selgus, et vanad- eestlased nimetasid pea kõiki koemustreid vikliteks (sh ka palmikuid, pitsilisi kirju ja ka soonikut). Uudishimust kantuna sukeldusin tutvuma Eestimaa muuseumite pärandkudumitega. Selgus, et kõige varajasemad palmikud Eesti kudumipärandis pärinevad 1900ndate päris algusest ning peamiselt sukkade ja kinnaste koemustritest. Ühed vanimad Türiilt pärit palmikkoega sukad asuvad Järvamaa muuseumist. Need linasest lõngast sukad pärinevad aastast 1903 (foto 4). Kampsunitel kasutatud palmikutest on varajasemad jäljed Saaremaalt, kus Sõrve sääre vanameestest tehtud fotolt (foto 5) on näha eestlaste kavalust palmikkoele funktsionaalsuse lisamisega (Pink, 2023). Nimelt on palmikumustris kootud kampsuni õlarihm, mille kudumise läbi on ühendatud kampsuni esi- ja seljaosa (ibid.).

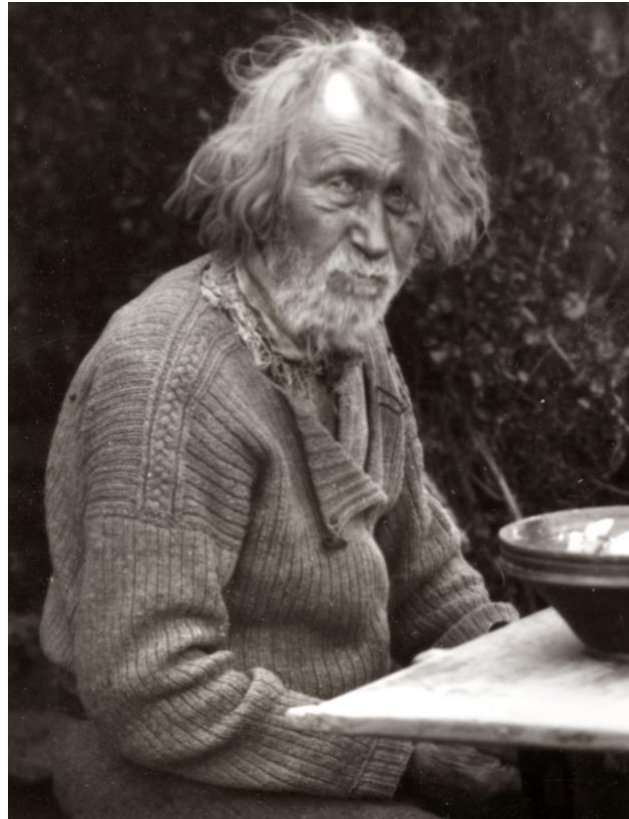
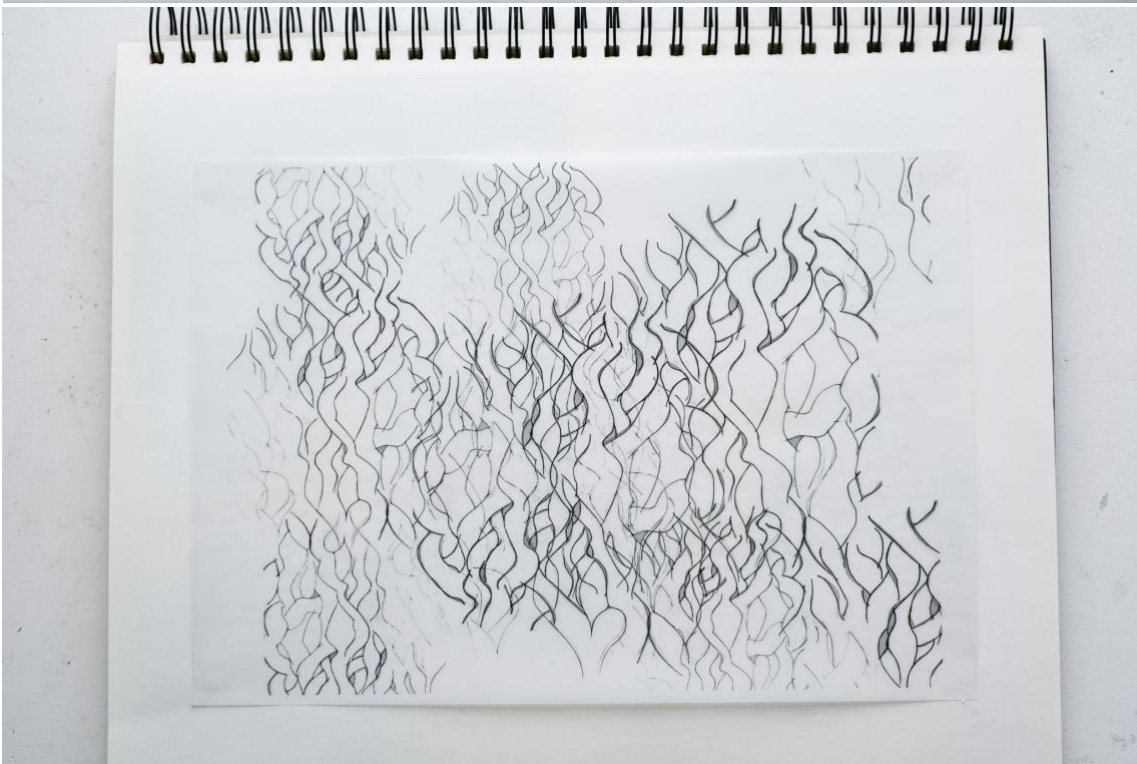


Foto 4 (vasakul): Türlit pärit palmikkoes linased sukad, 1903. Allikas: Viljandi muuseum. Museaal number PM _ 321 E 46. Foto: Anu Pink. Foto 5 (paremal): 1913. a. Sõrulased keskhommikut söömas. Allikas: ERM Fk 214:288. Foto: Johannes Pääsuke.

4.1.2 Mustri ja kollektsiooni visandamine

Tuttavlikust ja armsaks saanud palmikkoe mustrist inspireerituna hakkasin visandama esimesi mustriidee algeid (foto 6-7). Kui joonistama asudes proovisin traditsioonilise palmiku mustrist lähtuvalt tekitada teatud kordust, loobusin sellest eesmärgist üsna kiiresti. Käe all omasoodu looklevad jooned suunasid mind sellele vastanduma ning tulemuseks oli spontaanselt kulgeva ja põimituna näiv muster. Tuttavlikkuse äratundmiseks proovisin mustri visandites säilitada struktuursuse.



Fotod 6-7: Inspiratsioonist lähtuv mustri esimesed visandid. Autori fotod.

Järgmiseks visandasin kogu tervikliku kollektsiooni (foto 8). Selle kavandamisel soovisin luua eristuvat ja disaineri käekirja edasi andvat kollektsiooni, mis toob kokku õrnalt tuttavlike mustrijooni kudumipärandi traditsioonidest ja klassikalisemaid löikeid kaasajast. Selliselt disain visandades toetusin taas tundele, mis valdas mind ka esimesi mustreid visandades – püüe sekkuda tavapärasesse. Võtsin eesmärgiks eemalduda kudumisega sageli seonduvatest traditsioonilistest võtetest või koemustritest. Nii ühendab kõiki kavandatud kudumeid kas unikaalne ja spontaansusest juhitud muster, nihked klassikalistes lõigetes või tehnikad, mis võimaldavad materjale kasutada uudsel ja eristuva moel. Kavandamise protsessis toetusin põhimõttele, et kogu kollektsioon valmiks ainult tekstiilijäätmest arendatud lõngadest (ehk sarnase koostisega materjalist) ning ei sisaldaks mitte ühtegi teist lisamaterjali ega lisadetaile nagu lukud, nööbid või muu taoline. Lisaks võtsin eesmärgiks luua kogu kollektsioon vaid käsikudumismasinal, välistades seeläbi kõik teised tehnoloogiad.

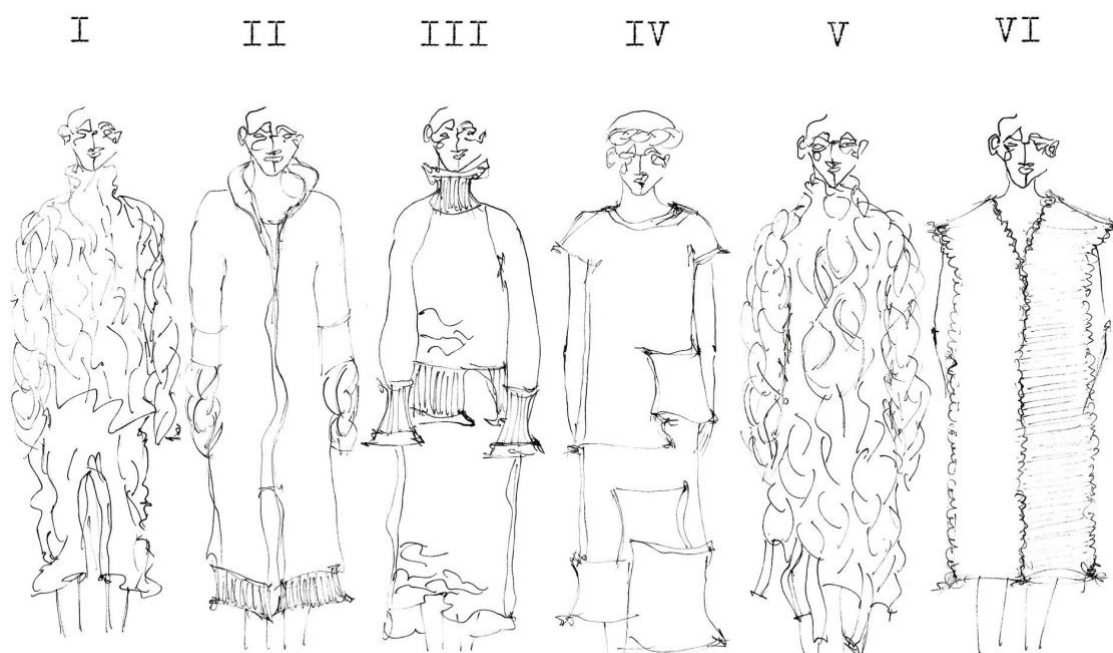


Foto 8: Kudumikollektsiooni kavand.

4.2 Kasutatud materjalide valik ja nende ettevalmistus

Võimalikult erinevate materjalidega katsetamine disaini elluviimisel on mulle alati olnud meelepärane, ent nende jätkusuutlikkus oluline kriteerium. Kudumikollektsiooni kavandamisel tuginesin kahele ringdisaini printsiibile, milleks on ressursitõhususele ja ringlussevõtuks suunatud disain. Sellest tulenevalt soovisin kasutada mind inspireerinud palmikkoega kampsunite puhul tavapäraselt kasutatud villase lõnga asemel ümbertöödeldud puuvillasest tekstiilikiust valmistatud lõnga. Mehaaniline ümbertööstustehnoloogia muudab tekstiilikiu aga lühikeseks ja ebaühtlaseks, mistõttu on sellest uue lõnga arendamiseks vaja lisada juurde pikemat kiudu. Nii valisin vajalikuks lisakiuks lambavilla, täpsemalt jääkvilla. Olles teadlik jääkvilla probleemist Eestis (mida käsitlen pikemalt ka peatükis 2.5), nägin siinkohal võimalust pakkuda lahendusi ka kohalikule lambakasvatuse ja villatööstuse aktuaalsele probleemile. Võrdluse saamiseks otsustasin lisakiu puhul katsetada ka teise loomse kiuga, Eestis kasvatatud alpaka villaga.

Jääkvilla valiku kasuks rääkis ka kollektsioonile inspiratsiooni andnud palmikkude, mis löi seoseid ja tõi seeläbi tähelepanu lambavilla kasutusele Eesti kudumipärandis.

Materjalivalik tagab, et vaid neist kahest kiutüübiga lõngadest (purustatud puuvill ja loomne kiud, lisamata teisi materjale) loodavate kudumite eluea lõppedes on võimalik neid taas tehnoloogiate olemasolu korral mehaaniliselt ringlusse võtta. Allolevalt kirjeldan valitud materjale ja nende ettevalmistuse protsesse lähemalt.

4.2.1 Purustatud tekstiilijäätmed

Mehaaniliselt töödeldud tarbijajärgse tekstiili saamiseks viisime EKA DiMa projekti raames läbi mitu erinevat etapilist tegevust, millest siinkohal teen lühikese ülevaate. Tegevustest annab põhjalikuma ülevaate nimetatud projekti raport (EKA DiMa 2023).

1. Rõivaste kogumine ja sorteerimine. Projekti tarvis koguti 425 kg Eestis tekkinud tarbijajärgseid tekstiilijäätmeid: puuvillaseid kodutekstiile (voodilinad, rätikud jms), puuvillaseid T-särke, teksaseid ja segakiulise koostisega T-särke. Tekstiilijäätmete liigiti sorteerimine viidi läbi MTÜ Uuskasutuskeskuse sorteerimisjaamas.
2. Puhastamine ja detailide eemaldamine. Tarbijajärgsete tekstiilijäätmete mehaaniliseks ringlussevõtuks on vajalik nende eelnev puhastamine ohtlikest detailidest ja võõristest (lukud, nõöbid, needid, kaunistused jms). Nende sattumine giljotiinide vahele edasises purustamise etapis võib masinat lõhkuda. Detailide eemaldamine toimus käsitsi ning oli küllaltki aeganõudev protsess.
3. Purustamine ja kiustamine. Tekstiilide mehaaniline kiustamine viidi läbi Viljandis asuva Paragon Sleep AS ettevõtte jäätmetööstushases. Kiustamine viidi läbi liigiti (teksas, kodutekstiil ja T-särgid laotati liinile üksteisest eraldi). Kõigepealt läbisid tekstiilid kaks suuremat giljotiini, mis purustas need väiksemateks tükkideks ning seejärel läbisid need taaskiustamistruumlid. Tulemuseks oli purustatud tekstiiliku mass (edaspidi ümbertöödeldud kiud) (foto 9-11).

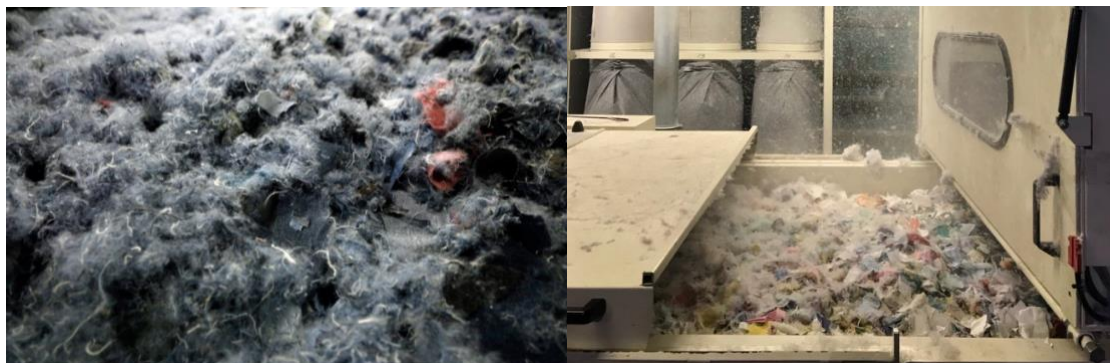


Foto 9-10: Tekstiilijäätmete purustamine (vasakul teksa paremal kodutekstiil). Autori fotod.



Foto 11: Purustatud ja seejärel kiustatud tekstiiljätmed liigiti. Üleval alla järjekorras: teksa, T-särgid ja kodutekstiil. Fotod: Evert Palmets.

4.2.2 Sireli talu jääkvill

Jääkvilla valimisel oli mulle oluline teada villa saamislugu, st millisest talust ja mis tõugu lammastelt on see pärit ning kuidas on neid lambaid koheldud. Olles varasemates loomeprojektides kasutanud Kose vallas asuva Sireli talu jääkvilla, otsustasin ka seekord nendega ühendust võtta. Sireli talu alustas lambakasvatusega 25 aastat tagasi ning tänaseks tegeleb talurahvas peamiselt lammaste tõuaretuse ja lambavillast ja nahast toodete valmistamisega (talupere valduses on ka Mooste villakoda). Neil on ligikaudu 190 Eesti tumedapealist lammast, kes on Eestis aretatud lihalambatõug

(foto 12). Lammastelt pügatakse igal aastal ligikaudu pool tonni villa, millest umbes 60% kasutatakse madratsite ja tekkide täitena või kudumite loomisel. Ülejäänud vill, mida on siiski üsna palju, läheb väetiseks või maapõue. Sireli talu oli lahkesti nõus enda lammastelt pügatud villa meie projekti jaoks andma. Oluline on mainida, et siinses tööks antud lambavill ei olnud otseselt halvema kvaliteediga. Jääkvillana käsitles taluperenaine seda peamiselt seetõttu, et kogu sel hooajal pügatud villakogusele ei leitud lihtsalt kasutust.



Foto 12: Sireli talu Eesti tumedapealised. Autori foto.

Jääkvilla kasutamiseks lõngaarenduses sorteerisin käsitsi esmalt toorvillast liigselt määrdunud villakud (foto 13). Toorvill on töötlemata kujul lambavill, mistõttu sisaldab see loomulikku villarasva ja looma rasvaineid, lisaks villa külge jäänud muud mustust (heinatükid, takjad jms). Eraldasid käsitsi mustemad ja väga lühikesed (alla 5 cm) villad, samuti pügamisel tekkinud topeltlõiked. Sorteeritud villa pesime Vilma villakojas asuva Electroluxi pooltööstusliku pesumasinaga spetsiaalselt villale mõeldud leotus- ja pesuprogrammiga (fotod 14-15). Pesus kokku läinud villad läbisid kohevuse saamiseks villahundi.



Foto 13: Jääkvilla käsitsi sorteerimine. Autori foto.



Foto 14-15: Vasakul pestud lambavill kuivamas. Paremäl pesemata ja pestud lambavill. Autori foto.

4.2.3 Alpaka vill

Lõnga- ja kudumiarenduses võrdluspunktide saamiseks otsustasin lisaks lambavillale kasutada ka Eestis vähemlevinumat, ent palju kiidetud alpaka villa. Need Lõuna- Ameerikast pärit loomad on viimastel aastatel Eestis populaarsust kogunud ning tänaseks on siin mitmeid kohalikke alpakafarme, mis toodavad alpaka villast lõnga ja kudumeid. Alpakasid pügatakse erinevalt lammastest vaid kord aastas. Oma omadustelt on alpaka vill siidjas ja pehme. Lisaks sellele on alpaka villa kiud peenemad, pikemad ja kergemad, kui lambavilla omad (Czaplicki 2012), mistõttu tundus see hea valik just eriti lühikeste purustatud tekstiilkiududele lõngaarenduses lisakiuks. Käesoleva uurimistöo tarvis sain Järvemaal asuvast Wile alpakafarmi lahkelt perenaiselt 2 kg sorteerimata tumepruuni Eestis kasvatatud alpaka villa.

Alpaka villa ettevalmistamine lõngaarenduseks oli sarnane lambavilla töötlemisega. Esmalt eemaldasid saadud alpaka villast võõrkehade (kuivanud hein, takjad jms) ning kõige mustemad villatükid (foto 16). Võrreldes lambavilla puhastamisega möödus alpaka villa sorteerimine hõlpsamini, sest määrduvad villa oli tunduvalt vähem. Samuti puudub alpaka villal lanoliin (lamba naha näärmete rasvane eristus). Villa pesemise protseduuri viisin spetsiaalselt alpaka villale mõeldud pesuprogrammiga.



Foto 16: Sorteeritud alpaka vill. Autori foto.

4.3 Lõngaarendus

Peatükk 4.2.1 kirjeldatud purustatud tekstiilijäätmetest uue lõnga arendamine toimus DiMa projekti ühe etapina Tartu Ülikooli Viljandi Kultuuriakadeemia (edaspidi TÜVKA) Vilma villalaboris. Minu kaastötamine lõngaarenduse protsessis toimus magistriõpingute vältel läbitud praktika raames.

Kõikide uurimistöös kasutatud lõngade arendamise viisime läbi samasuguses järjekorras toimunud tegevuste jadana (DiMa 2023):

- 1) Ettevalmistustööd
- 2) Kraasimine
- 3) Ketramine
- 4) Korrutamine ja poolimine

Esimeste arendatud lõngade tehnilise protsessi kirjeldus on lisatud DiMa projekti raporti väljavõtetena sinise uurimistöö lisamaterjalides (Lisa nr. 1 “Lõnga arendamine”). Selle tulemusena valmisid ühekordsed lõngad kolmest erinevast purustatud tekstiilijäätmete liigist ja neile lisatud lambavillast: helebeeži tooniga purustatud kodutekstiilist, sinakat tooni andvatest purustatud teksadest ning kirju värvigammaga purustatud T-särkidest arendatud lõng. Kõikide lõngade koostis oli 50 % ümbertöödeldud kiud / 50 % lambavill (foto 17).



Foto 17: ühekordsed lõngad (50/ 50 koostisega). Autori foto.

Valminud lõng oli silmnähtavalt väga ebaühtlane ja üsna peenike, ent sellest hoolimata otsustasin lõngaga läbi viia esimesed kudumiskatsetused (foto 18). Selleks valisin 5. klassi käsikudumismasina, mille nõelte vahe on 4,5 mm ning mis on sobilik peenemale lõngale. Ühekordne, ehk korrutamata lõng tekitas valminud kudumiproovidele teatava keerduvuse. Kuigi sellist efekti saaks kudumidisainis osavalt ära kasutada, ei tundunud lõnga omadused olevat sobilikud minu esialgselt kavandatud mustridisainiga. Lõng osutus kudumismasinal kasutamisel ka liiga hapraks ja kergesti katkevaks.

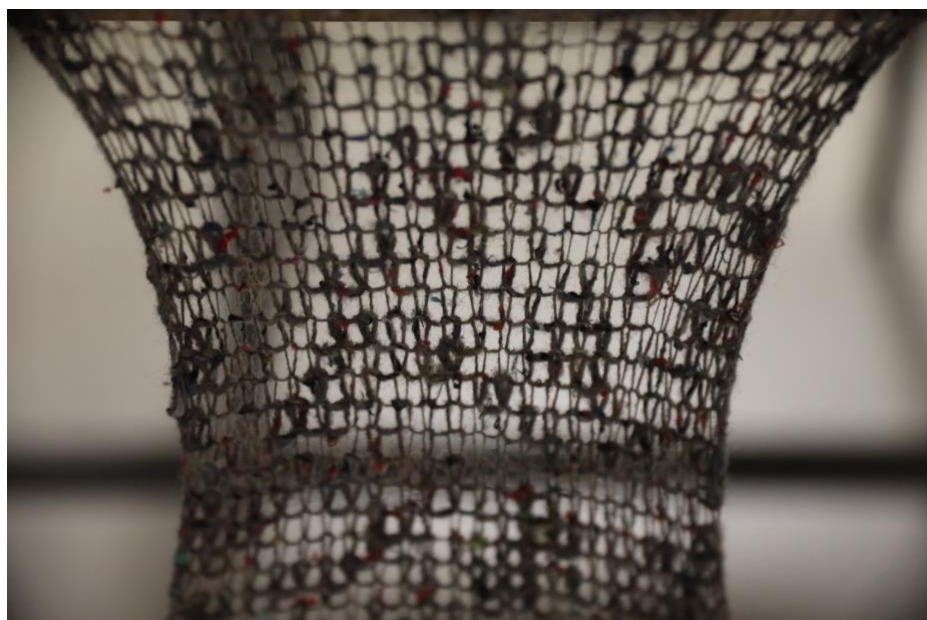


Foto 18: 50/50 koostisega lõngast kootud tööproov 3. klassi kudumismasinal. Autori foto.

Lõnga parendamiseks korrutasime sama koostisega ühekordsed lõngad omavahel. Selle tulemusena paranesid lõnga omadused vaid osaliselt. See muutus veidi vastupidavamaks, aga oli endiselt väga ebahühtlane. Nende puuduste tõttu otsustasime suurendada lisakiu protsenti.

Kui 50/ 50 koostisega lõnga arendamisel laotasime kraaslindele korraga vastavalt 250 g ümbertöödeldud kiudu ja 250 g lambavilla (EKA DiMa 2023), siis suurema lisakiuga koostise saamiseks laotasime kraaslindele korraga 200 g ümbertöödeldud tekstiili ja 300 g lambavilla.

Arenduse tulemusena valmisid korrutatud lõngad kõigist kolmest tekstiilijäätmete liigist:

- 40 % ümbertöödeldud teksad/ 60 % lambavill (edaspidi teksa lõng)
- 40 % ümbertöödeldud kodutekstiilid/ 60 % lambavill (edaspidi kodutekstiili lõng)
- 40 % ümbertöödeldud T-särgid/ 60 % lambavill (edaspidi T-särgi lõng).

60/ 40 koostusega lõngade erinevus 50/ 50 koostisega lõngadest ilmnis juba päris alguses, kui masinast väljunud kraaslint oli tunduvalt ühtlasem. Ka ketrusprotsess möödus võrreldes esimeste katsetustega sujuvamalt ja väiksema arvu katkestustega. Lõngal esines siiski ketramisest tekkinud paksemaid kohti, mis jätsid lõnga ebahühtlaseks. Hoolimata sellest tundus lõng esimesel vaatlusel tugevam ja sobilik kudumismasinal testimiseks.

Arvestades lõnga paksust valisin kudumiseks 3. klassi käsikudumismasina, mis võimaldab suuremate silmuste ja nõelavahede tõttu kududa keskmise paksusega lõngu. 5. klassi kudumismasinaga läbitud ebaõnnestunud kudumiskatsetustest johtuvalt oli esimeseks eesmärgiks katsetada kahekordse lõnga vastupidavust. Esimestes trikotaažkoes kudumistestides katsetasin ka erinevaid koetihedusi (foto 19). Selgus, et antud koostisega lõng oli vastupidavam ja kudumine sujuvam. Võrreldes nii-öelda tavalise 100 % lambavillast lõngaga kippus see siiski silmuste vahele kohati takerduma.



Foto 19: Tööproovid 40 / 60 koostisega korrutatud lõngadega. Autori foto.

Hoolimata kolmele eri tüüpi kiumassist lõngadele arendusprotsessis lisatud lambavilla samasugusest protsendist, selgus kudumisprotsessis nende küllaltki erinev paksus ning pehmus. Tagantjäreli järeldan selle põhjuse tulenevat kasutatud tekstiilkiudude kiumasside erinevatest kvaliteetidest. Mida ühtlasem oli lõnga arendusel kasutatud purustatud tekstiilkiud, seda ühtlasem tundus kudumisetapis ka arendatud lõng. Tekstiilijäätmete kiumassis oli märgatavalt suuremaid tükke kõige enam purustatud T-särkide massis. Need esinesid ka arendatud lõngas, mõjutades seeläbi selle ühtlust. Purustatud kodutekstiili sisaldavad lõngad olid jällegi kududes käe all kõige pehmema ja kohevama olekuga. Nendest kootud proovitükid olevat kõige paksema koega. See helge tooniga lõng takerdus masinal kõige vähem ning koemuster oli võrreldes teistega ühtlasema välimusega. Sinisest teksa lõngast tööproovid tulid samuti pehmemad. Koepinnal märkasid esile kerkivat valgeid väikeseid tekstiilitükikesi, mis on teksa kanga moodustava puuvillase tekstiili värvimata kiud.

4.4 Kolleksiooni valmimine

Kolleksiooni valmimist võib kirjeldada kui etapilist protsessi, mis kätkeb endas vaheldumisi toimunud disainikavandite teostamist ja materjalide parendamist. Iga komplekti loomisprotsessi juhtis algne visioon selle disainist. Nii löi lõpptoote visandites ette nähtud disaini toote eeltingimused valminud lõngale (selle pehmus, tugevus, ühtlus, efektsus). Kudumeid luues lähtusin põhimõttest kasutada ära kõikidest purustatud tekstiilikiu liikidest (kodutekstiil, T-särk, teksa) arendatud lõngasid. Kolleksioon valmis 3. klassi käsikudumismasinal ning selle kudumisel ei ole kasutatud mustrikaarte (foto 20).

Kuna kasutatav materjal oli minu jaoks uudne ning arenes kudumise käigus, pean oluliseks alustada ülevaate andmist esimese kampsuni arendusest. Kätkedes endas nii palmikust inspireeritud mustri arendust kui ka materjali tundmaõppimist, andis esimese kampsuni valmimisprotsess suuniseid ülejäänud kolleksiooni teostamiseks. Järgnevas peatükis kirjeldan kudumikolleksiooni valmimist allolevas järjekorras:

- I kampsun (kasutasin lõnga koostisega 40 % ümbertöödeldud kiud/ 60 % lambavill)
- I & II komplekt (kasutasin lõnga koostisega 40 % ümbertöödeldud kiud/ 60 % lambavill)
- III & IV komplekt (kasutasin lõnga koostisega 40 % ümbertöödeldud kiud/ 60 % lambavill ning 30 % ümbertöödeldud kiud/ 70 % lambavill)
- V komplekt (kasutasin lõnga koostisega 40 % ümbertöödeldud kiud/ 60 % alpakavill)
- VI komplekt (kasutasin lõnga 30 % ümbertöödeldud kiud/ 70 % lambavill ja pestud jääkvilla).

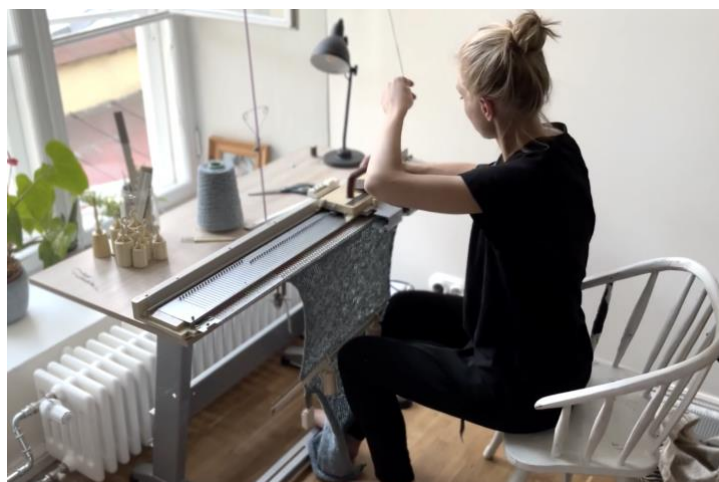


Foto 20: Jäädvustus tööprotsessist. Foto: Jaak Kilmi.

Esimese kampsuni valmimisprotsess algas kudumiskatsetega, eesmärgiks välja töötada visioonist lähtuv muster. Selleks valisin tehniliste omaduste ja värvuse tõttu peatükis 4.3 kirjeldatud kodutekstiilist lõnga. Tehniliseks teostuses valisin 3. klassi käsikudumismasina, KnitMaster SK 150, mis on küllaltki vana masinana tänasel päeval enamlevinud Silver Reed masinate eelkäija ning sellel puudub võimalus kasutada mustrikaarti. Selline tehniline piiritletus sobitus ka minu visiooniga vastanduda korduvatele koemustritele ning andis justkui eeltingimuse erinevate struktuursete mustritega katsetamiseks.



Foto 21: Mustriarenduse protsess. Autori foto.

Tööproovidega eksperimenteerides võtsin eesmärgiks saavutada 3D efekti andvat koepind (foto 21). Peale mõningat katsetamist leidsin sobivaimaks meetodiks osalise kasvatamise tehnika. See võimaldas luua ebakorrapärase põimiku mulje jätva mustri ning kudum hoidis kuju ka peale selle masinalt maha võtmist. Kudumisel lubasin end kanda spontaansusel ning tööproovide dokumenteerimisel kirjutasin üles vaid kasutatud silmuste arvu (mis määratles kudumiproovi laiuse) ning koetiheduse numbri. Nautisin sellest tekkinud vabadust, mida võimaldas iga tööprooviga kaasnenud võimatus seda täpselt samasugusena korrata.

Kasutatud tehnika tõttu tekkisid kõrgemate pindmiste struktuuride vahele koemustris augud, mida otsustasin disainis ära kasutada. Kudusin kitsad pikad ribad, mille lisasin tööproovile vabakäelisel, põimides need läbi esinevate aukude. Selliselt tehes muutus tööproov oma olemuselt tihedamaks ja saavutas soovitud lõpptulemuse. Ka valitud lõng sobitus hästi mustriga. 3D efektiga mustri struktuur tõmbas tähelepanu lõngas esinevatele efektsetele ja õrnalt värvi andvatele purustamata kangatükkidele.

Siit edasi jätkasin kampsuni visandamisega. Seda tehes põhinesin klassikalisele, kõrgema krae ja pikkade varrukatega kampsuni lõikele (foto 22), et silmapaistvam muster saaks domineerida. Osalise kudumise tehnika tõttu (foto 23) arvutasin kampsuni lõikele vaid laiust määrava nõelte arvu ning ridade lugemise asemel mõõtsin eri osade pikkust kudumismasinal valmimise jooksul mõõdulindi ja silmaga. Kampsuni koemustrisse lisasin ka eelpool kirjeldatud pikad kootud ribad (foto 24). Kudumise koetihedus oli number 6.

Kampsunit luues täheldasin, et kasutatud lõng tekitab kudumismasinal üsnagi palju tolmu. See tulenes väikestest ebaühtlase suurusega tekstiilitükkidest, mis kippusid muidu lambavillaga segunenud lõngakiududest eralduma. Sellest hoolimata pidas lõng kampsuni kudumisel masinal hästi vastu (st. ei katkenud) ning valminud kampsun julgustas kollektsiooni loomist nende uudsete lõngadega jätkama.

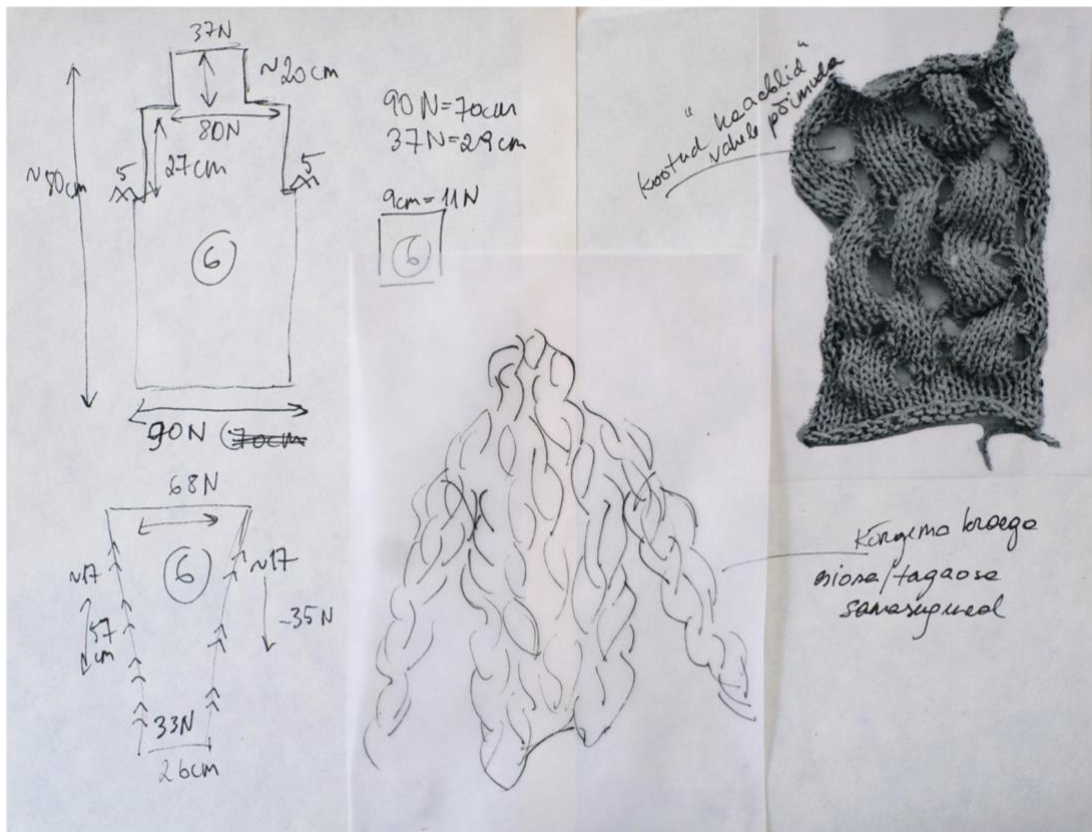


Foto 22: Esimese kampsuni lõiked. Autori foto.



Foto 23: Kampsuni kudumise protsess. Autori foto.



Foto 24: Kampsuni valmimise protsess. Autori foto.

I JA II KOMPLEKT



Foto 25: I ja II komplekti disainiarendus. Autori foto.

Esimeste komplektide loomisel soovisin disainis kasutada nii kodutekstiili helge loomuga kui ka sellele kontrasti pakkuvat sinise tooniga teksa lõnga (foto 25). Eesmärgiks oli luua kahe tooni harmooniline kooskõla, mis on käsikäes tugevate struktuursete mustrite ning rahulikemate koepindadega. Kuna esimeses kudumis kasutatud 40/ 60 lõngakoostis oli piisavalt vastupidav, jätkasin sama koostisega lõngadega.

Kuna kahe komplekti kudumiseks vajasin rohkem lõnga, kui esimesel arendusetapis valmistasime, siis suundusin tagasi Vilma villakotta. Suurema koguse lõngategemisega arenes ka vilumus. Nii õppisime üheskoos praktika juhendajaga protsessi käigus vajalikke kiumasse (purustatud tekstiiljäätmete kiudu ning lambavilla) aina ühtlasemalt kraaslindile laotama, mistõttu tundus ka masinast tulev kraaslint natuke ühtlasem. See omakorda parendas ka saadud lõnga ühtlust. Kokku arendasime kaheks komplektiks kokku 3 kg lõnga (1 kg kodutekstiili ja 2 kg teksa lõnga) (foto 26).



Foto 26: I ja II komplekti tarvis valminud 40/ 60 koostisega lõngad. Autori foto.

Esimese komplekti disaini puhul valisin jätkata kampsuni tugevat ja struktuurilist mustrijoont ka pükstel. Eeldasin, et struktuurne ja tihedam kude palmikust tulenev muster annab pükstele ka hea langevuse. Materjaliks valisin sinise 40/ 60 teksa lõnga ja kudumisel koetiheduseks number 6. Sarnaselt kampsuniga kudusin ka selle kudumi juurde pikad ribad, mille lisasin põimimismeetodiga hiljem pükste koemustrisse (foto 27-28). Kasutatud pehme teksa lõng toetas hästi disainis ettenähtud eesmärkide täitmist (fotod 29-30).



Foto 27: I komplekti pükste lõige. Autori foto.



Foto 28: Pükste valmimise protsess. Autori foto.



Foto 29-30: I komplekt mannekeenil. Autori foto.

Pika, eest lahti hoidva kapuutsiga kampsuni disainis kasutasin palmikust tulenevat mustrit detailidena kampsuni seljaosas ja varrukatel. Ülejäänud kampsun valmis ripskoos. Teksa lõnga paksusest tulenev raskus andis kampsunile ilusa langevuse. Detailidena esinevas strutkuurses mustris katsetasin kahe värvi mänglevat koosmõju.

Kapuutsiga kampsuni alla kavandatud lihtsa kudumi puhul oli eesmärgiks luua mitteläbipaistev, paksema ripskoega kudum, mis lendlevama kampsuni all hoiaks korrektsemalt (foto 32). Selleks kasutasin kasutasin korrakahte 60 / 40 koostisega lõnga.



Foto 31: II komplekti lõiked ja tööproovid. Autori foto.



Foto 32-33: II komplekt mannekeenil. Autori foto.



Foto 34-35: I & II komplekti kandmise variandid. Autori foto.

III JA IV KOMPLEKT

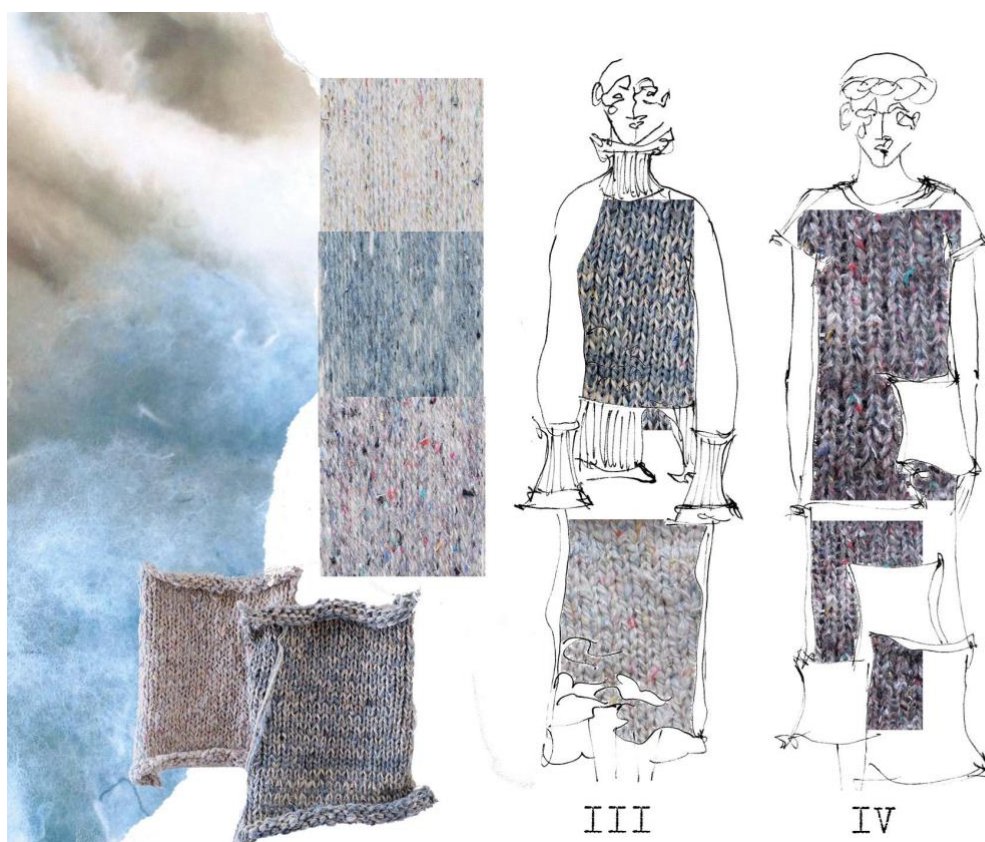


Foto 36: III ja IV komplekti disainiarendus. Autori foto.

III komplekti valmimine viis mind mõtteliselt tagasi kollektiooni valmimise alguspunkti, ehk visandamise juurde, mil üheks juhtivaks ideeks oli sekkuda korduvusse ja mängida tuttavlikkusega. Nii oli seda kavandades oli eesmärgiks klassikalise löikega kampsunit manipuleerida väikeste sekkumiste ja detailidega. Loodud kampsuni kavand eeldas tugevamat lõnga, mis ei laseks kampsuni soonikumustris kõrgel krael liigselt vajuda. Lõngatüüpideks valisin teksa ja kodutekstiili (foto 36).

IV komplektiks visandasin tavalise koemustriga pikema löikega pluusi ja seeliku, mille korrapärasus on lõhutatud ebahühtlaselt asetsevate ruudustikega. Kuna esimeste tööproovidena läbiviidud kudumitestidest selgus, et 40/ 60 T-särgi lõng oli võrreldes teiste lõngadega kõige ebahühtlasem ja kippus masinal silmuste vahele takerduma, siis otsustasin selle lõngatüübi puhul katsetada suurema lambavilla sisaldust. Arvestades ka III komplekti kampsuni eeltingimusi lõngale, otsustasin pöörduda tagasi lõngaarenduse juurde eesmärgiga saavutada ühtlasem lõng.

Vilmas läbiviidud järgmistel katsetel vähendasime purustatud tekstiilijäätme kiusisaldust ning katsetasime koostisega 30 % ümbertöödeldud kiud ja 70 % lambavill. Selleks kaalusime kraaslindile 500 g kiumassi laotamisel kogused vahemikus 350 g lambavilla ja 150 g purustatud tekstiilijäätme kiudu (foto 37). Esimesed katsetused viisime läbi T-särgi kiumassiga, mille kraaslint ning kedratud lõng olid tunduvalt ühtlasemad ning valminud lõng sobilikum lõpptoote kudumiseks. Jätkasime samal viisil ka teksa ja kodutekstiili lõnga arendamist.



Foto 37: T-särgi tekstiilimassi laotamine kraaslindile. Autori foto.

III komplekti valmimist alustasin tööproovide kudumisega. Nendest selgus, et kampsunidisainis olulisel kohal olev soonikkoes detailid vajaksid mitte ainult tugevamat vaid ka paksemat lõnga. Seetõttu katsetasin 30/ 70 lõnga kahekordselt – üks kodutekstiili ja teine teksa lõng. Nende kahe kooslus andis kampsunile õrna triibulise mustri (foto 38-39). Komplekti alumiseks osaks kodusin ilma varrukata pikema kleidi, mille lõngaks valisin pehmuse tõttu 40/ 60 kodutekstiili lõnga. Koetihedus kudumisel oli nr 8. Mõlemat kudumit ühendavad sarnased lainelisuse efekti tekitavad detailid koemustris (foto 40).

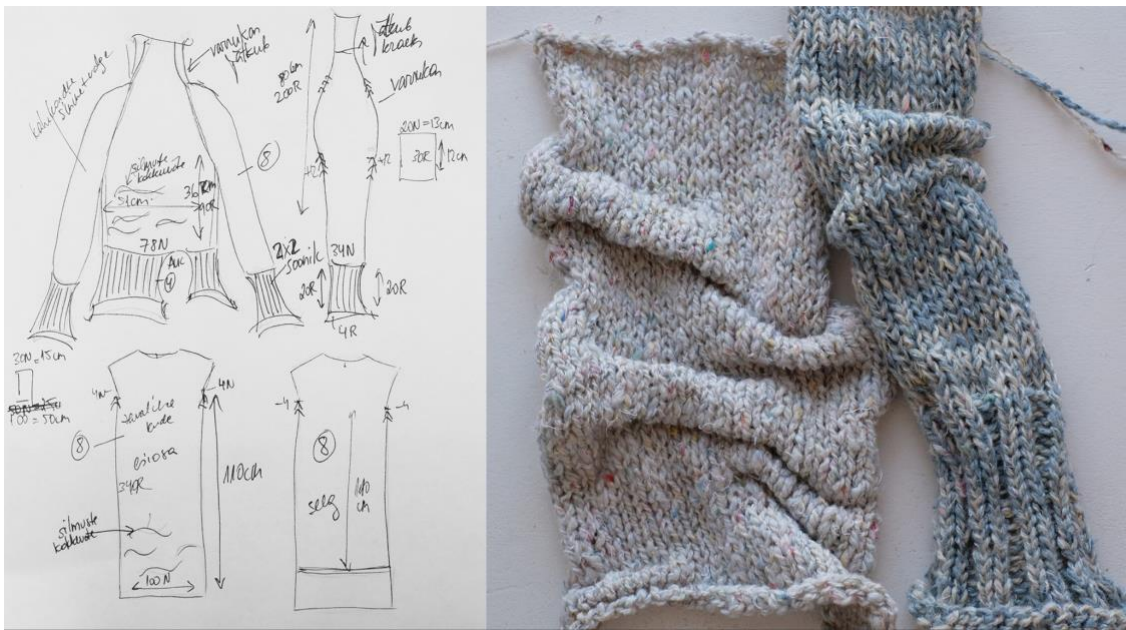
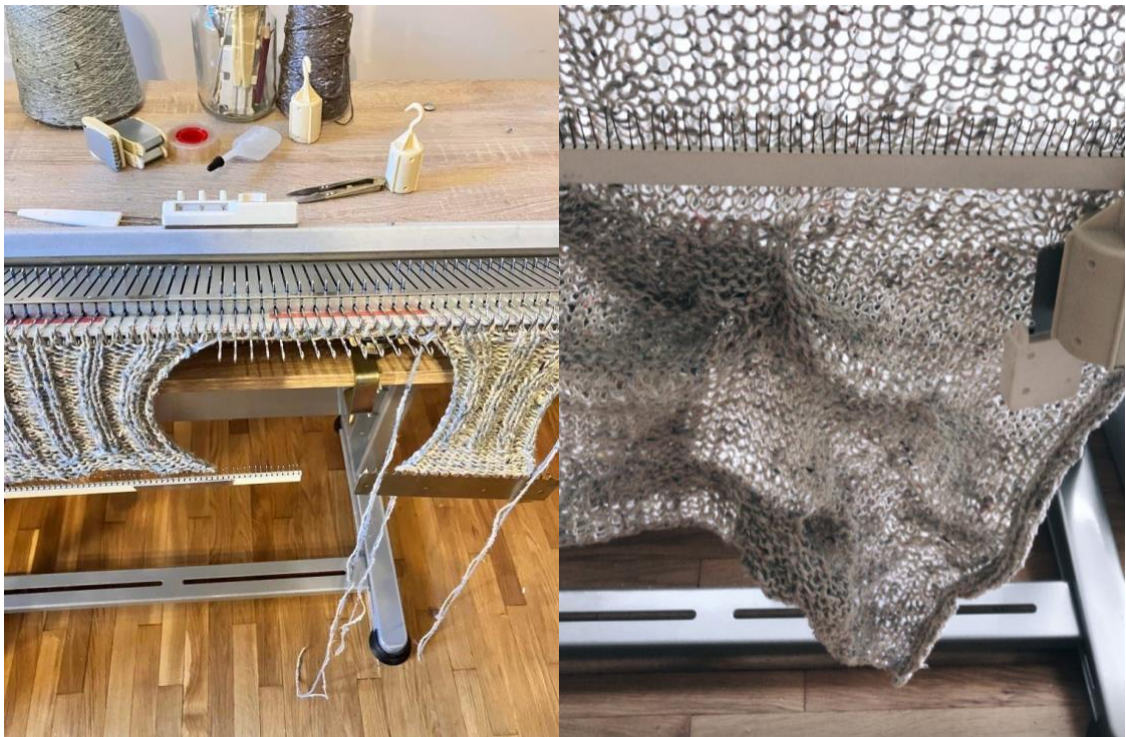


Foto 38: III komplekti lõiked. Autori foto.



Fotod 39-40: III komplekti kampsuni ja kleidi kudumise tööprotsess. Autori foto.



Foto 41: Fotokollaaž: III komplekt mannekeenil. Autori foto.

IV komplekti pluusi ja seeliku valmimisel kasutasin ühekordset T-särgi lõnga. Lihtsate lõigetega ja ripskoes valminud disainile lisasin efekti kudumitel pahempidi paiknevate paksemate kokkuõmblemise servadega. Koetihedus kudumisel oli nr 7 (foto 42).

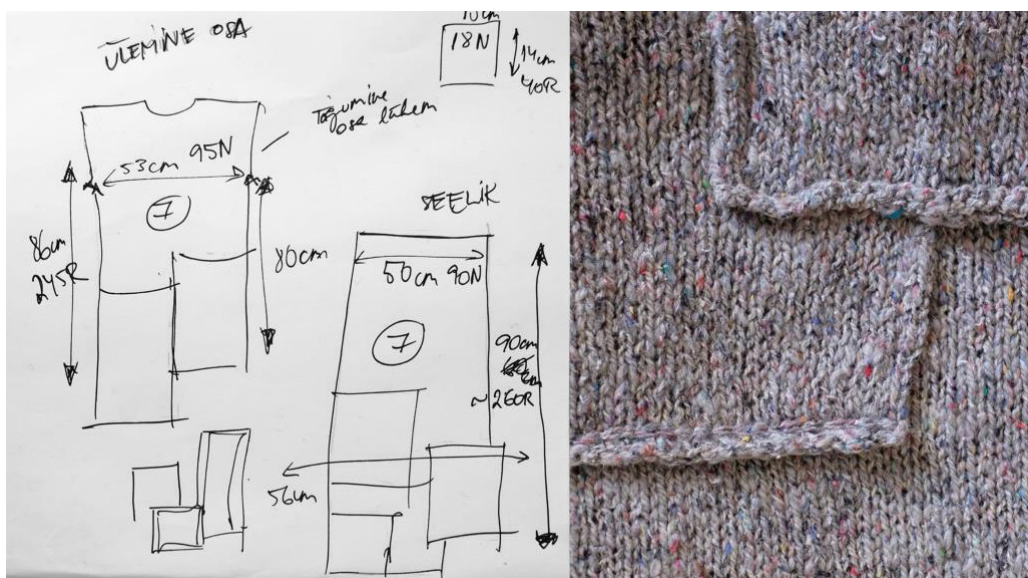


Foto 42: IV komplekti lõikearenduse protsess. Autori foto.

Lõng ei takerdunud masinal kududes ning lõikes ettenähtud suuremad koepinnad tulid ühtlasemad, jättes siiski ruumi värviliste T-särkide kiumassist tulenevale kirjule efektile. Lihtsama disainiga komplekti juurde kudusin aksessuaaridena mütsi ja kodutekstiili lõngast peapaela (foto 43).



Foto 43: IV komplekt tööprotsessis ja valminuna modellil. Fotod: Evert Palmets ja töö autor. Autori foto.

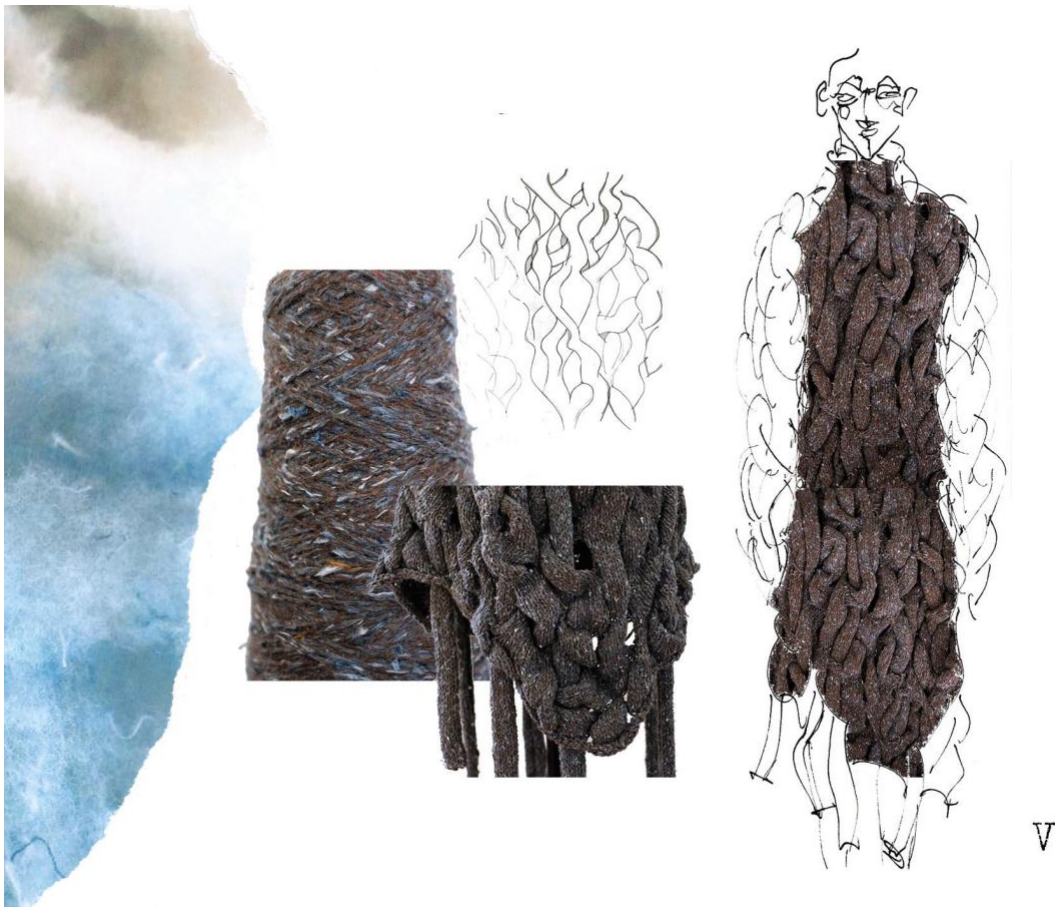


Foto 44: V kudumi disainiarendus (esialgne). Autori foto.

Kollektsiooni suurima kudumi kavand oli küllaltki väljakutsuv – see nägi ette ainult palmikust inspireeritud mustrit kasutust ning seda vägagi suurel pinnal. Teadsin, et selle disaini loomiseks kulub palju lõnga, mis omakorda teeb kudumi üsnagi raskeks. Samuti järelendasin eelnevatest eksperimentidest, et vajaminev lõng peaks olema võimalikult tugev ja vastupidav. Varasemast olid mul ka teadmised, et alpaka villast kudumid on villakiu omaduste ja sellest valmistatud lõnga eripärade tõttu kergema kaaluga, kui lambavilla omad. Neid aspekte silmas pidades otsustasin selle kudumi loomisel katsetada lõngaga, kus ümbertöödeldud tekstiilikiule on pikemaks kiuks lisatud alpaka vill.

Alpaka villa sügav pruun värv inspireeris seda sobitama sinise teksa kiuga. Lõnga arendasime ka esimese kampsuni kudumiseks hästi sobinud 40/ 60 koostisega. Lõnga arenduse protsess oli üldjoontes sarnane lambavilla omale. Silmatorkav erinevus oli aga alpaka villa töötlemisel tekkinud staatiline elekter, mistõttu kasutasime rohkelt antistaatilist vahendit või niisutasime tööruumi

tihedamalt. Alpaka kiud on peenemad, mistõttu pidime võrreldes varasemate kordadega kraaslindile laotama väiksema koguse – eelneva 500 g asemel 400 g. Vastavalt koostisele jagunesid kiud: 160 g ümbertöödeldud teksakiudu ja 240 g alpaka villa. Kraasimismasinast väljus küllaltki ühtlane lint, mistõttu sujus ka ketrus paremini ning lõng tuli võrreldes varasemate arendustega ühtlasem.

Kudumisel oli alpaka lõng vastupidav, tööproovid olid ühtlase koemustriga ning käega katsudes pehmed. Ka lõnga värvikombinatsioon oli nauditav- alpaka villa pruuni värvi taustal tulid lisaks teksa kiumassis olevatele sinistele kiu tükkidele kontrastina esile ka valged puuvilla tükid. Lõng oli mõnevõrra peenem, kui sama koostisega lambavillaga lõng, mistõttu otsustasin kudumi disaini silmas pidades kasutada lõnga kahekordselt (foto 45).



Foto 45: V kampsuni lõiked ja tööproovid. Autori foto.

Ka selle kampsuni juures põimisin mustri täienduseks kootud ribasid tekkinud aukudesse (foto 46). Valminud suurt ja paksu kampsunit saab kanda nii efektse kleidina kui ka pika kampsunina.



Foto 46: V kampsuni valmimise protsess. Autori foto.

VI KOMPLEKT



Foto 47: IV komplekti disainiarendus. Autori foto.

Viimase komplekti kavand nägi ette lihtsama lõikega pikka vesti, mille mustri valimisel otsustasin kasutada võimalust maksimeerida jääkvilla kasutust. Seda valikut ajendas lõnga arendusele eelnenud lambavilla ettevalmistuse protsess, kui sorteerimise käigus pidin kõrvale jätma villa sekka sattunud lühema kiuga tallevilla. Loodud disaini lihtne lõige lubas mängida strutkuursema mustriga ning otsustasin kudumiseks valida tehnika, kus kahe kudumisplaadiga loodava koepinna vahele on võimalik kudumise käigus lisada lahtiseid villatükke (foto 48). Selline disain pakkus lahenduse sorteerimisel kõrvale jäänud villa kasutamiseks.

Olles varasemalt antud tehnikat jääkvilla väärindamise eesmärgil teises kudumidisaini projektis kasutanud, oskasin eeldada vajamineva lõnga omadusi. Lahtine vill kipub kudumise käigus lisatud materjalina silmuste vahele kinni jääma, mistõttu paneb see proovile lõnga tugevuse ja vastupidavuse. Sellest tulenevalt valisin arendatud lõngadest 30/ 70 koostisega lõnga.

Kasutatud tallevilla pesin koduses pesumasinas 2 korda õrnale pesule mõeldud pesurežiimil. Valitud tehnikat tööproovidel katsetades kasutasin algselt nii teksa kui ka kodutekstiili lõnga (foto 48, 49), ent lambavilla helge ja pehme olekuga sobis paremini sellele sooja tooni andev kodutekstiili lõng. Testid näitasid, et selle tugevus on piisav keerulisema mustri teostamiseks. Suurema koepinna loomisel (ehk vesti kudumisel) kippus long küll paar korda katkema, ent kudumistehnikast tulenevad tingimused võimaldasid need paar katkenud lõnga kohta hiljem parandada.



Foto 48: V kampsuni tööprotsessi jäädvustused. Autori foto.



Foto 49: V kampsuni tööproovid mustri sobilikuks arendamiseks ja lõnga valikuks. Autori foto.

Lahtine jääkvill andis valminud vestile lisaks pehmusele ka mitmeid funktsionaalseid omadusi: villa omaduste tõttu on valminud vest väga pehme, soojahoidev ning mustri ja lahtise villa koosmõjul tekkiva paksu koe tõttu on saab seda kanda ka üleriidena (foto 50).



Foto 50: IV kudumi valmimise protsess. Autori foto.

5. Disainiarenduse analüüs ja järeldused

Magistritöö disainiprotsessi tulemusena valmis töö teoreetilises osas käsitletud ringdisaini põhimõtetel unikaalse disainiga kollektsioon kudumitest, mille loomisel on kasutatud Eestis tekkinud tarbijajärgsetest tekstiilijäätmetest tehtud lõngasid. Töö teoreetilises osas kirjeldatud jätkusuutlikkuse sambaid (peatükk 2.1) silmas pidades toetab valminud kudumikollektsioon oma muustrite, valitud tehnoloogia ning materjalidega omal moel kudumipärandi sidumist tänapäevaste disainiprobleemidega.

Disainerina tuginesin antud töö disainiprotsessis kahele ringdisaini printsiibile: tõhus ressursikasutus ehk jäätmete väärindamine (a) ja disaini ringlussevõtt (b):

a) Antud töö tulemus pakub läbi disaini lahendust Eestis tekkivale tarbijajärgsele tekstiilijäätmele ja kohalikule jääkvillale. Vanad, kasutatud rõivad ja tekstiilid on keeruline jäätmeliik, mida uute toodete valmistamisel kasutada. Sellega kaasnevad keskkonnaprobleemid on aga mõjuvaks põhjuseks, miks peaks nii materjaliarenduse kui ka disainivaldkond panustama tekstiilijäätmeid kasutavasse tootearendusse. Töö tulemusena sain kinnitust, et uurimistöös kasutatud mehaanilise ümbertöötamise teel saadud tekstiilijäätmetest lõngasid on edukalt võimalik kasutada käsikudumismasinal valmivas kudumidisainis ning seeläbi neid ringlusse võtta. Ka lõngadele lisakiuna lisatud jääkvill õigustas end, sest sobis tehniliste omaduste tõttu lõnga arendusse ning andis kudumitele lambavilla omadustest tulenevaid lisaväärtuseid (soojushoidev, pehme, nahasõbralik). Käesolevas töös kasutatud koemustri disaini silmas pidades leian, et leidliku ja hästi lahendatud disaini abil saab pestud jääkvilla kasutada kudumites lisaks lõnga valmistamisele ka efektse lisamaterjalina. Pidades silmas jäätmete vähendamisele suunatud disainiprintsiipi, on jääkvill lisakiuna parem lahendus, kui alpaka vill. Ent läbitud katsed ja valminud kudum tõestas, et alpaka vill sobib selle pika, vastupidava ja peenikese kiu tõttu samuti lõnga valmistamisel lisakiuks.

b) Ringlussevõtt suunatud rõivadisain eeldab, et toote valmistamisel oleks kasutatud tekstiili, mida saaks keemiliselt või mehaaniliselt ümber töödelda. See eesmärk on antud töö puhul täidetud, sest kudumid on valmistatud ainult ümbertöödeldud puuvillast ning loomsest kiust, mistõttu oleksid need vajadusel mehaanilisel teel ringlusse võetavad. Töö teoreetiline osa tõi aga välja

tõsiasi, et Eestis puudub ringlussevõtmise süsteem, sh ümbertöötlus tehas, mis võimaldaks loodud kudumid vajaduse korral ümbertöötlusesse suunata. Siit võib järeldada, et antud töös kasutatud lõngadest kootud lõpptooteid oleks võimalik ringlusse võtta, kui seda toetaks ka vastav jäätmete kokkukogumise ja ümbertöötlemise laiem süsteem.

Valminud kudumite põhjal võib öelda, et käsikudumismasinal kudumiseks sobivad vastavalt kudumi disainile nii 40 % ümbertöödeldud kiud/ 60 % lisakiud koostisega kui ka 30 % ümbertöödeldud kiud/ 70 % lisakiud koostisega lõngad. Uurimistöös kasutatud lõngadel esines vastavalt lõngas kasutatud tekstiilijäätme liigile erisusi. See tulenes asjaolust, et disainiprotsessis kasutatud lõngad on arendatud poolkammlõngale mõeldud masinatel, sest Eestis ei ole ümbertöödeldud tekstiilkiust lõngade arendamiseks vajalikku masinaparki. Seega võib järeldada, et spetsiaalse masinapargi olemasolul Eestis oleks võimalik antud magistritöös kasutatud ümbertöödeldud kiust ja jääkvillast lõngade ning ka täiustatud kudumite edasiarendus.

Enda läbitud disainiprotsessi analüüsidest mõistsin kuivõrd vajalik on ringse toote loomisel disaineri kaasatöötamine materjali arendusprotsessis. Kolleksioonis kavandatud disainid eeldasid lõngadelt teatud erisusi või täiendusi, mida sain lõngaarenduses silmas pidada. Seetõttu oli selline protsess, kus disain tingis otsused materjali arenduses, antud töös väga kasulik. Kui analüüsida sellise protsessi olulisust ringmajanduse kontekstis laiemalt, siis see toetab eesmärgipärast materjali arendust, ringlussevõtu lahenduste arendust ning ringsete toodete kiiremat turuletulekut.

Lisaks eelnevale toon välja ka mõned mõttelõngad, mis tekkisid ja saatsid mind protsessi erinevaid etappe läbides. Ringse toote loomise protsess ei ole üldjuhul lihtne ja sujuv. See eeldab sageli olemasolevatele süsteemidele “vastuvoolu ujumist” või harjumuspärasest mugavustsoonist väljumist näiteks materjalivalikuid või tootmisprotsesse silmas pidades. Seetõttu leian, et ringdisaini printsiipidest põhineva toote arendamisel on kõige aluseks disaineri enda sisemine põlemine ehk soov pakkuda lahendusi mingile kindlale probleemile. Uudishimu valitud probleemiga kaasnevat põhjalikult uurida ning enda jaoks mõtestada aitab näha rohkem võimalusi või leida loovaid lahendusi ringse toote loomiseks. Leian ka, et disainer ei pea tootearenduse teekonda läbima üksinda, vaid võib olla selleks vajaminevate kompetentside ühendajaks.

Kolleksiooni ülevaade













Fotod: Laura Vaim.

Kokkuvõte

Käesoleva magistritöö eesmärgiks oli uurida disaineri rolli tarbijajärgsest tekstiilijäätmetest lõnga ja kudumikollektsiooni loomises ning seeläbi nende jäätmete ringlussevõtus. Uurimustöö teemavalik oli ajendatud ühelt poolt minu kui tekstiilidisaineri pikaajastest huvist kudumidisaini vastu ning teisalt tekstiili- ja rõivatööstuse aina süvenevatest keskkonnamõjudest, seda eriti tekstiilijäätmete tekkega seonduvalt. Nii valmis praktikapõhine uurimistöö, mis koondab endasse tänapäeva tööstuse- ja disainivaldkonna probleemidest põhjalikuma teoreetilise ülevaate ning neile lahendust otsiva disainiarenduse praktilise protsessi. See kätkeb endas nii kasutatava materjali arendust, kui ka kudumipärandist inspireeritud kollektsiooni praktilist valmimist. Selline uurimismeetod võimaldas disainerina analüüsida enda loomingust ja tehtud valikutest tulenevat mõju võimalike lahenduste leidmisel tekstiilijäätmetele, lähtudes ringdisaini printsiipidest.

Tarbijajärgsed tekstiilijäätmed on kompleksne probleem nii globaalselt kui ka Eestis. Käesoleva töö teoreetiline uurimuslik osa annab ülevaate probleemistiku hetkeolukorrast ja selle mõjust keskkonnale, võimalikest tekstiilijäätmete ringlussevõtu tehnoloogiatest ning perspektiivikamatest tekstiilijäätmetest, mida oleks Eestis võimalik sobiva tehnoloogia olemasolu korral ringlusse võtta. Kuigi tekkivate jäätmete näol on tegu väärtusliku ressursiga, puuduvad Eestis siiski üleriigilised ja süsteemsed tekstiilijäätmete ringlussevõtu lahendused. Panustamine tekstiilijäätmetest valmistatud materjali- ja tootearendusse on selle olukorra lahendamisel olulisteks tegevusteks.

Erinevad tehnoloogiad vanade rõivaste ringlusse võtmiseks on pidevalt arendamises, ent üks levinumaid neist on mehaaniline ümbertöötus. Siinse töö disainiarenduse tulemusena valminud kudumikollektsioonis kasutasingi mehaanilise ümbertöötlemise teel valminud lõngasid, mis olid arendatud Eestis tekkinud kolmest eri tüüpi tarbijajärgse tekstiilijäätme liigist: kodutekstiil, teksad ja T-särgid. Lõngaarenduses vajaminevaks pikemaks lisakiuks valisin kohalikest lammastelt saadud villa. Selline materjalivalik adresseeris lisaks tekstiilijäätmete ringlussevõtule ka teist olulist Eestis tekkivat jääkmaterjali liiki, milleks on jääkvill.

Viljandi Kultuuriakadeemia Vilma villalaboris läbiviidud lõngaarenduse olulisemaid valikuid ja otsuseid tingisid mustri- ja disainikavandid. Töö praktilise tulemusena valmis kuuest kudumist

koosnev kollektsoon, mille disain ja materjalivalik kannab endas nii kudumipärandist inspireeritud mustreid kui ka tänapäevaseid disainiprobleeme. Kollektsoonis on vastavalt mustrite ja kudumisvõtetele kasutatud erinevate koostistega ümbertöödeldud tekstiilkiust ja lisakiust koosnevaid lõngasid.

Läbitud protsessi tagantjäreli analüüsidest jõudsin järeldusele, kuivõrd oluline on ringdisaini puhul disaineri osalemine juba materjaliarenduse etapis ning ühe toote- ja/ või materjaliarenduses tehtud läbimõeldud lähtematerjali valikud, mis võivad seeläbi lahendusi pakkuda ka teistele kohalikele probleemidele jääkmaterjalidega. Eestis tekkivatest tekstiilijäätmetest on võimalik mehaanilise ümbertöötamise teel käsikudumismasinale sobilikku lõnga arendada ja seeläbi neid ringlusse võtta, toetades sealjuures ka kohaliku lambavilla laiemat kasutuse propageerimist. Kuna tehnoloogia nii tekstiilijäätmete purustamiseks kui ka lõngaarenduseks vajab kindlasti veel arendamist, siis loodan, et töö selles valdkonnas jätkub.

Summary

This master's thesis aimed to investigate the designer's role in creating a knitwear collection using yarn made from post-consumer textile waste and, thus, in the recycling of this waste. My choice of this research topic was motivated on the one hand by my long-term interest in knitting design as a textile designer and, on the other hand, by the environmental problems caused by the textile and fashion industries, especially related to the growing piles of textile waste. Thus, practice-based research was completed, which combines a comprehensive theoretical overview of the industry's problems with solution-seeking practical design development. This includes the yarn development as well as the completion of the collection inspired by Estonian knitting heritage. This kind of research method enabled me to analyze the impact of my creation and the choices I made in finding possible solutions to the problem of textile waste, based on the principles of circular design.

Post-consumer textile waste is a complex problem both globally and in Estonia. The research part of this work provides an overview of the current situation of these issues and their impact on the environment, possible textile waste recycling technologies, and the most promising textile waste that could be mechanically recycled in Estonia if suitable technology were available. Although textile waste is a valuable resource, there is still no national textile waste recycling solution in Estonia. Investing in the development of materials and products made from textile waste is an important activity in solving this situation.

The materials used in the final knitted collection are mechanically recycled yarns developed from three different types of post-consumer textiles generated in Estonia: home textiles, denim, and T-shirts. Mechanically shredded fibers lose their quality and must therefore be mixed with other virgin fibers. I chose waste wool sheared from local sheep for the extra length of fiber needed in yarn development. As a result, this choice of material addressed another important type of residual material generated in Estonia, which is waste wool.

Most of the decisions concerning the yarn development carried out in the Vilma wool laboratory of the Viljandi Culture Academy were determined by the pattern and design visions. As a practical

result of the work, a knitwear collection was completed, carrying within it both the patterns inspired by traditional knitting and the problems of the modern fashion industry.

Analyzing the process afterward, I concluded that it is important for circular design to involve the designer already at the material development stage and that one well-thought-out choice of source material made in product and/or material development can offer solutions to several local waste problems. From the textile waste generated in Estonia, it is possible to develop yarn suitable for hand-knitting machines through mechanical processing and thereby recycle it, thereby also supporting the wider use of local sheep's wool. Since the technology for shredding textile waste as well as yarn development still needs to be developed, I hope that the work on this topic will continue.

Kasutatud kirjandus

Akı, Uncu Sedef jt 2020. Understanding Denim Recycling: A Quantitative Study with Lifecycle Assessment Methodology. – Waste in Textile and Leather Sectors. Körlü, A. (toim). London: IntechOpen, lk 62. – DOI: 10.5772/intechopen.92793.

Euroopa Parlament 2022. Tekstiilitootmise ja -jäätmete mõju keskkonnale (infograafik).

<https://www.europarl.europa.eu/news/et/headlines/society/20201208STO93327/tekstiilitootmise-ja-jaatmete-moju-keskkonnale-infograafik> , (vaadatud 22. III 2023).

Boucher, Julien; Friot, Damien 2017. Primary Microplastics in the Oceans: A Global Evaluation of Sources. Gland, Switzerland: IUCN,

<https://portals.iucn.org/library/sites/library/files/documents/2017-002-En.pdf> , (vaadatud 02. III 2023).

Brown, Rachel 2021. The Environmental Crisis Caused by Textile waste,

<https://www.roadrunnerwm.com/blog/textile-waste-environmental-crisis> , (vaadatud 10. III 2023).

Candy, Linda 2006. Practice Based Research: A Guide. CCS Report, V1.0. University of Technology Sydney <https://www.creativityandcognition.com/resources/PBR%20Guide-1.1-2006.pdf> , (vaadatud 19. III 2023).

Czaplicki, Zdzislaw 2012. Properties and Structure of Polish Alpaca Wool. FIBRES & TEXTILES in Eastern Europe, 20, 1(90) 8-12.

Dan, Cristina; Østergaard, Thomas 2021. Circular Fashion: The New Roles of Designers in Organizations Transitioning to a Circular Economy. – The Design Journal, nr 24(6), lk 1001-1021.

De Brouwer, Zinzi 2020. Recommendations for a Circular Design Practice. – Reflections on Designing for a Circular Textile and Fashion System Design Guideline 2.0

https://fashionprofessorship.artez.nl/site/assets/files/1368/gc_2_recommendations_for_a_circular_design_practice_debrouwer.pdf , (vaadatud 09. IV 2023).

Design For the Future. A Circular Design Guide. – Bestseller

<https://bestseller.com/media/rkgh22nz/bestseller-circular-design-guide-2023.pdf> , (vaadatud 19. III 2023).

EKA DiMa; Aus, Reet (PhD); Ojavee, Kärt (PhD); Peterson, Maria Kristiin; Tamm, Argo 2023.

Uurimisprojekti “Eestis tekkivate tekstiiljäätmete ringlussevõtu ja tootearenduste lahendused” tulemuste kokkuvõte,

https://media.voog.com/0000/0049/3896/files/EKA_DiMa_KIK_230122.pdf , (vaadatud 22. III 2023).

Ellen MacArthur Foundation (EMF) (2017). A New Textiles Economy: Redesigning fashion's future, https://emf.thirdlight.com/file/24/IwnEDbf15JTFoAIw_2QI2Yg-6y/A-New-Textiles-Economy-Summary-of-Findings-Updated-1-12-17.pdf , (vaadatud 18. III 2023).

Ellen MacArthur Foundation 2019. Circular economy systems diagram,

<https://ellenmacarthurfoundation.org/circular-economy-diagram> , (vaadatud 03. III 2023).

Engelhardt, Andreas W. 2020. The Fiber Year 2020- Declaration along the textile chain.

International Fiber Journal, <https://www.fiberjournal.com/the-fiber-year-2020-deceleration-along-the-textile-chain/> , (vaadatud 24. III 2023).

Euroopa Keskkonnaagentuur (EEA) 2019. Textiles and the environment in a circular economy,

<https://www.eea.europa.eu/publications/textiles-and-the-environment-the> , (vaadatud 08. III 2023).

Euroopa Komisjon 2014. Ecodesign your future : how ecodesign can help the environment by making products smarter. – <https://data.europa.eu/doi/10.2769/38512> .

Euroopa Komisjon 2020. Uus ringmajanduse tegevuskava. – Euroopa Parlament,

https://eur-lex.europa.eu/resource.html?uri=cellar:9903b325-6388-11ea-b735-01aa75ed71a1.0004.02/DOC_1&format=PDF , (vaadatud 12. IV 2023).

Euroopa Komisjon 2021. ELi tegevuskava „Õhu, vee ja pinnase nullsaaste suunas”

<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX%3A52021DC0400&qid=1623311742827> , (vaadatud 02. III 2023).

Euroopa Liidu jäätmedirektiiv 2018/851. Euroopa Liidu Parlament ja Nõukogu. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/et/TXT/PDF/?uri=CELEX:32018L0851&from=EN> , (vaadatud 24. III 2023).

European Commission, Joint Research Centre, Donatello, S., Danneck, J., Löw, C., et al. 2021. - Circular economy perspectives in the EU textile sector : final report, Publications Office, 2021. – <https://data.europa.eu/doi/10.2760/858144> , (vaadatud 04. IV 2023).

Fashion SEEDS; Williams, D., Pupart, P., Valle-Noronha, J., Crew, J., Stevenson, N., D'Itria, E., Vacca, F. , Hasling, K.M, Riisberg, V. (2021). IO2 -Framework Document for Design-Led Sustainability Education. Projekti “Fashion Societal, Economic & Environmental Design-led Sustainability” tulemus. https://www.fashionseeds.org/files/ugd/ed0694_5e35eb286f9f4a63bffb8239ea9163b4.pdf , (vaadatud 02. III 2023).

Hall, Cathryn Anneka 2019. MIXING IT UP IN PRATO: identifying innovation hotspots within mechanical textile recycling. Global Fashion Conference 2018, London. https://www.researchgate.net/publication/330620474_MIXING_IT_UP_IN_PRATO_identifying_innovation_hotspots_within_mechanical_textile_recycling , (vaadatud 12. IV 2023).

Infinite Fiber, <https://infinitefiber.com> , (vaadatud 01. IV 2023).

Kabun, Katrin 2017. Jääkvill. Kasutamata ressursist interjööri lahenduseni. Magistritöö. Eesti Kunstiakadeemia, Tekstiilidisaini õppekava.

Kabun, Katrin 2022. Archaically High-Tech: Knowledge- Based Use of Sheep Wool. Tallinn: Eesti Kunstiakadeemia Tekstiilidisaini osakond.

Karell, Essi; Niinimäki, Kirsi 2020. A Mixed-Method Study of Design Practices and Designers' Roles in Sustainable-Minded Clothing Companies. – Sustainability, nr 12(11), lk 4680.

Matsin, Ave, Tali, Kadri, Kabun, Katrin, Kool, Liina 2022. Ulevaade Eesti villamajandusest 2022. – Studia Vernacula, nr. 14 Kelle pärand? Whose heritage?, lk. 206–223.

Maurie J. Cohen 2021. Sustainability. Short Introductions. Cambridge: Polity Press.

Maxwell, D. McAndrew, L. Ryan, J. 2015, The State of the Apparel Sector 2015 Special Report - Water. A report for the global leadership award in sustainable apparel, the Sustainable Business Group.

https://www.thesustainablebusinessgroup.com/source/filemanager/files/GLASA_report_v6_14_10_15_final.pdf , (vaadatud 09. III 2023).

Moora, Harri; Vihma, Markus. Ringdisaini audit. Strateegiline tööriist ringettevõtluse arendamiseks. – Eesti Disainikeskus koostöös Eesti Kunstiakadeemia Jätkusuutliku Disaini Laboriga. https://media.voog.com/0000/0038/1850/files/ringdisain_web.pdf , (vaadatud 19. III 2023).

Niinimäki, Kirsi 2017. Fashion in A Circular Economy. – Henninger, C.E. jt (toim) Sustainability in Fashion. Palgrave Macmillan Cham, lk 157- 166.

Østergaard, Thomas; Dan, Cristina 2021. Circling Round Circular Change. – International Conference on Engineering and Product Design Education 2021, Herning. <https://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:1721413/FULLTEXT01.pdf> , (vaadatud 19. III 2023).

Pattison, S. (2007) Seeing Things: Deepening Relations with Visual Artefacts. Hymns Ancient & Modern Ltd., SCM Press, lk 47.

Payne, Alice 2015. Open- and closed-loop recycling of textile and apparel products. – Handbook of Life Cycle Assessment (LCA) of Textiles and Clothing. Subramanian Senthilkannan Muthu (toim), Cambridge: Woodhead Publishing, lk 103-123.

Peters, Greg M., Sandin, Gustav 2018. Environmental impact of textile reuse and recycling- A review. – Journal of Cleaner Production, nr 184, lk 353-365.

Pink, Anu 2023. Saaremaa mehe kampsun. Saara Käsitöökooli juhendiraamat. Saara kirjastus, lk 4.

Postimees Teadus, <https://teadus.postimees.ee/7727003/kestlik-areng-uues-keskuses-sundiv-valdkondadeulene-koostoo-voib-eesi-elu-igaveseks-muuta> , (vaadatud 12. III 2023).

Rebecca Earley 2017. Circular Design Futures. – The Design Journal, nr 20:4, lk 421-434.

Renewcell, <https://www.renewcell.com/en/> , (vaadatud 01. IV 2023).

Ribul, Miriam jt (2021). Mechanical, chemical, biological: Moving towards closed-loop bio-based recycling in a circular economy of sustainable textiles. - Journal of Cleaner Production, nr 326, lk. 129325.

Riigikantselei <https://www.riigikantselei.ee/valitsuse-too-planeerimine-ja-korraldamine/valitsuse-too-toetamine/saastev-areng> , (vaadatud 18. III 2023).

Sariatli, Furkan 2017. Linear Economy Versus Circular Economy: A Comparative and Analyzer Study for Optimization of Economy for Sustainability. – Visegrad Journal on Bioeconomy and Sustainable Development, nr 6, lk 31-34.

SEI Tallinn; Martin, Kristiina jt 2020. Eesti tarbimisjärgsed rõiva- ja tekstiilivood, lk 9

<https://www.sei.org/wp-content/uploads/2019/02/eesti-tarbimisjargsed-roiva-ja-tekstiilivood-1.pdf> , (vaadatud 12. III 2023).

Stahel, Walter 2019. The Circular Economy. A User's Guide. New York: Routledge, lk 6-9.

Steffen, Will jt 2018. Trajectories of the Earth System in the Anthropocene. – Proceedings of the National Academy of Sciences, nr 115(33), lk 8252-8259. – <https://doi.org/10.1073/pnas.1810141115> , (vaadatud 12.IV 2023).

Stuart Walker jt 2018. Design Roots: Culturally Significant Designs, Products and Practices. Bloomsbury Publishing Plc, lk 68-69.

Surampalli, R. Y., Zhang, T. C., Goyal, M. K., Brar, S. K., & Tyagi, R. D. 2020. Sustainability: Fundamentals and applications. United Kingdom: John Wiley & Sons, lk 7-17.

TENCEL™ Lyoncell, <https://www.tencel.com/b2b/news-and-events/new-fiber-recycling-initiative-by-tencel-spotlights-circularity-with-mechanical-recycling-of-tencel-lyocell-fibers>, (vaadatud 04. IV 2023).

The World Bank 2019. How Much Do Our Wardrobes Cost to the Environment? <https://www.worldbank.org/en/news/feature/2019/09/23/costo-moda-medio-ambiente> (vaadatud 12. III 2023).

LISA 1. Lõnga arendamine

Väljavõte uurimisprojekti “Eestis tekkivate tekstiilijäätmere ringlussevõtu ja tootearenduse lahendused” tulemuste kokkuvõttest, lk 47-52.

Link dokumendile:

https://media.voog.com/0000/0049/3896/files/EKA_DiMa_KIK_230122.pdf

4.2 Lõnga arendamine

Foto 14. Vilma villalabori Ramella ketrusmasin.



Projekti lõngaarendus teostati Tartu Ülikooli Viljandi kultuuriakadeemia Vilma villalaboris. Villalabor alustas oma tegevust 2016. aasta sügisel. Lisaks õppetööle ja erinevatele lõngaarendusprojektidele on labori üheks eesmärgiks väärindada uuringute, katsetuste ja tootearenduste kaudu Eesti kohalikku toorainet (näiteks lambavilla) ning leida sellele võimalikult häid kasutusalasid.

Villalabori masinapark on pärit pika ajalooga tööstusseadmeid valmistavast Itaalia firmast Pietro Ramella & C.⁸, mis toodab väiketööstustele sobivaid villatöötlemise masinaid (vt foto 14).

Villalabori masinapargis on liin, millega saab valmistada poolkamm-lõnga (ingl *semi worsted yarn*). Poolkammlõnga valmistamise juures on oluline kiu pikkus, mille optimaalne vahemik jääb 4–15 cm vahele.

Peatükk kirjeldab selles projektis teostatud villatöid allolevas järjekorras:

- a) ettevalmistustööd sh huntimine (vt p. 4.2.1);
- b) kraasimine (vt p. 4.2.2);
- c) ketramine (vt p. 4.2.3);
- d) korrutamine ja poolimine või vihtide tegemine (vt p. 4.2.4);
- e) lõngade laboratoorsete katsete läbiviimine (vt p. 4.2.5).

Eestis ei leidu täna veel sellist lõngaarenduse masinaparki, millega oleks võimalik valmistada lõnga 100% ümbertöödeldud kiust. Ka Vilma villalabori seadmetega ei ole see võimalik. Ümbertöötlemisel saadud

8 Vt täpsemalt <http://www.ramella.com/index.php>

kiudude kasutamisel ei saa läbida ka tavalist poolkamliini toimimisjärjekorda ja katsetused piirduvad kraasimismasinast tulnud kraaslinde otseketruse, korrutamise ja poolimise ja/või vihtide tegemisega. Oluliseks takistuseks siin on ümbertöödeldud kiu pikkus, mis mehaanilise ringluslevõtu protsessi käigus muutub väga lühikeseks, ebaühtlaseks ja tolmuseks, mida kinnitas ka siinne projekt (vt p 4.1). Lühikesele ja ebaühtlasele ümbertöödeldud kiule tuleb uue lõnga arendamiseks lisada uut, pikemat kiudu. Siin projektis lisati ümbertöödeldud kiumassile Eesti tumeda-pealist lambatõugu lammaste villa. Kasutatud lambavill on pärit Kose vallas asuvast Sireli lambatalust. Villa omadused nagu pikkus (visuaalsel vaatlusel 4–12 cm), villakiu peenus ja säbarus, samuti villa ühtlus, sobisid segamiseks purustatud kiududega järgnevates tööprotsessides.

4.2.1 Ettevalmistustööd

Lõnga arendamine eeldab nii ümbertöödeldud kiu kui ka lambavilla töötlemise ettevalmistamist (vt foto 15). Selleks, et tagada arendatava lõnga ühtlus, eemaldati vajaminevast ümbertöödeldud kiumassist esmalt suuremad kangatükid. Nende välja selekteerimine tehti käsitsi silmvaatluse teel ning see protsess oli küllaltki aeganõudev.

Lambavilla ettevalmistamisel oli esmalt vajalik selle pesemine. Selleks sorteeriti lisatavast lambavillast välja mustemad, lamba seljas juba vanunud või liigselt määrdunud villakud. Sorteeritud puhtamad villakud pesti Electroluxi pooltööstusliku pesumasina S556 spetsiaalselt villale seadistatud leotus- ja pesuprogrammiga. Villakute pesemine ja kuivatamine võttis kuni ööpäeva, mistõttu oli selle tegevuse ajaarvestus kogu lõngaarenduse protsessis määrava tähtsusega. Seejärel läbis pestud ja kuivatatud vill villahundi, mille abil eraldati pesus kokku läinud villakiud üksteisest. Tulemuseks oli kohev villamass.

Foto 15. Pestud lambavill ja puhastatud ümbertöödeldud teksakiud



4.2.2 Kraasimine

Kraasimise käigus segatakse erinevad villakiud omavahel. Selle toimingu käigus liiguvad villakiud masinas erineva suuruse ja liikumissuunaga terasnaastudega kaetud rullidelt tagant ettepoole vt foto 17). Lõnga valmistamiseks väljub kraasist ca 4–5 cm läbimõõduga kraaslint (inglise keeles *sliver*). Kraaslindis asetsevad villakiud ebakorrapäraselt (vt foto 18). Lõnga valmistamiseks kraaslindid segatakse ja tõmmatakse metallist kammlintide vahel paralleelseks. Seda tegevust korratakse niikaua, kuni heidelindis olevad kiud muutuvad ühtlaseks. Selline eeltöö on vajalik selleks, et kedata ühtlast lõnga.

Siinse projekti lõngaarendusel laotati kraasimiseks liinile kõigepealt ühtlaselt lambavill ja selle peale ümbertöödeldud kiu kiht (vt foto 16). Lambavilla asetus alumise kihina hoidis ja suunas ümbertöödeldud kiumassi paremini masinast läbi minema, sest muidu kukuks ümbertöödeldud kiumass jooksvat liinilt masina alla maha. Selleks, et selline kiudude koostis kraaslindina kogumiskonteinerile jooksva hakkaks, laotati kraasliini algusesse ca 15 cm ulatuses vaid lambavilla ja seejärel sellele lambavill koos ümbertöödeldud kiuga. Selline töökäik hõlbustas tunduvalt kraasimise alustamist ning tekitas vähem jääke. Korraga laoti liinile 500g materjali. Sama grammkaaluga kaaluti kõikide arendatud lõngade koostisi (teksa, kodutekstiil, puuvillased ja segakiust T-särgid ning neile lisatav villakogus).

Foto 16. Vill ja ümbertöödeldud teksakiud liikumas kraasiliinil kraasimismasinas



Masinat tuli peale 6–8 kg koguse villa ja kiumassi läbilaskmist alati puhastada. Kraasimismasina esirull, millelt löikur villa alla suunab, läheb vastasel juhul liiga paksult tolmu täis ja löikur ei saa villa esirullilt enam maha ning kraaslindis tekivad ebaühtlused või katkemised. Kuna ümbertöödeldud kiudu ei saa kammida (need jäävad kammilintide vahele kinni) ja tolmu ummistab masinat, on ketruseks vaja võimalikult ühtlast kraaslinti – iga ebaühtlus ehk peenem või paksem koht kajastub ka lõngas. Ühtluse tagamiseks laotati kraasitav kogus kiudusid nii, et parempoolne kraasiliin jäi 15–20 cm ulatuses tühjaks. Läbi kraasi tulnud kiud suunduvad üldjuhul õhusuunajate abil vasakule läbi raskuse all oleva silindri. Silindri ümber on ümarrihm, mis annab kraaslindile tugevdamiseks pisut keerdu. Seal tekib ka mingil määral staatiline elekter ja liikumine, mis paneb kraaslindi lainetama ja tekitab ebaühtlasi kohti. Eelpool kirjeldatud 15–20 cm laiune tühi osa võimaldas kraasist läbi tulnud kiudusid paremini silindrisse suunata, mistõttu tuli sellisel viisil töötades kraaslint ühtlasem.

Kraaslindil läbiviidud katsed toimusid järgmiste lõngakoostistega esitatud järjekorras (kõikide katsete puhul laoti kraaslindile korraga 500 g materjali):

1. Katseid alustati lõngaarendusega, mille koostis oli 50 % ümbertöödeldud kiudu ja 50% lambavilla – kraasile laotati 250 g ümbertöödeldud kiudu ja 250 g villa. Materjali kraasimise kadu protsessis oli ca 120 g – peamiselt pudises see kraasi alla, aga jäi ka masina ja võllide vahele. Kraaslint tuli märgatavalt ebaühtlane, mida põhjustas ümbertöödeldud kiu suurem protsent ja sellest tulenev staatiline elekter masinas. Lisaks esines lõngas rohkelt kangatükke, mis põhjustasid samuti lõnga ebaühtluse.
2. Järgmised katsetused tehti materjalikoostisega: 40% ümbertöödeldud kiudu (kraasile laotati 200 g) ja 60% lambavilla (kraasile laotati 300 g). Kraasi läbinud kiudude kadu oli ca 95 g, st väiksem kui esimestel katsetustel 50/50 koostisega lõngal. Kraaslint tuli silmnähtavalt ühtlasem ja ka sellest kedratud lõng oli tuntavalt ühtlasem.
3. Kolmandana katsetati kraaslindi tegemist koostisega 30% ümbertöödeldud kiudusid (kraasile laotati 150 g) ja 70% lambavilla (kraasile laotati 350 g), mille kadu protsessis oli ca 70 g ehk eelnevatest katsetustest väiksem. Tuli tõdeda, et mida väiksemaks jäi ümbertöödeldud kiu osakaal kraaslindi koostises, seda tõhusam oli kraasimine nii kvaliteedilt kui kvantiteedilt. Valminud kraaslint oli ühtlane ning sarnanes silmvaatluse põhjal enim tavapäraselt ühtlasest lambavillast tehtavale kraaslindile.

Lisaks katsetati kraasimist samaaegselt töötava masina ja liikuva liiniga, nii nagu tavaolukorras villaga töötatakse, aga kahjuks kannatas sel juhul kraaslindi ühtlus. Kõige ühtlasem kraaslint saavutati siis, kui enamus kraaslindile asetatud (ca 500 g) kiumassi oli läbi masina lastud ja

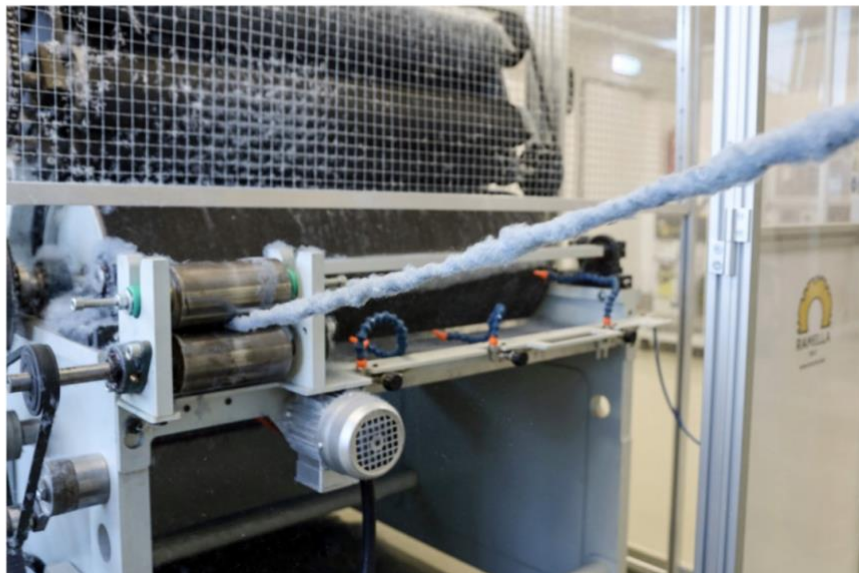
masinasse oli minemas viimane, ca 5 cm osa. Siis seistati masin, laoti kogu liini ulatuses uued kihid ja korrati tegevust seni, kuni masin vajab puhastamist. Peale igat erinevat ümbertöödeldud kiu ja lambavilla kraasimist puhastati masin eelnevatest kiududest.

Selleks, et nii tolmuse materjaliga saaks töötada, peaks ruumis igal juhul olema vastav tolmuimur jm spetsiifiline seadmestik, vältimaks tolmu sattumist ümbritsevasse töökeskkonda. Ka kraasimismasina võllide kuul-laagrid on enim ohustatud just tolmuga kokkupuutes. Tavapärasel villatöötlemises sellist tolmuosakeste kontsentratsiooni ei teki. Isikukaitsevahendite kasutamine (tolmumask) on selle töö juures väga vajalik.

Foto 17. Villa ja ümbertöödeldud teksakiu kraasimine



Foto 18. Villa- ja ümbertöödeldud teksakiust kraaslinde väljumine kraasimismasinast



4.2.3 Ketramine

Vilma villalabori ketrusmasin on eelkõige mõeldud kammitud heidelindi ketruseks, aga laboritöös on tulnud katsetada ka otse kraasлиндist ketramist (nt siinse projekti puhul). Vahel õnnestub see väga hästi – näiteks koerakarvad segatuna meriinoga või *SeaCell*’i kiud jooksevad kraaslindis väga ühtlaselt. Olulisimad tegurid ketramise õnnestumiseks ongi kedratava kraaslindi ühtlus ja villakiu pikkus.

Siinse projekti raames oli lõnga ketramise eesmärgiks kedrata peenimat lõnga võimalikult suure ümbertöödeldud kiu sisaldusprotsendiga ja tagada sealjuures vähim kord lõnga katkemisi ketruse ajal. Selle saavutamiseks katsetati nii erineva jämeduse kui ka keerutihedusega lõngu (vt tabel 12). Neist kedrati erineva kiulise koostisega kraaslinte (vt foto 19), mida venitati ketrusmasina kolme venitusrulli vahel, tõmmates neid 16× peenemaks keerutihedusega 285 keerdu meetril. Ketramise suund oli päripäeva ehk z-keerd. Selgus, et kordades rohkem läks katki liiga lauge keerd. Lisaks seadistati masina kiirus aeglasemaks kui tavapäraselt ja venitusrullide vaheline kaugus miinimumini, nii nagu on tavaks teha kõige lühema kiuga villade ketramise puhul.

Foto 19. Erineva koostisega kraaslindid valmis ketruseks

