

Kõrgem Kunstikool Pallas
Tekstiiliosakond

MultiWeave tehnikas loodud reljeefsed viltkangad ülerõivastena
Lõputöö

Anett Niine
Juhendaja: prof. Kadi Pajupuu

Tartu 2022

SISUKORD

SISSEJUHATUS	4
1. MULTIWEAVE TEHNIKA	6
1.1. Tekstiilid, mis koosnevad lõimest ja koest.....	6
1.2. MultiWeave'i leiutamine.....	10
1.3. Häkatonid – ideest töötava prototüübini.....	12
1.4. MultiWeave automaatseadme tööpõhimõte	15
1.5. Käsitööt tehnika ja vahendid	17
1.5.1. Käsitööt tehnika	17
1.5.2. Vahendid.....	19
1.5.3. Eestikeelne termin sõnale MultiWeave	22
1.6. Tehnika võimalused ja tulevik.....	22
2. TEHNIKA- JA MATERJALIKATSETUSED.....	26
2.1. Eelnev kogemus MultiWeave tehnika ja käsitöövildiga	26
2.2. Reljeefse viltkanga katsetused toetatud lõimetugede abil.....	29
2.2.1. Käsitöövildi seletus.....	29
2.2.2. Plaatviltimismasinaga valmistatud vilt.....	30
2.2.3. Kangastelgedel kootud kangas	33
2.2.4. Kraasvilla kihtidest märgvilditud kangas	37
2.3. Analüüs	42
3. ÜLERÕIVA DISAINIPROTSESS.....	44
3.1. Materjali valik.....	44
3.2. Disainiprotsess.....	46
3.2.1. Vilditud ülerõivad.....	46
3.2.2. Ülerõiva valmistamise protsess	47

3.3. Kolleksioon “I Have Never Felt Like This Before“	56
KOKKUVÕTE	60
SUMMARY	62
KASUTATUD KIRJANDUS.....	64
LISAD	66
LISA 1. Kangaste vanutuskatsed.....	66
LISA 2. Ülerõivaste detailifotod	67
LISA 3. Intervjuu Kadi Pajupuuga	70

SISSEJUHATUS

Tekstiiliõpingute jooksul on mind enim paelunud käsitöötehnikate võimaluste tundmaõppimine ja nende kombineerimine kanga loomisel. Viimastel aastatel olen olnud tihedalt seotud mitme villateemalise projektiga. 2021. aasta suvel valmis koostöös arhitektuuribüroo b210 arhitektidega tuleviku utoopiaid kujutavale Arhitektuurimuuseumi 30. aasta juubelinäitusele „Majad, mida me vajame“ projekt RÜÜRUM, mis oma vormilt on saanud inspiratsiooni türgi karjuse keebist *kepenek*. Viimane projekt äratas minus suurema huvi käsitöövildi vastu.

Olen viie aasta jooksul puutunud tihedalt kokku Pallase rakendusühtsusega MultiWeave ning juba algusaastatel näinud selles tehnikas potentsiaali. MultiWeave on kangakudumismeetod, mis võimaldab luua kolmemõõtmelisi tekstiile koelõnga vedamisel ümber lõimeaasade näiteks O- või 8-kujuliselt. Aastal 2019. valmis antud tehnikas koostöös Liisi Tammega moekollektsioon WEAVE, milles kasutasime toonaseid MultiWeave töövahendeid kolmemõõtmeliste kangapindade loomisel. 2021. ja 2022. aastal on tehnika leiutaja Kadi Pajupuu aktiivselt tegelenud MultiWeave kudumisviisi arendamisega käsitöötehnikaks ning uuendanud töövahendeid, mida on kasutatud juba ka välismaistes partnerkoolides.

Minu lõputöö on tehnoloogiline uurimus MultiWeave käsitöötehnikas valmistatud struktuuride ühendamisest vildiga. Töös uurin tehnika potentsiaali struktuurse vilditud materjalina, kus taustast eenduvate ajutiselt toetatud lõimede abil kootud detailid moodustavad kangaga ühtse terviku. Kangaste loomisel kasutan villase materjali vanumisomadusi, liikudes hõredast kudumist tiheda vildini, mida iseloomustab reljeefne ja pitsiline pind.

Lõputöö on jagatud kolme peatükki. Praktilise osa sissejuhatuseks ja sisu mõistmiseks keskendun esimeses peatükis MultiWeave tehnika tutvustamisele. Annan ülevaate tehnika tööpõhimõttest, kudumismasina prototüüpide valmimislugudest ning senitehtud katsetustest. Peatükk räägib ka asjaoludest, miks võeti suund MultiWeave käsitöötehnika

arendamisele ning avab MultiWeave töövahendite ja selles tehnikas valminud tekstiilide tulevikuperspektiivi.

Paraktiline osa on jagatud kahte etappi. Teine peatükk keskendub MultiWeave tehnikale ja materjalikatsetustele. Esmalt proovin läbi erinevad viisid MultiWeave tehnika sidumiseks alusmaterjaliga. Katsetuste eesmärk on luua võttestik, mille abil jõuda reljeefse viltkangani, kus MultiWeave struktuurid sulanduvad kangaga ning moodustavad orgaanilise terviku. Tõstatan hüpoteesi, et ajutiselt toetatud lõimetugede abil on võimalik luua reljeefne pind, kus eelevalt valmistatud materjal ja MultiWeave tehnikas kootud struktuur moodustavad ühtse viltkanga. Kolmandas peatükis tegelen ülerõiva disainiprotsessiga, kus rakendan katsetuste tulemusi pealrõivaste loomisel. Valmivad lõputöö jooksul välja arendatud töövõtteid kasutades kihilised ja asümmeetrilised ülerõivad minikollektsioonis „I Have Never Felt Like This Before“.

1. MULTIWEAVE TEHNIKA

MultiWeave on Kõrgema Kunstikooli Pallas õppejõu Kadi Pajupuu leiutis uudsete kolmemõõtmeliste tekstiilide loomiseks. MultiWeave tehnikas loodud tekstiilmaterjalid on konstruktsioonilt ribilised, rakulised ja pitsilised. Tekstiiliosakonna juhataja Aet Ollisaare ettepanekul sai sellest 2017. aastal Pallase rakendusüüri.

Antud peatükk kirjeldab MultiWeave tehnika ideed ja tööpõhimõtet. Annab ülevaate kudumismasina prototüüpide valmimislugudest ning senitehtud töödest/katsetustest, räägib asjaoludest, miks võeti suund MultiWeave käsitöötehnika arendamisele ning avab MultiWeave töövahendite ja selles tehnikas valminud tekstiilide tulevikuperspektiivi.

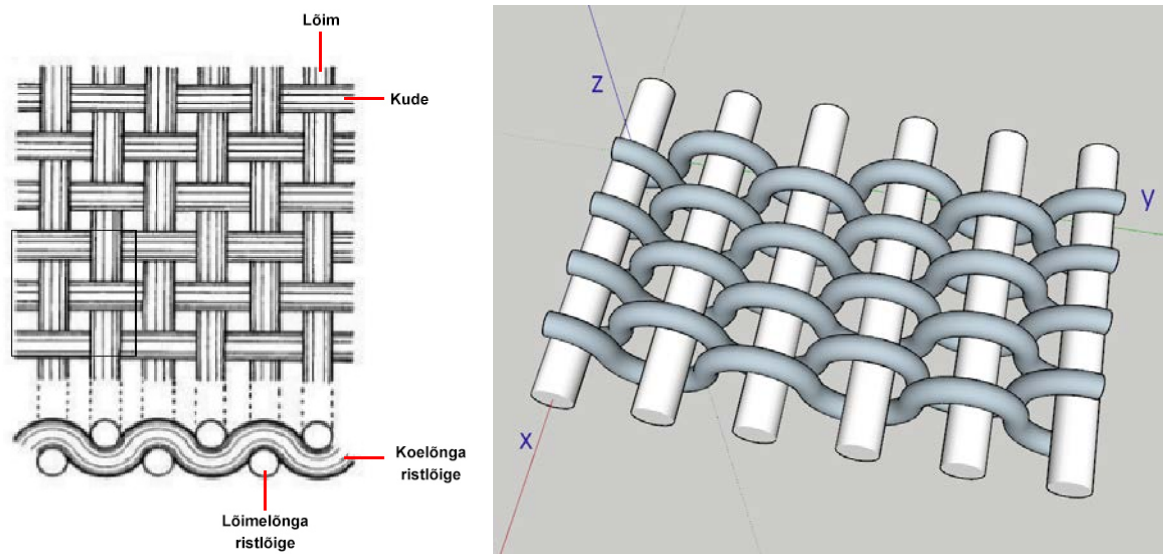
1.1. Tekstiilid, mis koosnevad lõimest ja koest

MultiWeave (MW) on kudumise ajaks vertikaalselt toetatud lõimede ja nende ümber looklevate koelõngade abil moodustatud tekstiilmaterjal, mida iseloomustavad pitsilised, rakulised, taskutega ning ribilised pinnad. Kanga ettevalmistamine algab lõimede vedamisest: lõim veetakse alt ühendatud aasadena vertikaalsetele jäikadele tugedele, toed fikseeritakse alusplaadile. Kudumine seisneb koematerjali laotamises juhiku (toru) abil selliselt toetatud lõimeaasade vahele ja ümber. Kudumise lõppedes ühendatakse naaberlõimede ülemised otsad kas sõlmides või heegeldusvõttega, kus üks aas tõmmatakse läbi teise. Jäik tugikonstruktsioon eemaldatakse kangast.

Selliselt moodustunud kangast eristab teistest lõimest ja koest koosnevatest kangastest erinevad struktuuri loomise võimalused – koelõnga võimalus haarata lõimi näiteks O- või 8-kujuliselt ja igas lõimetugede punktis saab koelõng muuta liikumissuunda. MW tehnikas kootud kangaste ilmet ja omadusi mõjutavad nii lõimede paiknemine üksteise suhtes, koelõnga liikumise loogika, kui ka viis, kuidas lõimeaasad kokku ühendatakse. Kootud tekstiili omadusi mõjutavad loomulikult ka kasutatavad materjalid ja erinevad viimistlusviisid.¹

¹ Pajupuu, K. Intervjuu. Aprill 2022. a.

Kangastelgedel kootud kangad sünnivad lõimelõngade ja koelõngade ristlemisel (vt joonis 1). Kudumise ajal on lõimed pingutatud ja kinnitatud mõlemast otsast lõime- ja kangapoomi abil. Telgedel kududes määrab koelõnga teekonna vahelik, mis tekib tallalaudade tallamisel, kui osa lõimelõngu tõuseb ja osa langeb. Kanga kudumiseks peab olema vähemalt kaks erinevat vahelikku. Enamasti ristlevad koe ja lõimelõng kangas täisnurga all.² Klassikalised telgedel kootud kangad on tasapinnalised: tinglikult võib öelda, et lõimed on x-telje suunalised ja koelõngad y-telje suunalised (vt joonis 1).



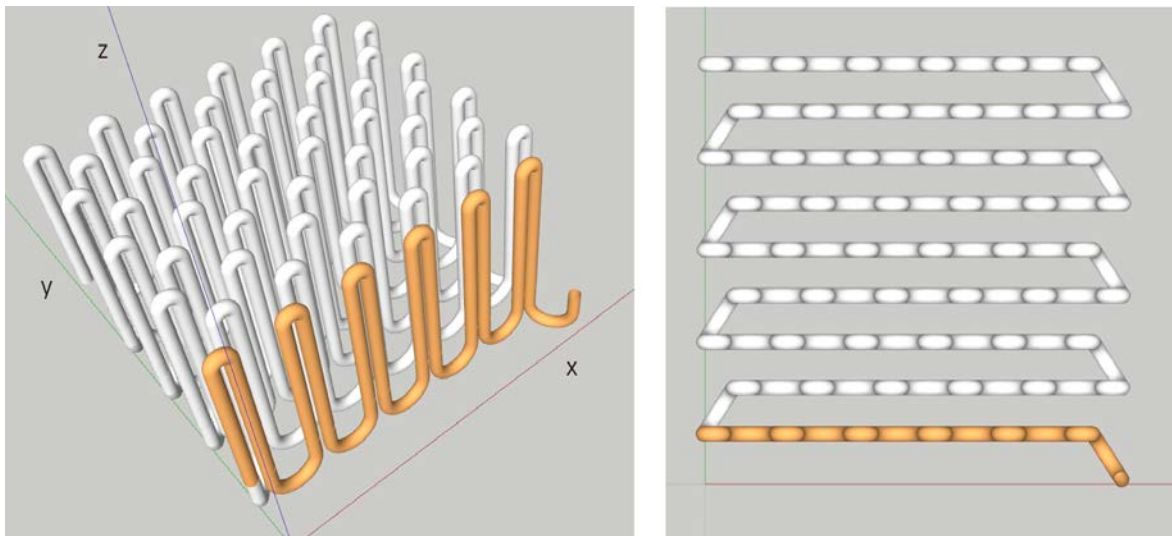
Joonis 1. Vasakul on telgedel kootud kanga ristlemise skeem³ ja paremal ruumiline vaade. Lõimelõngad on x-teljega paralleelsed ja koelõng liigub y-teljega paralleelselt. Parempoolse joonise teostas Kadi Pajupuu.

MW tehnikas valmistatud struktuurides on lõimelõngad paralleelsed z-teljega ja lõimelõngade paiknemine x-y tasandil määrab kanga struktuurse olemuse: lõimetoed võivad moodustada ridu, mis on üksteise suhtes erinevate nurkade all või moodustada muutuva tihedusega gruppe (vt joonis 2). Koelõnga saab vedada mitmes suunas, varieerida saab ka viisiga, kuidas ja kus koelõng suunda muudab (vt joonis 3). See muudab MultiWeave kangad kolmemõõtmeliseks võimaldades kududa varieeruva paksusega kangast z-telje suunaliste tõusude ja langustega.⁴

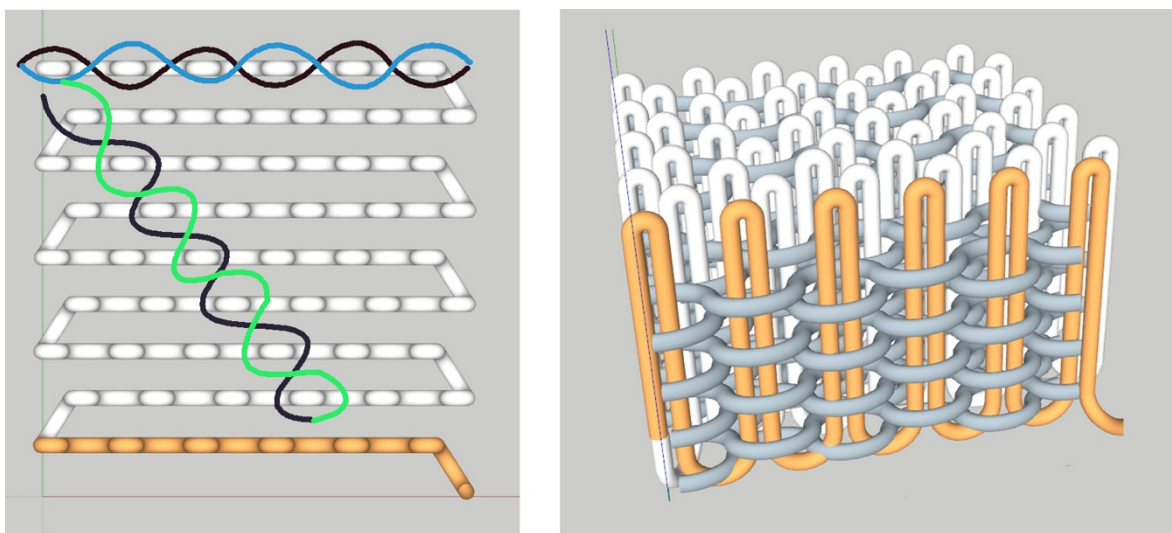
² Kelpman, M. (2016). *Kangakudumine*. Tallinn: Kirjastus Peagasus, lk 13

³ TextileCourse. *Weaves of Woven Fabrics*. Originaal joonist täiendatud eesti keelsete terminitega

⁴ Pajupuu, Intervjuu, 2022



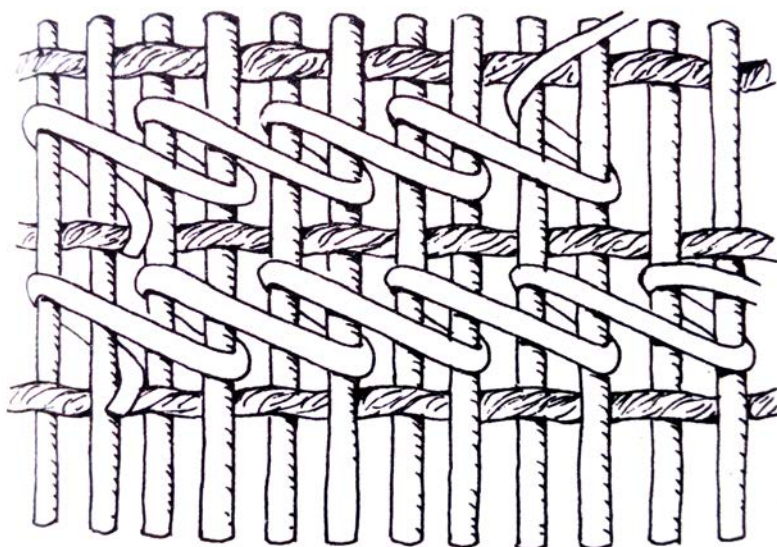
Joonis 2. MW puhul paiknevad lõimeasasid vertikaalselt toetataud ridadena. Parempoolne joonis näitab pealtvaates lõimelõnga võimalikku liikumist lõimetugede ridade vahel. Joonised teostas Kadi Pajupuu.



Joonis 3. Lõime ja koe ristlemise põhimõtteline skeem MW puhul. Koelõng haarab lõimeasasid kiht-kihilt, kas järgides lõimevedamise suunda (vasakpoolsel joonisel must ja sinine), või muutes suunda nii, et koelõng ühendab erinevaid lõimelõngade ridu (must ja roheline). Joonised teostas Kadi Pajupuu.

Kui kangakudumisel on lõimed fikseeritud mõlemast otsast lõimi ühendavate detailidega (lõimepoomi ja kangapoomi külge ühendatud pulgad), siis MultiWeave'i puhul on lõimed üksikhaaval toetatud vertikaalsete lõimetugedega, mis on omavahel püsivalt või ajutiselt ühendatud alt, kuid mitte ülevalt: selline lõimede toetamine kudumise ajal võimaldab juhtida koelõnga muutuvates suundades ümber lõimelõngade. Liikudes ringselt ümber lõime, saab nii ainult ühe lõimerea abil tekitada ribilise kangapinna.

Traditsioonilistest sõlmvaibatehnikatest on tuntud *soumak*-võte, mille puhul koelõng keerdub ümber lõimepaari (vt joonis 4). Tehnika on olnud kasutusel põrandavaipade valmistamisel ja oletatakse, et see on sündinud Kaukaasia piirkonnas.⁵ Soumaki kude on pigem tikkimispistele kui kudumisele sarnanev. Selles tehnikas saab koelõnga vedada ümber lõimelõngade, kuid valdavalt on see dekoratiivne, moodustades kanga pinnale kõrgemale tõusnud koerea.⁶



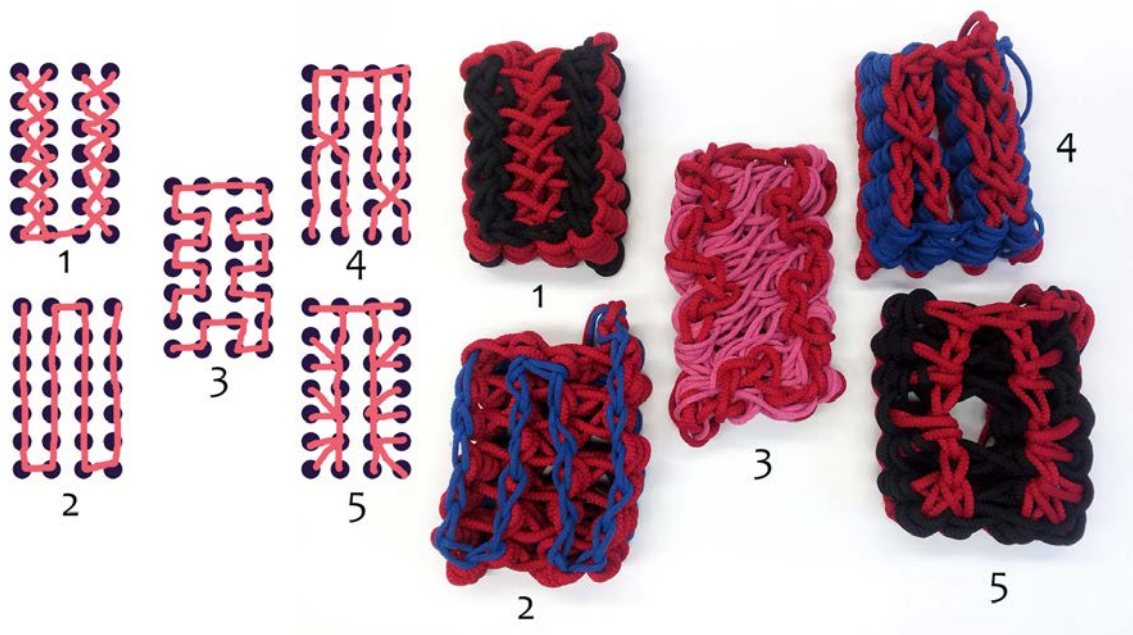
Joonis 4. Soumak. Traditsiooniline vaibakudumistehnika, mille puhul koelõng põimitakse ümber lõimede.⁷

MultiWeave tehnika erinevus võrreldes teiste lõime- ja koelõnga ristlemisel tekkinud tekstiilidega on lõimede teistsugune paiknemine kangas. Tehnika võimaldab lõimi kinnitada alustele vastavalt vajadusele mitmes reas, mille tulemusena on võimalik kududa struktuurset plaatmaterjali. Kui koelõnga vedamisel järgida kõikides kihtides sama loogikaga vahelduvat liikumisjoonist, valmib korrapärane struktuur. Teistsuguse kudumi saavutamiseks võib kihtikihi haaval koe liikumisjoonist muuta. Kanga visuaali saab lisaks koelõnga liikumisskeemile mõjutada sellega, kuidas lõimeaasad on viimistlusfaasis ühendatud. Mõned ühendamisviisid on toodud joonisel 5, võimalik on ka erinevate ühendusloogikate kombineerimine.

⁵ Bernard, N. (1995). *Living with Decorative Textiles*. Thames and Hudson, lk 87-88

⁶ Collinwood, P. (1968). *The Techniques of Rug Weaving*. London: Faber and Faber Limited, lk 184

⁷ Bernard, 1995, lk 87-88



Joonis 5. Lõimeasjade ühendamise viise. Näidised on kootud Pallase tekstiiliosakonnas aine Projektipraktika raames. 2021. Joonis: Kadi Pajupuu.

1.2. MultiWeave'i leiutamine

Kolmemõõtmeline printimine võimaldab luua ruumilisi objekte masinale edastatud digitaalse mudeli järgi. Traditsiooniliste tootmismeetodite kõrval saab printides toota keerulisi objekte väiksema materjalikuluga. 3D-printimine on protsess, mille käigus ehitatakse objekt üles kiht-kihi haaval ja neid kihte on võimalik eristada objekti ristlõiget vaadeldes.⁸ 3D-printimine on tänapäeval väga laialdaselt levinud ning paljud disainerid kasutavad selle tehnoloogia ainulaadseid võimalusi vormide ja esemete valmistamisel nii toote- kui moedisainis.

Erineva valdkonna inimesed näevad selles kujunemisjärgus tehnoloogias võimalusi ja kitsaskohti, mis vajavad veel parandamist ning annavad hoogu uutele leiutistele. Näiteks aretas Oluwaseyi Sosanya 2014. aastal Royal College of Art tudengina 3D kudumisseadme. Seadme videost⁹ on näha, et koelõng laotatakse ümber vertikaalsete tugede, lõim puudub. Konstruktsioon püsib koos tänu liimainele või sulatamisele. Leiutaja kirjutab oma LinkedIn

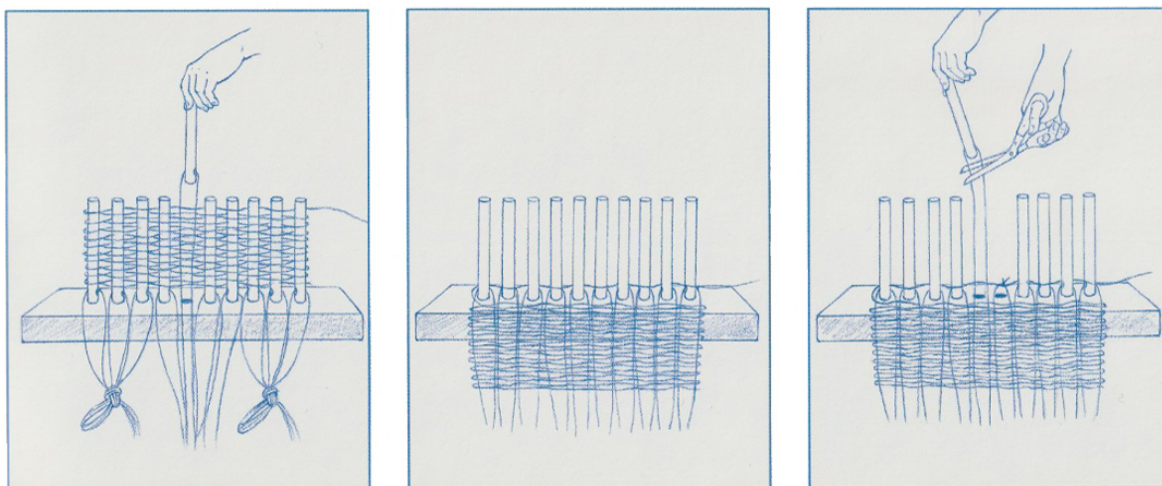
⁸ What is 3D printing?, allikas <https://3dprinting.com/what-is-3d-printing/>. Kasutamise kuupäev 25.04.2022

⁹ Sosanya, O. *Oluwaseyi Sosanya's 3D weaving machine*. Kasutamise kuupäev 23.04.2022

Allikas: <https://www.youtube.com/watch?v=rhRCtXcioiA>

profiilil: “Et laiendada loovuse piire, tuleb esmalt ehitada tööriistad. 3D Kuduja on aretatud eesmärgiga uurida uusi kolmemõõtmelisi struktuure. Nendel materjalidel on põnevaid rakendusviise moe, lennunduse ja meditsiini vallas.”¹⁰

Kadi Pajupuu kirjeldab MultiWeave tehnikani jõudmist järgmiselt: „3D-printerite areng näitas, et printida saab mitmete materjalidega, kuid lõngaga printimisel tuli ikka lisada liimainet või struktuur hiljem kokku sulatada (kui tegemist sulavate materjalidega). Nägin internetis viidet iidsele tehnikale (pulk-kudumine), mille puhul koelõnga laotatakse/põimitakse jäikade tugede vahele, kui põiming saavutab teatud kõrguse, lükatakse kudum tugegelt maha pulkade otstesse kinnitatud lõimelõngade peale (vt joonis 6). Tundus väga kohmakas. [...]”¹¹ Pulk-kudumise (*peg loom*) tehnika on üks vanimaid lõime- ja koelõnga abil materjali loomise viise. Lõime- ja koelõnga omavahelisel ristumisel kooti varjualuseid, korve, vaipu ja muid tekstiile, näiteks Viikingid kudasid suuri ruudukujulisi purjeid.¹²



Joonis 6. Pulk-kudumise tehnika¹³

¹⁰ Sosanya, LinkedIn, 2022

¹¹ Pajupuu, Intervjuu, 2022

¹² Weaving. *Design and Technology Online*. Kasutamise kuupäev: 22.04.2022.
Allikas: http://wiki.dtonline.org/index.php/Weaving#Peg_Loom_Weaving

¹³ Howard & Elisabeth Kendrick. (2008). *Loov kangakudumine*. Sinisukk

Sealt arenes Pajupuul idee kombineerida primitiivne pulk-kudumine 3D-printimise põhimõtetega. Eesmärgiks saavutada kiht-kihilt ülesehitatud tekstiilstruktuurid, mis koosnevad sarnaselt kangakudumisele lõimest ja koest, kuid milles ei kasutata 3D-printerile omast liimi.¹⁴ „[...] Mõtlesin, et tugede sees võiksid juba olla lõimeaasad, nii et kui kangast eemaldatakse jäigad elemendid ja lõimede aasad ühendatakse naaberlõimedega, siis saame juba koospüsiva materjali. [...]“¹⁵

1.3. Häkatonid – ideest töötava prototüübini

MultiWeave idee ja masina arendamine toimus kahel Eestis korraldatud häkatonil. Esimene ideearendus leidis aset 2016. aasta sügisel TehnoHack häkatonil, mida korraldab MTÜ Skeemipesa. Sellel Baltimaade suurimal riist- ja tarkvara programmeerimismaratonil kohtuvad innovaatiliste ideede autorid ning riistvara- ja tarkvarainsenerid, kes ühendavad oma teadmised eesmärgiga jõuda ühe nädalavahetuse jooksul ideest reaalse toimiva seadmeni.¹⁶

Varasem kogemus ettevõtluskonkursil Ajujaht tiim RailReediga julgustas Pajupuud saatma Skeemipesa häkatonile oma ideekirjelduse 3D-printerist, mis kasutab naturaalselt lõnga, mida laotatakse programmeeritult alusplaadile kinnitatud lõimeasade vahele ja ümber (vt joonis 7). Skeemipesa poolt määrati MultiWeave idee mentoriks Anna Jõgi, kelle teadmised ja oskused hõlmavad nii programmeerimist, elektroonikat kui ka puidutööd. Jõgi valmistas masina joonised ning tema abiga esitati korraldajatele ehitamiseks vajalike osade nimekiri.¹⁷

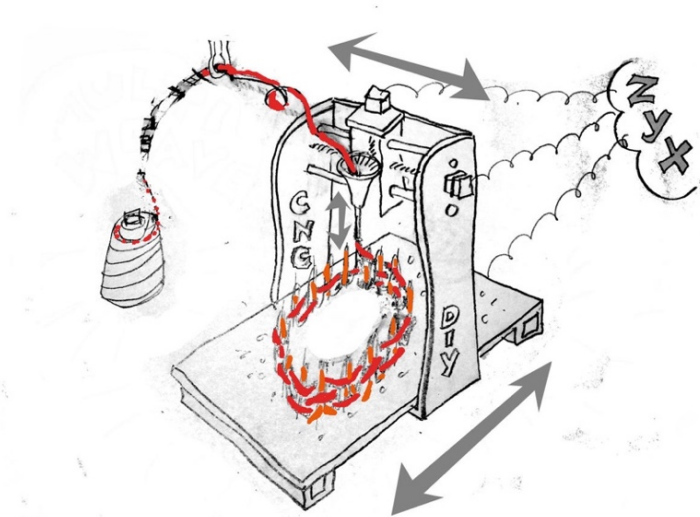
¹⁴ Pajupuul, K. *KADIPUU – MultiWeave*. Kasutamise kuupäev: 22.03.2022.
Allikas: <https://www.kadipuu.ee/inventions/multiweave>

¹⁵ Pajupuul, Intervjuu, 2022

¹⁶ Mölder, H. *Skeemipesa*. Kasutamise kuupäev: 22. 04 2022.

Allikas: <https://www.skeemipesa.ee/tehnohack-2016-kokkuvotte/>

¹⁷ Pajupuul, Intervjuu, 2022



Joonis 7. 2016. aasta häkatonile esitatud idee seadmest, mis põhineb vertikaalselt toetatud lõimedel ja x-, y-, z-telje suunaliselt juhitaval koelõngalaotajal. Joonis: Kadi Pajupuu.¹⁸



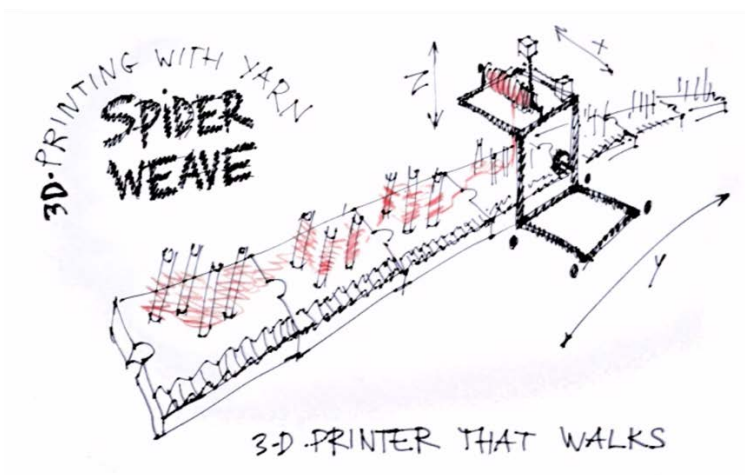
Foto 1. Tiim MultiWeave liikmed Oleg Kalinkin, Anna Jõgi ja Johan Pajupuu esimese prototüübi ehitamisel 2016 häkatonil. Foto: Kadi Pajupuu.

Konkursi nõude järgi moodustas iga osaleja peale ideede tutvustusvooru ehitamisele läinud idee ümber nelja- kuni kaheksaliikmelise meeskonna, kellega koos esimest prototüüpi

¹⁸ Pajupuu, KADIPUU - MultiWeave, 2022

valmistama hakati. MultiWeave tiimi kokkusaamine oli keeruline, sest idee tundus teiste jaoks liialt võõras ja uudne. Algselt koosnes meeskond kolmest liikmest: Anna Jõgi, Kadi Pajupuu ning tema poeg Johan Pajupuu. Hiljem liitus MultiWeave meeskonnaga ka Oleg Kalinkin. Jõgi ettepanekul ja juhtimisel hakati kolme häkatonipäeva jooksul tegelema töötava 3D-printeri ehitamisega (vt foto 1). Kolmanda päeva esitluseks valmis esimene prototüüp masinast, mille valmistamisel kasutati vineeri, keermelatte, kolme mootorit, sahtliliugureid ja alumiiniumitorusid lõimetugedeks. TehnoHack häkatonilt saadi “The Best Prototype Implementation“ auhind.¹⁹

2017. aastal osalesid Pajupuu ja Jõgi veel Tartus toimunud häkatonil SpiderWeave nimelise projektiga. Seekord olid meeskonnas veel Liisu Miller (TalTechi mehhatroonikatudeng), Taavo Lukats, Urmas Mägi. Koos ehitati MultiWeave seadme edasiarendus. Uue masina prototüüp liikus suuremas ulatuses kui esimene ning horisontaalselt jätkuv materjal tagati alusplaatidega, mis puzzle-tükkidena üksteise külge liideti (vt joonis 8).



Joonis 8. 2017. aasta häkatonile esitatud idee, mille järgi lõimetoeväli kujutab endast moodulitena jätkavat ala. Igal moodulil on servas hammaslatt, koelõnga laotava pea liikumine piki y-telge on tagatud piki hammaslatti liikuva hammasratta abil. Prototüüp ehitati valmis, kuid edasises arenduses loobuti hammaslatti kasutamisest. Joonis: Kadi Pajupuu.

¹⁹ Pajupuu, Intervjuu, 2022

1.4. MultiWeave automaatseadme tööpõhimõte

MultiWeave ja SpiderWeave masinate põhimõte seisneb koelõnga vedava pea juhtmisel x-, y- ja z-telje suunaliselt viisil, mida kasutatakse nii 3D-printerites kui CNC seadmetes.²⁰ CNC on automatiseeritud tootmismasin, mis toimib masinale etteantud info järgi lõigates juhendite järgi toormaterjalist osi ära. 3D-printer toimib seadmele edastatud juhiste järgi materjali ülesehitamisega kiht-kihi haaval.²¹

Häkatonidel leiutatud masinad kasutavad väljakujunenud CNC tehnoloogiat koos lõimelõnga toetusega. Töötavate prototüüpide arendamisel oli tarkvaralahenduste väljamõtlemine suure tähtsusega. Jõgi programmeeris kasutajaliidese, mis võimaldab joonistada mustreid uut tüüpi tekstiilide kudumiseks (vt foto 2).²² Kuduja saab ekraanil valida aktiivsed lõimelõngad ning joonistada koelõnga teekonna ridahaaval. Seejärel genereerib programm g-koodi, mis sisaldab käsklusi masina mootoritele, mis liigutavad koelõngavedajat x-, y, ja z-telje suunaliselt.²³

²⁰ Pajupuu, Intervjuu, 2022

²¹ D, J. *3D Printing vs CNC Machining: Which is best for prototyping?* Kasutamise kuupäev: 25. 04 2022.
Allikas: https://www.3dnatives.com/en/3d-printing-vs-cnc-160320184/amp/?fbclid=IwAR3jZQ5M7_JqWOBwH3WBPyapPDsGPevsnlMqJZCq72ljnKSwyA0zirJ8Elk

²² Jõgi, A. *Kriimsilm tehnoloogiad*. Kasutamise kuupäev: 22. 04 2022.
Allikas: <http://kriimuteh.ee/en/multiweavespiderweave/>

²³ Pajupuu, Intervjuu, 2022

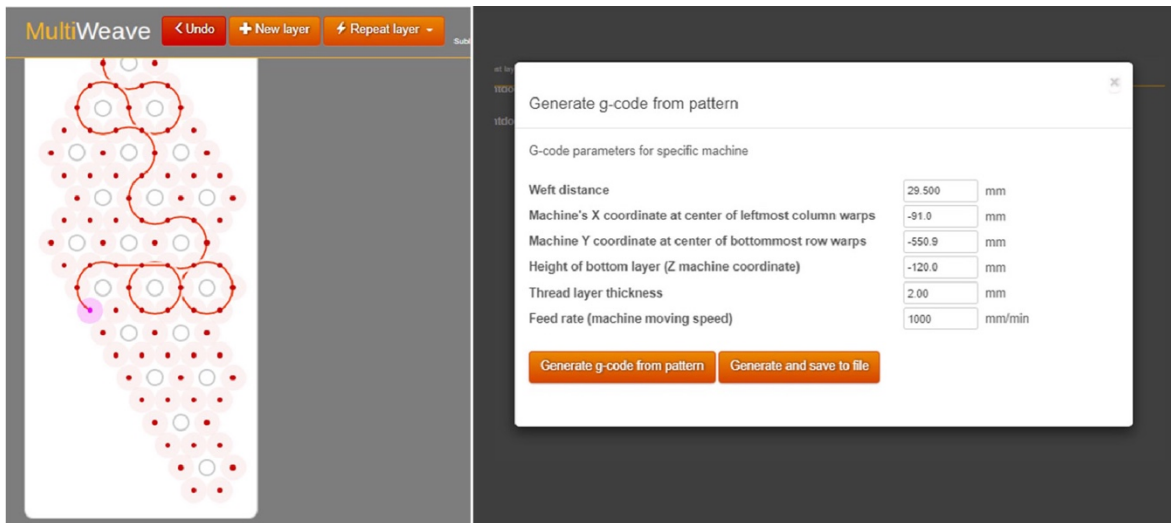


Foto 2. MultiWeave kasutajaliidese ekraanitõmmised. Hallid ringid tähistavad aktiivsete lõimede paiknemist alusel, punane joon tähistab koelõnga liikumist. Programmi aken, mille abil antakse käsklus luua g-kood.²⁴

Tehnika teeb unikaalseks toetatud lõimetugede süsteem, kus kudumise ajal toetuvad lõimelõngad jäikadele vertikaalsetele pulkadele, mis on paigutatud võrgustikuna. Algsetel masinatel asetused toed võrgustiku võrdkülgsete kolmnurkade tippudes (inglise keeles *isometric grid*), kus lõnga laotas lõimetugede vahele lõngajuht, mis tugede vahele liikuma mahtus. Masina arendusega jõuti faasi, kus koelõngavedaja toimib automatiseeritult g-koodi järgi ning programm võimaldab defineerida koematerjali paksust lõnga sujuvamaks liikumiseks, et vältida juba kootud kohtade otsa takerdumist.²⁵

Praeguseks on MultiWeave automaatseadme arendamine pausil. Masinate nullist arendamine on kulukas ning aeganõudev protsess, mistõttu on mõistlik kasutada olemasolevate seadmete võimalusi ning täiendada neid vastavalt vajadustele. Selgus, et Anna Jõgi arendatud programmi on võimalik kasutada ka CNC masinatel, kui sinna juurde lisada lõimetugede väljak ja koevedaja. Seadme töötamiseks vajavad veel lahendamist järgnevad etapid: lõimelõngade automaatne vedamine masina poolt ning nende omavaheline ühendamine kudumise lõppedes, töötav mehhaniseeritud lahendus laotatud koelõngakihtide tihedamaks kokku surumiseks ja materjali ettejooksutamise, et koevedaja liiguks sujuvalt, takerdumata liigse koelõnga pingetõttu.²⁶

²⁴ Jõgi, 2022

²⁵ Pajupuu, Intervjuu, 2022

²⁶ Pajupuu, Intervjuu, 2022

1.5. Käsitöötehnika ja vahendid

1.5.1. Käsitöötehnika

Automaatseadme arendamise katkestamine andis hoogu MultiWeave`i kui käsitöötehnika arendamisele. Tehnika leiutajal Kadi Pajupuul on varasem kogemus käsitöövahendite tootmise vallas. Koos Marilyn Piirsaluga valmistavad ja müüvad nad Kadipuu OÜ alt lisaseadet käsikangastelgedele (railreed.ee), mis võimaldab kudumise ajal muuta lõimetihendust ja kanga laiust. Sealt tuli ka mõte jätta mõneks ajaks MultiWeave automaatseadme arendamine pausile ning kaasata suurem hulk tudengeid, käsitöölisi ja teisi huvilisi panustama struktuuride arendamisse.²⁷

Käsitöötehnikani jõudmine on olnud loomulik kulg algusest peale. Juba 2017. aasta sügisel toimunud Pallase tekstiiliosakonna erialaaines „Struktuur ja materjal“ tegelesid toona esimese kursuse õpilased, seal hulgas ka mina, MultiWeave tekstiilstruktuuride loomise ja katsetamisega. Struktuuride kudumiseks kasutati masinaga samu töövahendeid – vineerist puitluseid, millesse olid lõigatud avad, mis määrasid lõimede võimaliku paiknemise ja alumiiniumtorusid lõimetugedeks, lõnga veeti ümber torude käsitsi jäljendades masinale iseloomulikku lõngalaotamist. Tulemused olid väga omanäolised ning tudengid pühendusid lisaks struktuuride kudumisele veel enda töövahendite leiutamisele. Ehitati vahendeid kättesaadavatest materjalidest nagu joogikõrred, grilltikud, papitükid ja pesuõvammid. Alusena läksid käiku ka kummist porimatid (vt foto 3). Valminud struktuurikatsetused osalesid Pallase galeriis näitusel „MYTH“.

²⁷ Pajupuul, Intervjuu, 2022



Foto 3. Tõid näituselt MYTH. Fotod: Marta Tuulberg.

Antud lõputöö valmimise ajal toimus Tartus galeriis Pallas veel teine suurem ja seekord rahvusvaheline MultiWeave teemaline näitus „Kasvatatud / Grown“, mille algatas 2021. aasta sügisel Pallase tekstiiliosakond. Projekti käigus kaasati partnerkoolide tudengeid, õppejõude ja kunstnike MultiWeave’i kui käsitöötehnika arendamise ja julgustati ehitama uusi töövahendeid. Näitusel osalesid oma töödega Kõrgema Kunstikooli Pallas, Läti Kunstiakadeemia, Aalto Ülikooli ja Göteborgi Ülikool/HDK-Valand üliõpilased, õppejõud ja kutsutud kunstnikud. Göteborgi Ülikool/HDK-Valandi õppejõud Matilda Dominique ja Maja Gunn osalesid näituse avamisele eelnenud seminaril ettekandega, kus mainisid ära, et MultiWeave käsitöötehnika ja vahendid tunduvad olemasolevatele tekstiilitehnikatele mõeldes haruldase leiuna ning MW tehnikas loodud struktuuride ja kujundite kudumise võimalused on sealjuures lõputud. Tehnika erilisuse juures tõid nad välja, et lihtsate töövahenditega on võimalik luua keerukaid ja ainulaadseid struktuure. Nende plaan on kindlasti tulevikus jätkata töötubades MW tehnika ja tööriista uurimist, sest tehnika sobib katsetamiseks ka väiksema kogemusega käsitööhuvilisele.

Käsitöötehnika ja masina peamiseks erinevuseks peab tehnika leiutaja suuremat vabadust. Käsitsi tehes saab käigu pealt otsustada, mis suunas liikumist jätkata. Teine oluline aspekt on kiirus, MultiWeave projekti käigus aretatud masinate kiirus jääb alla kogunud tegija käsitsi kudumise kiirusele.²⁸

1.5.2. Vahendid

MultiWeave tehnika võimaldab koelõnga vedamist ajutiselt toetatud lõimede vahele. Tugedeks sobivad detailid, mis on piisavalt jäigad, et hoida lõimelõngu soovitud asendis koelõnga vedamise ajal. Esimesed lõimetoed olid alumiiniumist või plastist (kuni 15cm pikad) torud, mis asetati puitalusele võrgustiku võrdkülgsete kolmnurkade tippudesse. Lõimetugedena prooviti ka c-kujulise ristlõikega torusid, mille puhul lõim saab olla toe sees, nii ei takerdu koevedaja lõimede taha (vt foto 4a). Lõimetoed eemaldati valminud struktuurist ülevalt poolt ning seejärel ühendati lõimeasasid läbi aasade põimitud lisalõngaga.

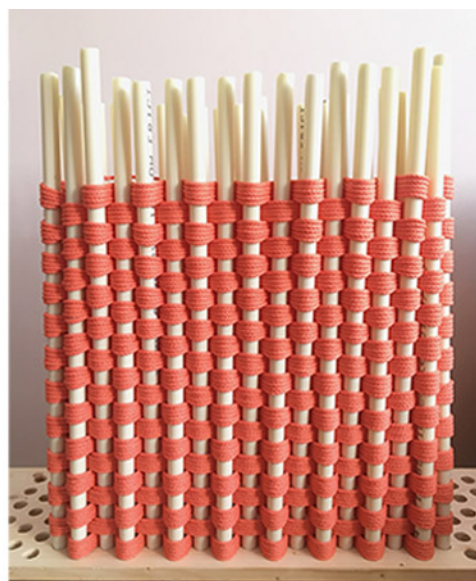
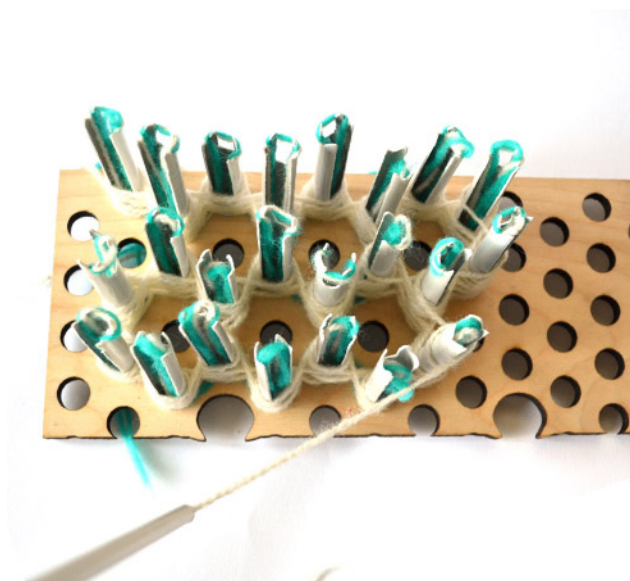


Foto 4a, 4b. 4a: c-kujulise ristlõikega lõimetoed. Foto: Kadi Pajupuu. 4b: rõivakollektsiooni WEAVE kudumisel kasutatud pikemad pvc-torud. Foto: Anett Niine.

²⁸ Pajupuu, Intervjuu, 2022

2019. aastal arendasime Liisi Tammega MultiWeave tehnikas rõivakollektsiooni WEAWE, mille kudumisel kasutasime pikemaid (30-50cm) pvc-torusid (vt foto 4b) suuremate kangapindade loomiseks. Kolleksioon on Pajupuu arvates üks esimesi MultiWeave tehnika läbimurde kohti.²⁹ Varasemalt keskenduti põnevate pindade ja mooduste katsetamisele, kuid meie Tammega nägime selles tehnikas juba 2018. aastal potentsiaali valmistada rõivaesemeid. Uurisime sealjuures tehnika võimalusi ehitada rõivaid ühes tükis ilma õmbluseid kasutamata.

Käsitöövahendite arendamisel lähtub Pajupuu kasutusmugavusest, teostatavusest ja kliendisõbralikust hinnast. MultiWeave töövahendeid arendatakse koostöös puutöömeistri Ahti Parijõgiga (Sujuri OÜ), kellel on teadmised ja kogemused käsitöövahendite valmistamisest ning laserlõikuspingid. Tavaliselt saadab Pajupuu oma mõtted Adobe Illustratori programmis tehtud jooniste näol Parijõgile. Ühiseid kokkusaamisi on harva, kuid läbi Interneti proovitakse vastastikku ideid täiendades jõuda parema tulemuseni. Tänapäevaks on ühine koostöö viinud kolmanda tooteversioonini (vt foto 5), mida kasutavad mitmed kunstnikud, tudengid ja õppejõud.³⁰

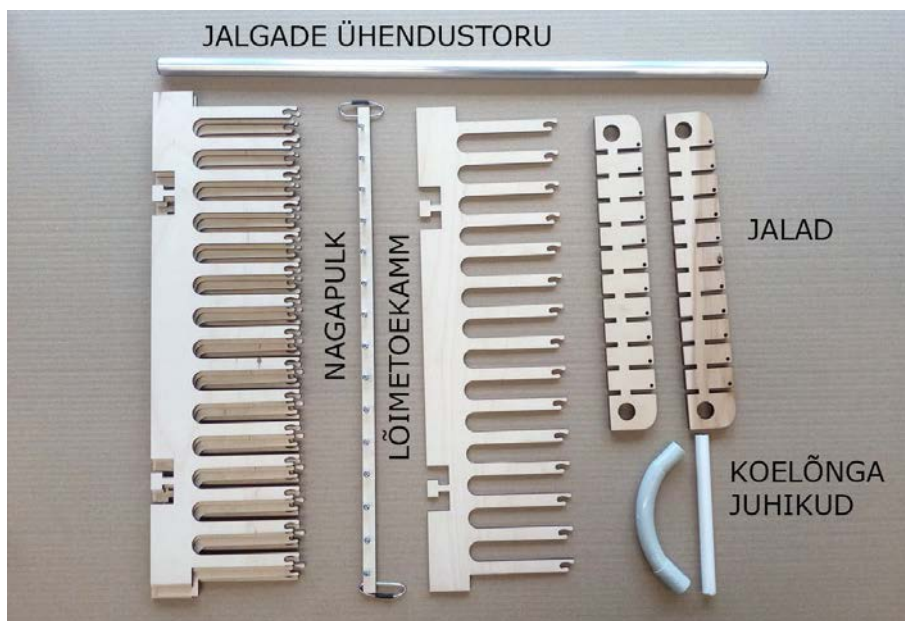


Foto 5. MultiWeave käsitöötöehnika töövahendid. Foto: Kadi Pajupuu.

²⁹ Pajupuu, Intervjuu, 2022

³⁰ Pajupuu, Intervjuu, 2022

2021. aastal valminud vineerist laserlõigatud käsitöövahendil on lõimetugede edasiarendusena ühendatud lõimeridade toed ehk lõimetoekammid, mis muudavad lõimevedamise kiiremaks. Lõimede vedamiseks valmis ajutiselt lõimetoekammi külge liidetav nagapulk kruvipeadega, mida kasutatakse lõimede rakendamiseks. Kui lõimed on veetud, kootakse ümber lõimetugede fikseerivad read ning eemaldatakse nagapulk. Nagapulga ajutisus on oluline, sest statsionaarne nagade rida kammil muudaks kootud materjali eemaldamise kammidelt keeruliseks.³¹

MultiWeave käsitöötetehnika tekitas nii mõnelegi 2022. aasta näitusel „Kasvatatud / Grown“ osalenud tudengile soovi katsetada lisaks tehnikale ka oma vahendi ehitamist. Näiteks demonstreeris Andrea Martha Teesaar 3D-prinditud detaili (vt foto 6a), mille abil on võimalik MW kamme nurkade alla asetada. Lisaks katsetas Teesaar painutatavate lõimetugede efekti kanga loomisel (vt foto 6b). HDK-Valandi vilistlane Emilia Elfvik uuris MultiWeave tööriista põhjalikult ning ehitas enda tööriista papist ja grilltikkudest.³²



Foto 6a, 6b. 6a: 3D-prinditud poolkera-kujuline alus kammidele, 6b: painutatavad pikendused lõimetoele. Fotod: Lisette Laanoja.

³¹ Pajupuu, Intervjuu, 2022

³² Sandgren, H. *Students Part of a Research Project on Weaving*. Kasutamise kuupäev: 23. 05 2022.

Allikas: <https://www.gu.se/en/news/students-part-of-a-research-project-on-weaving?fbclid=IwAR1GqRzP7qh0MrLQWzH9Qf3RJA4cKUDUNt2B4LBGt6hCbEQwWYjBALwCVgQ>

1.5.3. Eestikeelne termin sõnale MultiWeave

Käsitööt tehnika laialdasem levik ja uudne käsitöövahendi tootmine ning müümine on kasutajates tekitanud küsimusi tehnika nimetuse kohta. Mitmed käsitöölised on tundnud vajadust tehnika eestikeelse nime järele. Pajupuu soovib kasutada omasõna “multiveevimine”. Eestikeelse termini vajadus avaldub eelkõige selles, et eesti keeles on raske eristada kudumise erinevaid versioone. Kudumisega seostub sageli silmuskudumine. Silmuskoelist materjali saab kududa nii käsitsi varrastel kui silmuskudumismasinal, kuid kudumise terminit kasutatakse nii kangastelgedel loodud kanga tegemiseks kui ka muude samalaadsete teostusviiside kirjeldamisel – näiteks gobelääntehnika puhul.³³

MultiWeave tehnikat ja tulemust tähistaks MultiWeave sõna asemel *multiveev* ning tegusõnana saab kudumise asemel kasutada *multiveevima*. Sõnaga *veevimine* on Kadil isiklik seos, tema ema oli tuntud tekstiilikunstnik Veevi Pajupuu (1929–1992) ning tütre leiutatud tehnika võiks auga kanda ema nimele sarnast terminit. Eesnimi Veevi sarnaneb ka inglise keelsele sõnale *weave*, mis tõlkes tähendab kudumist.³⁴

1.6. Tehnika võimalused ja tulevik

MultiWeave tehnikas kolmemõõtmeliste tekstiilstruktuuridega kudumisega on tegeletud juba 2016. aastast. MultiWeave automaatsedame prototüübist on arenenud välja käsitööt tehnika ja vahendid, millega kududa. Tehnika hetkeseisu demonstreerivad kõige paremini tööd rahvusvaheliselt näituselt „Kasvatatud / Grown“, kus tudengid, õppejõud ja kutsutud kunstnikud testisid MultiWeave tehnika piire ja arendasid uusi struktuuri loomise võimalusi. Osa töid oli inspireeritud MW võimalusest kasvatada tekstiilstruktuure erinevas suunas fotol 7. on näha mõned orgaanilise vormi katsetused (Maria Pilm, Moira Nilsson).

³³ Pajupuu, Intervjuu, 2022

³⁴ Pajupuu, Intervjuu, 2022

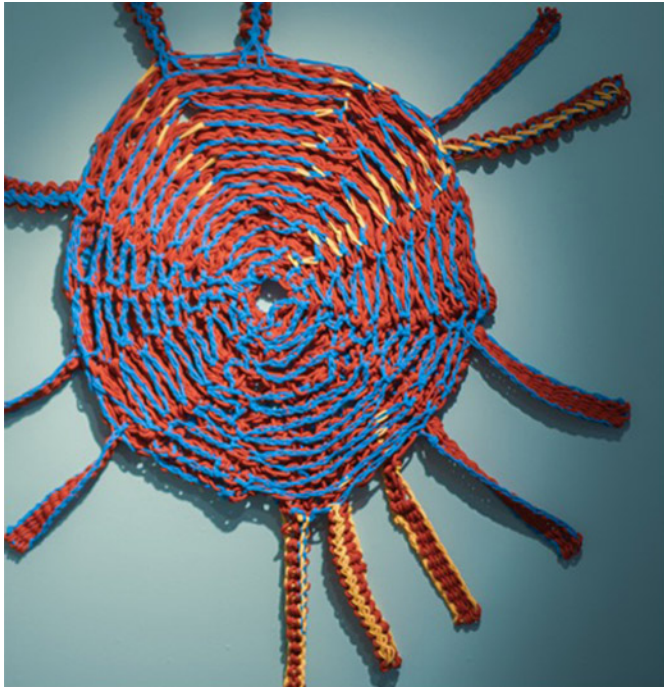


Foto 7. Orgaanilised vormid näituselt Kavatatud /Grown. Maria Pilm. Moira Nilsson. Fotod: Lisette Laanoja.



Foto 8. Korrapärased struktuurid näituselt Kasvatatud / Grown. Emilia Elfvik. Marilyn Piirsalu. Fotod: Lisette Laanoja.

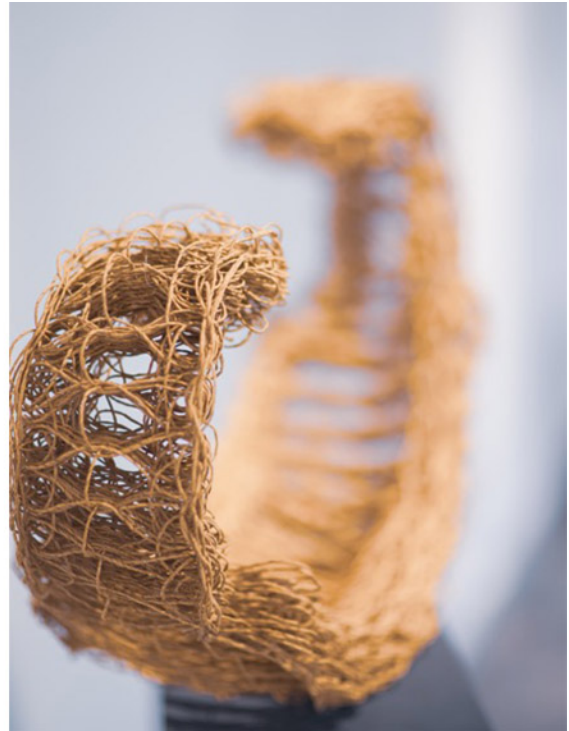


Foto 9. Erinevad materjalikatsetused traadi ja pabernööriga. Una Valtere. Ginta Kristjansone. Fotod: Lisette Laanoja.

Fotol 8. on näha, kuidas mõned autorid rõhutasid MW struktuurseid omadusi, ruumilist pitsilisust, kus tööde visuaal oli kantud korrapärasest (Emilia Elfvik, Marilyn Piirsalu). Elise Westin demonstreeris oma töös „Ruudu lahustamine“, kuidas korrapärasena loodud MW struktuur võtab tugede eemaldamisel kuju, kus näiliselt kaootilises lõngapusas võib eristada sisemist korrapära. Mitmed tööd uurisid MW objektide skulpturaalseid omadusi ja teistsuguseid materjale (vt foto 9). Näiteks Una Valtere kodus oma töö vasktraadist, Ginta Kristjansone ja Arabella Lippur kasutasid vormi saavutamiseks pabernööri. Maarja Kaasiku “Pesa” oli multiveevitud paberteibist.

Näitusel eksponeeriti lisaks minu ja Liisi Tamme WEawe kollektsioonile veel MW tehnikas loodud rõivaesemeid teistelt autoritelt (India Kiisler, Liisi Anderson, Laura Lindström). MW struktuuri kasvamist vildipinnast demonstreerisid Kadi Pajupuu tööstusvildist tööd ja minu käsitöövildist kapuutsiga vest Samblik. Olga Hoch näitas viisi, kuidas korrapärase MW struktuuri element saab koos hoida vabalt voogavat materjalimassi. Nii oli näitusel esindatud (tekstiili) installatsioon, skulptuur, reljeef kui ka moekunsti ambitsiooniga rõivaesemed.

MW tehnikas loodud konstruktsioonide õhulisus, pitsilisus on tingitud lõimetugede ehitusest ja nende paiknemise viisist üksteise suhtes – paratamatult tuleb arvestada, et ajutiste jäikade tugede eemaldamisel kangast, jäävad materjali tühimikud. Tegija saab õhulist struktuuri materjali visuaalse omapärana rõhutada, kui kasutab mõnevõrra jäika koematerjali (traat, pabernöör), mis jätab lõngajooksud loetavaks. Teine viis hõredust ületada, on kasutada struktuuri ehitamisel villaseid materjale, mida saab vanutades tihendada.

MW teoste puhul on tervitatavad need suunad, mis ei proovi kopeerida struktuure, mis ka tavapärase kangakudumisega saavutatavad, vaid kasutavad ära just selle tehnika võimalusi luua ruumilisi, skulpturaalseid ja orgaaniliselt kasvavaid vorme. Tulevikus on tehnika leiutajal mõttes arendada viise, kuidas kasutada mitmeharulisi koelõngavedajaid ja testida lõimeaasade ühendamise mehhaniseeritud viise masina aretamise suunal, aga suuremat energiat soovib ta suunata käsitöövahendi levitamisele.³⁵

³⁵ Pajupuu, Intervjuu, 2022

2. TEHNIKA- JA MATERJALIKATSETUSED

Selles peatükis annan lühiülevaate oma eelnevate kogemuste kohta MultiWeave tehnika ja vildiga töötamisel. Reljeefse viltkanga loomise peatükis arendan viisi, kuidas luua reljeefsed viltkangad MultiWeave käsitöötehnikat ja eelnevalt loodud materjali ühendades. Eesmärk on jõuda tehnika võttestikuni, milles loodud kangad annaksid omavahel seotud elementidest koosneva orgaanilise tulemuse. Katsetuste käigus dokumenteerin tööproovide protsessi ning peatüki lõpus analüüsin katsete tulemusi.

2.1. Eelnev kogemus MultiWeave tehnika ja käsitöövildiga

Lõputöös uuritava reljeefse viltkanga loomise juurde olen jõudnud mitme projekti koosmõjul. Järgnevalt annan lühikese ülevaate tehtud projektidest, mis mind antud lõputööni on juhatanud. Minu kogemus MultiWeave tehnikaga jõuab tagasi aastasse 2017., mil Pallase tekstiiliosakonna erialaaines „Struktuur ja materjal“ tutvusin esimest korda MultiWeave tehnikaga. Juba toona oli tehnika minu jaoks põnev ja väljakutseid pakkuv. Tegelesime kursusega tehnika avastamise ja uute tekstiilstruktuuride katsetamisega. Sel ajal oli MultiWeave veel väga uus ning kindlad tööjuhised puudusid. Kursuse käigus tehtud töid eksponeeriti näitusel MYTH. 2018. aasta sügiseks valmistasime Liisi Tamme ja Marge Allikuga disaini- ja arhitektuurikoolide väljapanekule Disainiööl puuvillasest nõörüst skulpturaalsed vormid. Näituse jätkuna arendasime 2019. aastal veel struktuure edasi ning osalesime Poolas toimunud noortele suunatud tekstiilikunsti triennaalil.

Varasemalt keskenduti põnevate skulpturaalsete vormide loomisele ja katsetamisele, kuid meie Liisi Tammega nägime selles tehnikas potentsiaali valmistada rõivaesemeid. 2019. aasta kevadeks valmis moekollektsioon **WEAWE** (*We weave* – me koome), mis osales ERKI moeshowl. Kollektsioon annab MultiWeave tehnika edasiarendusena võimaluse valmistada rõivaid uudsel meetodil, luues vorme, kus ei ole kasutatud õmblusi. WEAWE kasutab suuri tekstuure ja mahulist materjali (Haine paelavabriku nõörid), mis ühendab skulpturaalse vormi kaasaegse disainiga (vt foto 10).



Foto 10. Moekolleksioon WEawe. 2019. Fotod: Getter Raiend.



Foto 11. RÜÜRuum koostöös Liisi Tamme ja b210 arhitektidega. 2021. Fotod: Riina Varol.

Minu esimene suurem kokkupuude käsitöövildist rõivataolise eseme valmistamisel on koostööprojekt **RÜÜRUM** (vt foto 11), mille idee autorid on arhitektuuribüroo b210 arhitektid ning kogu disaini ja teostuse taga seisame mina ja Liisi Tamm. RÜÜRUM valmis aastal 2021. tuleviku utoopiaid kujutavale Arhitektuurimuseumi 30. aasta juubelinäitusele „Majad, mida me vajame“. Oma vormilt on RÜÜRUM saanud inspiratsiooni türgi karjuse keebist *kepenek*. Kasutasime ürbi valmistamisel kohalikust lambavillast eelvilte, mis valmisid koostöös Hallimäe talu perenaise Olivia Tilliga. Suurim väljakutse selle projekti teostamisel oli valmistada 2x2 meetrit suur vildipind ilma õmbluseid kasutamata.



Foto 12. Teos Samblik näitusel Kasvatatud / Grown. 2022. Fotod: Lisette Laanoja.

Samblik (vt foto 12) on teos, mis valmis 2022. aastal MultiWeave'i rahvusvahelisele näitusele Kasvatatud / Grown. Inspiratsioon pärineb samblikule iseloomulikust võimest eksisteerida koos teise organismiga. Nii nagu samblikud moodustavad puudel, kividel või maapinnal eri kuju ja värvusega talluseid ehk kehasid, ühendab teos „Samblik“ MultiWeave tehnikas loodud pinnad vildiga. Teose valmistamisel on kasutatud projektist RÜÜRUM järele jäänud vilditükke. Multiveevitud struktuuri abil on püütud edasi anda üheaegselt

ebakorrapärasest kuid orgaanilist liikumist, mida iseloomustavad muutlike kõrgustega elemendid, mis eenduvad aluspinnast ja loovad üksteisega seotud struktuure.

2.2. Reljeefse viltkanga katsetused toetatud lõimetugede abil

Praktiline töö koosneb kahest etapist, mis on jagatud erinevatesse peatükkidesse. Esiteks arendan oma viisi MultiWeave tehnika kasutamiseks ajutiselt toetatud lõimetugede abil reljeefse pinna loomiseks eelnevalt valmistatud materjalile. Katsetuste eesmärk on luua võttestik, mille abil jõuda reljeefse viltkangani, kus MultiWeave struktuurid sulanduvad kangaga ning moodustavad orgaanilise terviku. Tõstatan hüpoteesi, et ajutiselt toetatud lõimetugede abil on võimalik luua reljeefne pind, kus eelnevalt valmistatud materjal ja MultiWeave tehnikas kootud struktuur moodustavad ühtse kihilise viltkanga. Eksperimenteerin struktuuride üleminekuga hõredamast tihedamasse, eesmärgiga saavutada materjal, mis oma olemuselt sobib rõivakangaks. Lõpptulemusena ootan tihedaid ja vormihoidvaid kangaid. Töö käigus dokumenteerin tööproovide vanumiskatseid, mille tulemused asuvad tabelis Lisa 1.

Katsetused on jagatud kolme suuremasse rühma aluskangaste järgi:

1. plaatviltimismasinaga valmistatud vilt
2. kangastelgedel kootud kangas
3. kraasvilla kihtidest märgvilditud käsitöövilt

Materjali ja tehnika juures uurin erinevaid võimalusi kangapinnale reljeefse saavutamiseks MultiWeave tehnikat kasutades, eelkõige huvitavad mind ümarad ja voolavad vormid, kuid üldise materjali loomise tehnika leidmiseks katsetan ka teisi variante.

2.2.1. Käsitöövildi seletus

Vilt on traditsioonile materjal, mis kuulub mittekoatud materjalide rühma. Villa muutmisel vildiks on kasutusel kaks protsessi viltimine ja vanutamine. Viltimine tähistab villakiudude omavahelist segunemist ning mehhaanilise töötlemise (rullimine, hõõrumine, torkimine) ajal toimuvat fikseerumist, kus kiud ühendatakse ilma kudumata või põimimata. Viltimisel

kasutatakse erineval määral vett. Vanutamise all mõeldakse kanga tihendamise eesmärgil toimuvat villase lõnga, kanga või vildi mehhaanilist ja termilist järeltöötlemist soojuse ja niiskuse abil.³⁶

Vanutamisel töödeldakse villa happelises või aluselises lahuses. Vanumisomadusi mõjutavad mitmed tegurid: kiu pinna ehitus, elastsus, kiu läbimõõt ja pikkus, villakiu säbarus, villarasva ja niiskuse sisaldus ning vanutamisel kasutatud abiained, veetemperatuur ning mehaanilise töötamise kestvus ja intensiivsus. Vanutamisel tõmbub materjal kokku ja muutub paksemaks, tihedamaks ja hargnematuks. Protsessiga antakse rõivakangale parem tuulekindlus ja soojapidavus, mis on pealiskangaste olulised omadused.³⁷

2.2.2. Plaatviltimismasinaga valmistatud vilt

Katsetustega alustasin juba 2021. aasta sügisel Pallase erialaaines Projektipraktika, kus tegelesime rahvusvahelise MultiWeave näituse „Kasvatatud / Grown“ tarbeks uute käsitöövahendite testimisega. Teadsin, et oma lõputöös soovin tegeleda struktuursete viltide loomisega ning juhendaja ettepanekul proovisin eelviildile uue kihi saavutamiseks kasutada multiveevimist.

Katse 1. Kasutasin katse tegemiseks eelmisest projektist järele jäänud vilditükke, millele lõikasin kontrollitud kohtadesse umbes 1,5 cm suurused augud, et hiljem sealt lõimetoed koos eelnevalt loodud lõimede ja kinnitusriidadega läbi lükata. Villase lõngaga multiveevimine jätkus vildipinnal seni kuni saavutasin piisava kõrguse (vt foto 13). Lõngaga vildipinnale veevitud kujutised ei täitnud materjali ühtesulamise osas minu ootusi mistõttu proovisin seda pesumasinas vanutada. Peale 2x40 minutit pesutsükliprogrammiga Normal 40° C ei vanunud villane lõng siiski piisavalt ning lõimetugede jaoks eelviildi sisse lõigatud avad suurenesid.

³⁶ Kallam, L., Tomasberg, L., & Veskimägi, L. (2010). *Taasleitud Vilt*. Tallinn: Ajakirjade Kirjastus, lk 37-38

³⁷ Nool, S. (2019). Villa töötlemise võimalused Eesti villavabrikutes. Eesti päritolu lambavillast lõnga testimine ja kasutamine silmuskoelise toote loomisel. rmt: *Kõrgema Kunstikooli Pallas toimetised nr 21*. Tartu, lk 35



Foto 13. Katse 1. Tööprotsess. Kaks paralleelset lõimetoekammi lõimeasadega on torgatud läbi vildi, koelõngaks on hall villane lõng. Vasakul proov vanutaatud kujul.

Katse 2 tegemisel lisasin villase lõnga juurde ka heidelõnga, et proovida koeridade paremat vanumist. MultiWeave struktuuride katsetamisel huvitasid mind ümarad elemendid. Väljakutse oli saavutada ring, sest multiveevimise töövahendid on jäigad 4 mm paksusest vineerist laserlõigatud lõimetoekamid, mis ei paindu soovitud kujundisse. Kasutasin veevimiseks lühemaks saetud lõimetoekamme ning läbi raskuste ja pinges kanga venitamise jõudsin soovitud ümara kujuni. Lisaks vildipinnale reljeefsuse saavutamisele katsetasin vildipinnast eenduva pinna loomisega, kus üks lõimerida kinnitub vildile ning ülejäänud struktuur on iseseisev.



Foto 14. Katse 2. Parempoolsel pildil on näha alusvildi vanumine tumedamaks kui multiveevitud struktuur.

Vanumise osas täitis katse oma eesmärgi – koematerjali kihid vanusid ühtlaseks struktuuriks. Fotol 14 on näha, et multiveevitud ümarad vormid on vanunud, kuid alusvilt muutus peale vanumist tumedaks, sest tume vill tuli vanumise käigus heledast pinnast rohkem esile. Proovide tegemisel on kasutatud olemasolevaid materjale, seega ei ole värvide erinevus oluline. Siit proovist saan kaasa võtta teadmise, et lõpptulemuse ühtse pinna saavutamiseks tuleb kasutada sama värvi alusmaterjali, villast lõnga ja heiet. Ümarate vormide saavutamine on võimalik, kuid vajab teostuse lihtsuse huvides painutatavaid lõimetoekamme. Vildipinnast eenduva struktuuri tegemisel saab katsetada ühe vildipinnale kinnituva rea asemele suuremat kinnitusriidade arvu, et vildipinnast väljuvate lõimede jooksud ei oleks ainukesed, mis alusmaterjali ja eraldiseisvat materjali ühendaks.

Katse 3. Katsetasin kapuutsi kudumist lõikesse nii, et pool kapuutsi on tehtud vildist ja ülejäänud MultiWeave tehnikas. MultiWeave tehnika võimaldab muuta kudumise ajal suunda ja juba olemasolevast struktuurist lõimetoed läbi lükata nii, et ei teki õmblusi. (vt foto 15). Lisaks lõikesse kudumisele katsetasin vildipinnale ümarate vormide loomist. Mind huvitasid varieeruva kõrgusega sõõrjad vormid, mis tekitaksid omavahel orgaaniliselt voolava pinna. Valmis kapuutsiga vest. Tulemus on näha fotol 12, peatükis 2.1.



Foto 15. Katse 3. Tööprotsess – kapuutsi kudumine.

2.2.3. Kangastelgedel kootud kangas

Tekstiiliõpingute jooksul olen omandanud erinevaid kangaloomise tehnikaid ning toetudes varasemale kogemusele otsustasin proovida aluskanga loomist telgedel, teadmisega, et kootud kanga vanutamisel on võimalik saavutada pealistrõivaks sobiv viltkangas.

Kangakudumine toimus juba rakendatud telgedel umbes kaks meetrit pikal lõimelõpul. Kõik aluskangad on kootud hõredas labases koes. Kanga pinnale on jäetud kontrollitud kohtadesse koeaasad pärilpõimetehnikas (vt foto 16). Selle tehnika kasutamisel tekivad kanga pinnale korjatud kirjakoelõngadest reljeefsed aasakesed. Soovitud tiheduse ja pikkusega aasad korjatakse korjamispulgale, mis peale mitme taustarea kudumist aasadest välja tõmmatakse.³⁸ Mina kasutasin kudumisel 10 cm kõrgust šablooni koeaasade soovitud pikkuse saamiseks, kuid ei korjanud neid eraldi pulgale.



Foto 16. Katse 4. Kudumine kangastelgedel pärilpõime tehnikas, kontrollitud kohtades koeaasad. Parempoolsel pildil on MW lõimetoekamm lükatud läbi kanga aasu toestama.

Järgnevad tööproovid on teostatud kangastelgedel kootud villasele hõredale kangale, kus kangapinnale jäetakse kudumise ajal kontrollitud kohtadesse koeaasad, mis MW struktuuri loomisel muutuvad lõimeaasadeks (vt foto 16). Ühtlasema ilme saavutamiseks järgnes vanutus pesumasinas.

³⁸ Kelpman, 2016, lk 135

Katse 4 oli esimene sellelaadne proov, kus telgedel kootud kangale lisasin MultiWeave kihi. Fotol 16 on näha, kuidas lõimetoed on lükatud läbi kanga. Tehniliselt selline viis keeruline ei ole, sest villane kangas on kootud väga hõredas koes, mis tagab teoorias ka parema vanumise.

Pärilpõimetehnikas kangale tehtud koeaasadest said MultiWeave struktuuri kudumiseks lõimed. Katses 4 proovisin luua jämeda kraasvilla riba ja lõngaga multiveevides kanga peal looklevat lisakihti (vt foto 17a).



Foto 17a, 17b. Katse 4. 17a: MultiWeave'itud detail. 17b: kangas peale vanutust.

Kangapinna ja MultiWeave struktuuri ühtlustamiseks vanutasin proovi ilma eeltötluseta pesuprogrammiga Mild 40° C, 38 minutit. Peale vanutust muutus MultiWeave struktuur pitsiliseks ja taustakude tõmbus tihedamaks (vt foto 17b). Proovi puhul on keeruline hinnata kihtide segunemist ja reljeefse viltkanga orgaanilisust erinevate (hallid, valged) taustalõimede tõttu. Ideaalis võiksid tasutakude, lõimed ja MultiWeave struktuur olla samas toonis, mis muudaks ilmet oluliselt puhtamaks ja terviklikumaks.

Katse 5 teostas in eesmärgiga luua koelõnga erineva liikumisjoonisega ja koekihtide muutliku kõrgusega ringikujulist struktuuri, mis peale vanutamist vormi hoiaks. Kasutasin ringide tegemisel sarnast loogikat, mis katses 2, kus kangapinnast kasvavad välja sõõrjad

vormid. Viltimisel soovitatakse vajadusel enne pesumasinas töötlemist vorme käsitsi töödelda kuuma vee ja seebiga. Tugeva vormi saavutamiseks hõõrusin ringe näppude vahel ning rullisin proovi puuvillase kanga sisse. Kangasse mässitud proovi vanutasin pesuprogrammiga Mild 40° C, 38 minutit. Katse ei andnud soovitud tulemust, sest kootud vormid ei kasva kangast välja, vaid meenutavad pigem kangale õmmeldud heegeldatud lillekesi.



Foto 18. Katse 5. Detail enne ja pärast vanutamist.

Katse 6 eesmärk oli kududa varieeruva kõrgusega MultiWeave struktuure. Struktuuri kõrgusena käsitleti z-telje suunalist materjali kasvamist, mis tuleneb koelõngakihtide arvust. Kõrguse erinevust on võimalik saavutada erinevaid lõimegrupe haaravate koeridade hulga järk-järgulise suurendamisega. Fotol 19a on näha, kuidas osa lõimi on haaratud väiksema arvu koelõngadega. Vanumiskatse teostasid pesuprogrammiga Mild 40° C, 38 minutit. Koekihid on peale masintöötlemist kokku vanunud ja pinnakatsetuse muudavad huvitavaks kangast eenduvate vormide lõimeasadest tekkinud jooksud (vt foto 20), mis rõiva disainimise juures võiksid toimida dekoratiivse efektina.



Foto 19. Katse 6. Vasakpoolsel fotol on näha kuidas vasakul asetsevad lõimed on juba naaberlõimega ühendatud, parempoolsete lõimede ümber kudumine jätkub. Parempoolsel fotol on näha ühendatud lõimeread.



Foto 20. Katse 6. Pärast vanutamist

Katse 7 eesmärk oli katsetada omavahel seotud osadest koosneva elemendi loomist, kus rombikujulised moodulid moodustavad ühe pika mustrijooksu – reljeefselt eenduva vormi. Antud juhul on multiveevitud osa puhul kasutatud aluskangaga sarnaseid värvi toone ning tulemus annab aimu kuidas ühevärviline pind mõjutab orgaanilise terviku loomist (vt foto 21).



Foto 21. Katse 7. enne ja pärast vanutust

2.2.4. Kraasvilla kihtidest märgvilditud kangas

Kolmandas viltkanga loomise variandis katsetan villaloori kihtide lisamist lõimetugedele ja uurin lähemalt kuidas villalooriga viltides toimida. Varasemalt olen kokku puutunud rullimistehnikaga, kus vildipinna tihendamiseks rullisin mullikilele asetatud vilti roomatiga. Rullimistehnikat lähemalt uurides leidsin, et villaloori kihtide lisamisel üksteisega risti on võimalik luua täiesti tugev ja tihe vilt. Oluline on jälgida, et kihid tuleksid sarnase paksusega vältimaks ebaühtlast vildipinda kuhu võivad jääda augud ja läbikumavad kohad. Villaloorid tulevad vabrikust paksude vattidena, soovitatav on need harutada kolmeks-neljaks õhemaks kihiks.³⁹ Mind huvitab selle tehnika juures, kas kraasvillakihtide lisamine läbi ajutiste lõimetugede võimaldab luua tihedat kangast, mis moodustab koos MultiWeave struktuuriga reljeefse viltkanga ilma kangasse auke jätmata.

³⁹ Kallam, Tomasberg, & Veskimägi, 2010, lk 41-42

Katse 8 algas ajutistele lõimetoekammidele lõimede ja kinnitusridade loomisega, kus kõik lõimeread on omavahel ühendatud (vt foto 22a). Järgmise etapina planeerisin lõimetugede avad ning lõikasin pisikesed pilud, et lõimetoed läbi paksu villakihi lükata (vt foto 22b). Katse 8 valmis ilma villaloori kihte üksteisest eemaldamata.



Foto 22a, 22b. Katse 8 tööprotsess. 22a: lõimetoekammidele veetud lõimeread. 22b: Toestatud lõimetugede lükkamine läbi villakihi.

Peale villakihi lisamist lõimetugedele jätkus MultiWeave struktuuride kudumine villa pinnal. Esimesed vanumiskatsed masinas näitasid, et lõimetugedest jäävad alles augud, mis iga järgneva vanutusega suurenevad. See tähendab, et idee teostamiseks tuleb enne masinpesu villakihte töödelda rullimis- ja hõõrumistehnikas. Hõõrumistehnikat on hea kasutada lõimeasjade ja kanga liitekohtades. Pinda tuleb hõõruda seebiste ja märgade kätega ringjate väljaspoolt sissepoole liigutustega.⁴⁰ Probleemiks oli ka selle töövahendi versiooni lõimetoekammi piide jämedus. Loogiliselt peaksid peenemad lõimetoed jätma kangasse väiksemad augud.

⁴⁰ Kallam, Tomasberg, & Veskimägi, 2010, lk 49-50

Katse 8 puhul tegin esimesed vanutamiskatsed pesuprogrammiga Handwash 30° C, 2x25 minutit ja Mild 30° C, 30 minutit. Peale kolme vanutamiskatset oli kangas veel pehme ja auklik. Juba vanutatud proovi otsustasin jagada kaheks erinevaks katseks 8.1. ja 8.2. Lõikasin katse 8 pooleks, et proovida osi töödelda rullimis- ja hõõrumistehnikas.

Katse 8.1 puhul kodusin villakihile erineva kõrgusega korruseid, mis omavahel koeridadega ühendatud (vt foto 23a). Töötlesin juba vanutatud kangast veel kuuma vee ja seebiga rullimistehnikas – mullikilele asetatud proovi rullimine roomatiga. Lisasin töötlemise käigus veel õhukesi villakihte, mida kinnitasin kangale hõõrudes. Järgnes kaks masinpesu: Mild 30° C, 30 minutit ja lõpetuseks veel Mild 60° C, 38 minutit. Lõpetuseks tuli masinast välja väga tihe ja tugev viltkangas. Vildipind muutus iga pesukorraga ühtlasemaks, kuid säilitas siiski omanäolise reljeefi (vt foto 23b). Augud kangapinnast ei kadunud, kuid vildi tihkemaks vanumisel muutusid hoopis põnevaks pinnadekooriks.



Foto 23a, 23b. Katse 8.1. 23a: kudumisprotsess. 23b: detail pärast vanutust.

Toimisin katsega **8.2** veidi erinevalt. Esiteks lisasin huvi pärast proovile veel õhukese lisakihi villaloori (vt foto 24a), et katta eelmiste vanutamistega tekkinud augud. Katsedetaili eeltöötlesin samuti kuuma vee ja seebiga rullides ning masinasse asetasin proovitüki puuvillase kanga sisse mässitult. Vanutus toimus pesuprogrammiga Mild 30° C, 30 minutit

ja lõpetuseks veel Mild 40° C, 38 minutit. Võrreldes katsega 8.1 tuli 8.2 vildipind veidi õhem ja siledam (vt foto 24b). Peamine erinevus kahe katse vahel oli viimasena kasutatud pesuprogrammi temperatuur, madalama temperatuuriga jäi kraasvilla kihtidest vanunud pind siledam ja õhem.



Foto 24a, 24b. Katse 8.2. 24a: õhukese villakihi lisamine juba vanutatud proovile. 24b: detail pärast vanust.

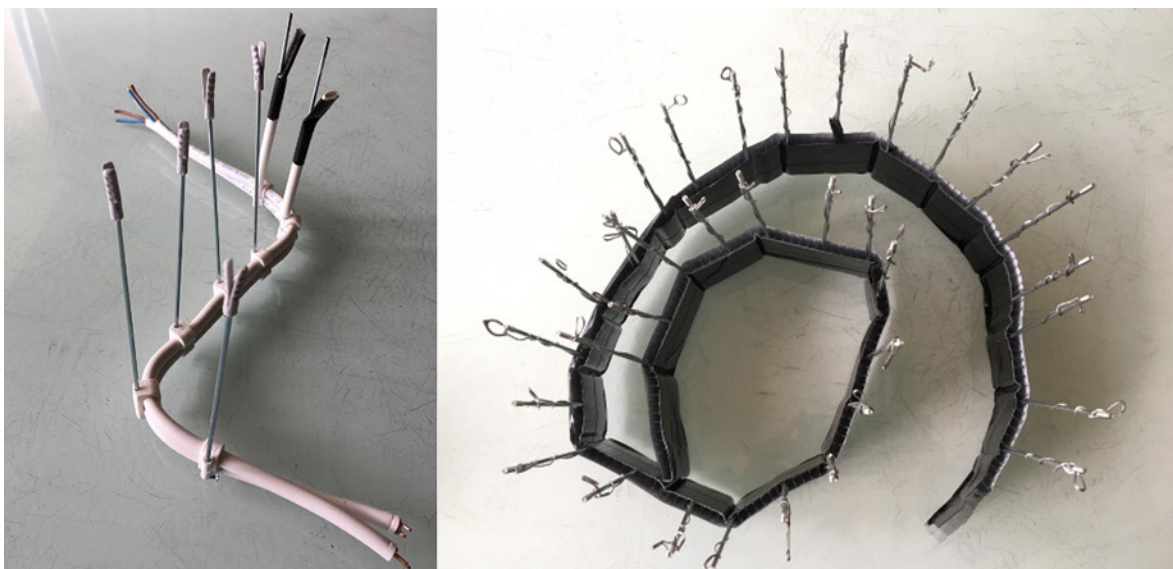


Foto 25. Painutatavad lõimetoekammid. Vasakul: kammi painduvuse tagab kahe elektrikaabli kasutamine, kuhu kaabliklambritega on kinnitatud 2mm vardast piid. Versioonil on ülemise lõimeaasa toestamiseks kasutatud tüübleid ja teibiga tugevdatud pabertoru. Parempoolsel versioonil tagab kammi painduvuse kihtplastiku riba. Ülemine lõimeaas on moodustatud ümber varda keeratud traadist. Fotod Marilyn Piirsalu

Katsetuste käigus tundus siiski, et ümarate vormide kudumiseks on tarvis lõimetusid, mis painduksid soovitud asendisse. Konsulteerides juhendaja ja tehnika leiutaja Kadi Pajupuuga arendasime koostöös minu soovide, tema teadmiste ja oskustega painutatava kammi prototüübi. Kadi valmistas kaks varianti lõimetoekammidest – esimene koosnes elektrikaablitest, rattakodaratest, tüüblitest, teine kihtplastikust ribast, rattakodaratest ja traatidest. Lõimetusede samm oli ka painutatavate kammide puhul sama, mis jäikadel kammidel.

Katse 9 käigus proovisin uut painutatavat lõimetoekammi, mille painduvuse tagavad elektrijuhtmed. Uued kammipiid on laserlõigatud vineerpiidest peenemad, mistõttu jääb kangasse pisem auk. Painutatav lõimetoekamm andis mulle võimaluse moodustada ringkujulisi vorme palju kiiremini ja lihtsamalt (vt foto 26). Eriti hea boonus selle lõimetoetu juures on võimalus kammipiisid eemaldada, mis hõlbustab erisuuruste kujundite valmistamist.



Foto 26. Katse 9. Painutatava lõimetoega ringide kudumine.

Katse käik: esimese sammuna õhendasin villaloori kihid neljaks. Seejärel lõin painutatavale lõimetoekammile lõimed. Lõimetoed lükkasin läbi $\frac{1}{4}$ villaloorist. Kudumine jätkus villakihi peal, kui stuktuur oli valmis ühendasin lõimed omavahel ning eemaldasin kangast lõimetoed. Jätkasin uue ringi tegemist ning lisasin iga järgneva ringi tegemisel juurde ristuva villakihi, et iga ringi alla jääks vähemalt kahest ristuvast kihist kangas. Selline moodus võimaldab

järk-järgult kangapinda soovitud suunal kasvatada, sest elementide lõimed ei ole omavahel ühendatud (vt foto 27).



Foto 27. Katse 9. vasakul MultiWeave struktuur enne vanutamist. Paremal vanutatud ringidega viltkangas.

Valmis tööproovile teostas in eeltötluse rullimistehnikas. Seekord asetasin kanga lauale pahempidi, et proovi tagumisele küljele villaloori lisakihte rullida. Peale eeltötlust mässisin märja kanga puuvillase kanga sisse, ning asetasin masinasse pesuprogrammiga Mild 40° C, 38 minutit. Tulemuse lugesin õnnestunuks, sest ringid vanusid kangapinnaga üheks ning jätaavad mulje justkui kasvaks need orgaaniliselt pinnast välja. Rõivakanga kontekstis on ümarad vormid pisut liiga kõrged, aga tehnika katsetuse mõttes vastab tulemus soovitule.

2.3. Analüüs

Tööproovide etapis katsetasin kolme võimalust, kuidas ühendada MultiWeave tehnika erinevate aluskangastega nii, et need moodustaksid koos ühtse reljeefse viltkanga, mis hoiaks vormi. Probleemid, mis katsetuste tegemisel esinesid:

1. vineerist lõigatud lõimetagedest tekkisid kangasse augud
2. jäikade lõimetoekammidega on raske kududa ümaraid struktuure

3. materjalide värvitoonide erinevus mõjutab aluspinna ja multiveevitud struktuuri koosmõju
4. aluskangad koos multiveevitud osaga vanuvad sõltuvalt valmistamise viisist ja materjalikogusest erinevalt – ülerõivast on keeruline planeerida ühes tükis, mistõttu tuleb valmistada eelnevalt kangad ja need kokku õmmelda.

Katsetused näitasid, et ümarate ja vabade vormide teostamiseks on vajalik painutatav lõimetoekamm. Koostöös juhendajaga valmis vineerist laserlõigatud lõimetoekammi (pii ristlõige 4x12 mm) kõrvale elektrikaablist, kaabliklambritest ja tüüblitest painutatav lõimetugi, mille piide materjaliks metallvarras diameetriga 2 mm. Vanumiskatsed näitasid, et peenemad lõimetoed jätavad kangasse pisemad augud, mis pesumasinas vanumise käigus peaaegu nähtamatuks muutuvad.

Aluskanga iseloom mõjutab tulemust. Selgus, et telgedel kootud aluskangas ei viltu piisavalt vormihoidvaks ja tihedaks. Ehkki katses 6 on näha, kuidas multiveevitud kangapinnast eenduvad vormid vanusid põnevalt, siis telgedel kootud pind jääb hõredaks. Leian, et villaloori järk-järguline lisamine MultiWeave struktuuridele annab soovitud tulemuse. Rõivaste loomisel kombineerin kahte viisi ning kasutan lisaks veel vanutamata eelvilte. Ülerõiva planeerimisel tuleb arvestada, et kangad võivad tõmbuda vanumise käigus kokku kuni 50% ning viltimise juures on pea võimatu saavutada iga kord sama tulemust. Materjalide osas on ühtsema ilme saavutamiseks mõistlik valida samas värvitoonis kraasvill, heidelõng ja villane lõng.

Materjali ja tehnika tööprotsessis seatud eesmärgid said täidetud – arendasin viisi, kuidas MultiWeave struktuuri ja aluskangast ühendades ja vanutusprotsessi kontrollides vanumisomadusi kasutades ja villast aluskangast ühendades on võimalik luua orgaanilisi kolmemõõtmeliste detailidega viltkangaid. Töös tõstatatud hüpotees, et ajutiselt toetatud lõimetugede abil on võimalik luua reljeefne pind, kus eelnevalt valmistatud materjal ja MultiWeave tehnikas kootud struktuur moodustavad ühtse kihilise viltkanga, leidis tõestust.

3. ÜLERÕIVA DISAINIPROTSESS

Peatükk annab ülevaate disainiprotsessi etappidest. Kirjeldab materjalivalikut, ülerõiva valmistamise protsessi ja viltkangaste inspiratsioonimaterjali. Peatükis esitletakse kihiliste ja asümmeetriliste ülerõivaste minikollektsiooni „I Have Never Felt Like This Before“, mis on valminud lõputöö jooksul välja arendatud töövõtteid kasutades.

3.1. Materjali valik

Antud lõputöö praktilise osa materjalivalikus on lähtunud soovist kasutada kohalikult toodetud värvilisi villaseid materjale. Kuna valdav enamus Eesti villavabrikutest toodab villast lõnga ja heiet naturaalses lambatoonides sai valituks Põhja-Eestis asuva Raasiku villavabriku (Aade Lõng OÜ) toodang (vt foto 28). Raasiku villavabrik on 50-aastane villatööstus, mille hoone on ehitatud spetsiaalselt villavabrikuks. See on Eesti suurim villavabrik, mis toodab 2-3 tonni lõnga ühes kuus. Raasikul kasutatav vill on üle 90% Uus-Meremaa päritolu, kuid kasutatakse ka kodumaistelt lambakasvatajatelt saadud villa, mida segatakse välismaise villa hulka.⁴¹ Saksamaal värvitud villast valmistatakse Raasikul kohapeal kraasvilla, lõnga ja heiet.⁴²

Raasiku villavabriku poes on müügil väga lai valik erinevates värvitoonides lõngu, heiet ja kraasvilla. Tegin värvivalikud saadaolevatest materjalidest ja kogustest lähtuvalt. Oluline aspekt värvide valikul oli sama värvitooni olemasolu nii villase lõnga, heidelõnga kui kraasvilla näol, sest materjalikatsetustest selgus, et reljeefid sulanduvad vildipinnaga paremini üheks sarnaste toonide kasutamisel. Valitud värvitoonideks on vanaroosa, roheline ja kollane ooker.

⁴¹ Nool, 2019, lk 18-20

⁴² Palts, R. Vestlus. Aprill 2022



Foto 28. Raasiku villavabrik. Vasakul: värvitud vill kraasimismasinas, paremal: valmis kraasvill.

Minu loodud viltkangaste kõrvale lasin osast kraasvillast valmistada eelvilditahvlid Karulas asuvas Hallimäe talus. Tööproovides tehtud katsetused näitasid, et eelvilditahvleid on võimalik kasutada aluskangana ning lisaks saab neid rakendada ülerõiva disanimisel suuremate pindade juures. Eelvilditahvleid valmistatakse plaatviltimismasinal mõõdus 90x120cm ning ühe plaadi tegemiseks kulub 500-700 grammi villa. Hallimäe talu perenaise Olivia Tilli aastatepikkusele viltimiskogemusele toetudes leidsime, et minu lõputööks sobiva eelvildi kaal võiks jääda 500 grammi kanti, et vilditahvlid tuleksid paraja paksusega (vt foto 29). Tilli sõnade järgi ei ole kahjuks võimalik veel õhemaid vilte teha, sest vastasel juhul hakkaksid viltimismasina plaadid üksteise vastu hõõrduma ning võivad kahjustuda.



Foto 29. Hallimäe talu plaatviltimismasinal tehtud eelvildid. Vasakul on äsja valminud eelvilt plaatviltimismasinal, paremal nõrguvad eelvilditahvlid.

3.2. Disainiprotsess

Disainiprotsessi eesmärk on materjalikatsetuste etapis välja töötatud võttestikega valmistatud viltkangaid rakendada ülerõivaste loomisel. Kasutan saadud viltkangaste omadusi ja iseloomu ideekavandite loomisel. Protsessi käigus asetan viltkangaid mannekeenile, et mõista materjali langemist ja vormihoidmist ning töötada välja ülerõivaste lõiked.

3.2.1. Vilditud ülerõivad

Pealrõivaste alaliigiks on mantlid. Mantleid kannavad nii naised kui mehed kas sooja, moe või mõlema huvides. Ülerõivast defineeritakse tavaliselt kui pikkade varrukatega ja avatud esiosaga pikka rõivast, millel on kinnituseks näiteks nõöbid, trukid, haagid, lukk või vöörihm. Erinevaid kinnitusviise võib ka kombineerida.⁴³

⁴³ FASHIONARY. (2017). Fashionary International Ltd, lk 40

Viltmantlid on erinevatest villastest rõivaesemetest ühed eriilmelisemad demonstreerides lõigete ja kaunistusviiside suurt mitmekesisust. Need kaitsevad kandjaid äärmuslike kliimatingimuste eest ja on olulised välisrõivad. Viltmantlite valmistamine on väga pika traditsiooniga ning see pärineb Aasia kultuurist. Ajalooliselt ei ole viltmantleid õmmeldud kokku erinevatest tükkidest vaid vilditud ühes tükis. Vilti on võimalik töödelda nagu nahka, sest see on samamoodi mittehargnev materjal.⁴⁴

3.2.2. Ülerõiva valmistamise protsess

Ülerõiva valmistamise protsess algas inspiratsioonimaterjali leidmisest. Kogu Pallase tekstiiliosakonnas õpitud aja olen leidnud end tihti puhkamas ja inspiratsiooni kogumas tulevasteks projektideks just looduses. Nüüd viis aastat hiljem oma fotogaleriid sirvides, tekkis mul ettekujutus loodustekstuure ja elemente ühendada lõputöö teemaga, milleks on reljeefsed viltkangad. Ülerõivaste juures alustasin inspiratsioonifotodele toetudes viltkangaste loomisest, püüdes MultiWeave tehnikas luua struktuure, mille teostamisel lähtun fotodele jäädvustanud elementidest, värvidest või tekstuuridest.

Järgmisena kasutasin nende materjalide omadusi ja iseloomu ideekavandite loomisel (kõik kavanditel olevad fotod on autori erakogust). Kuna lõputöös valmivad materjalid on eksperimentaalsed siis ei ole eesmärk luua igapäevaseks kasutamiseks mõeldud rõivaid, vaid eksperimenteerida materjaliga ja analüüsida protsessi käigus MultiWeave kangaste paiknemist pealiskangastel. Kogu tööprotsessi käigus asetan viltkangaid mannekeenile, et mõista materjali sobivust, painduvust, vormi eripära ja töötada välja ülerõivaste lõiked.

Järgnevalt tutvustan kolme ülerõiva valmimist alustades ideekavandist ning liikudes edasi detailsema tööprotsessi kirjelduse juurde.

⁴⁴ Burkett, M. (1999). *The Art of the Felt Maker*. Titus Wilson and Son, lk 31

Ülerõivas 1.



Foto 30. Ideekavand 1.

Esimese ülerõiva planeerimine sai alguse varrukast. Idee seisenes katses 2 (vt foto 14) teostatud vildipinna ja pitsilise multiveevitunud struktuuri ühendamises nii, et viimane juskui kasvaks vildist välja. Kahe pinna ühendamiseks kasutasin mitut tööriista – jäiku lõimetoekamme pitsilise pinna tegemiseks ning painutatavat lõimetoekammi, mille lükkasin läbi eelvilditahvli ning kudumine jätkus vildi pinnal. Valmis ühendatud struktuur kahe erineva lõimetoekammi kasutamisel (vt foto 31c).

Üks suuremaid mõttekohti oli vajaliku suurusega tüki saavutamine olemasolevate lõimetoekammidega. Antud varruka kudumisel kasutasin süsteemi, kus liitsin kuuest lõimetoekammist tehtud moodulid omavahel kokku – kasutasin selleks vildiribasid, mille lükkasin multiveevimise vahepeal lõimetoekammidest läbi (vt foto 31b), nii jäid

ühenduskohad tugevamad ning pinnale tekkisid efektsed vildist triibud. Kui struktuur mida kudusin, ei katnud tervet lõimeaasa tegin lõimede omavahelise ühendamise ajal lõimelõngale peale keeru (vt foto 31a), et selle pikkust vähendada ja lõimed hoiaksid struktuuri paremini koos.



Foto 31. 31a: lõime keerutamine. 31b: vildiriba lisamine jätkamiseks. 31c: kaks erinevat lõimetoekammi.

Peale varruka kudumist vanutasin seda 40-kraadise pesuprogrammiga 2x38 minutit, et saavutada vajalik materjali kokkutõmme. Mannekeenil varrukat proovides selgus, et see on siiski liiga suur ja raske, vajudes õlalt maha (vt foto 32a). Otsustasin teha täiendava 40-kraadise vanutuse, mis andis parema tulemuse ning varrukas tõmbus veel kokku.



Foto 32. 32a: varruka esimene proov mannekeeni. 32b: varruka õmblemine mantli külge. 32c: valmis varrukas.

Ülerõiva konstrueerimisel lähtusin varruka iseloomust ning jätsin lõike väga minimalistlikuks tasakaalu eesmärgil. Varruka õmblesin mantli külge tööstusliku õmblusmasinaga (vt foto 32b). Kahe vildikihi kokkuõmblemine osutus vildi pakuse ja jäikuse tõttu keeruliseks, ent tulemus jäi üllatavalt hea. Ristkülikukujuline vilditükk multiveevitud struktuuri küljes andis põneva kraelahenduse, mille ostustasin oma disaini sisse jätta (vt foto 32c).

Otsustasin töö käigus kasutada asümmeetriat ning tuua ühte ülerõivasse erineva funktsiooniga visuaalselt sarnaseid elemente, et näidata tehnika võimalusi laiemalt. Seega antud ülerõiva juures läksin edasi uue detaili loomisega. Ideekavandil 1. (vt foto 30) on näha puukoorest inspireeritud kangas, mille visuaal põhineb (nagu ka varruka puhul) ümaral struktuurilemendil. Painutatava lõimetoekammiga multiveevitud pinnale lisasin kihiti juurde kraasvilla (vt foto 33a), mis pärast kahte vanutustsükli 40-kraadises vees, võttis põneva vormi ning sobis taskuks (vt foto 33c). Ülerõivast on võimalik eest kinnitada metalltrukkidega.



Foto 33. 33a: kraasvilla kihid aluskangana. 33b: puukoore tekstuurst inspireeritud kangas enne vanutust. 33c: ülerõivas 1. multiveevitud tasku ja varrukaga.

Esimese ülerõiva valmimisprotsessi järel leian, et toote edasiarendusena on võimalik pealrõivas muuta väga kantavaks. Näiteks antud ülerõiva varrukas on efektina väga põnev kuid materjali paksus vähendab selle liikuvust. Kantava toote puhul sobib kasutada multiveevitud reljeefseid kangaid kohtades, kus need ei takista kandja liikumist.

Ülerõivas 2.



Foto 34. Ideekavand 2.

Teise ülerõiva planeerimist alustasin seljatüki valmistamisest. Sain pinna loomiseks inspiratsiooni ideekavandil 2. (vt foto 34.) vasakul olevast puutüvest, kus puutüve koor tekitab vaba ja orgaanilise mustri. Tahtsin multiveevitud struktuuri abil edasi anda seda juhuslikku liikumist. Tehnikaks valisin eelvilditahvlist läbi lükatud painutatavad lõimetoekammid, mille painutasin ümarateks mooduliteks. Mooduleid üksteise külge lisades kudasin vildi pinnale planeeritud kohtadesse umbes 5 rea kõrguseid vorme (vt foto 35a). Valmis multiveevitud eelvildi vanutasin masinas 40-kraadise 35 minutilise pesutsükliga. Tulemus oli ootuspärane ning multiveevitud osad sulandusid vildipinnaga üheks. Teise ülerõiva konstrueerisin pikendatud õlaga, et anda õlgadele kandilisem kuju ja muuta edasine varrukate planeerimine lihtsamaks, see tähendab, et varrukate lõige tuleb ristkülikukujuline.



Foto 35. 35a: painutataud lõimetoekammiga ümarate moodulite kudumine. 35b: vanutatud ülerõiva seljaosa. 35c: ülerõiva esiosa alumine kiht.

Seljatüki külge planeerisin juba enne vanutust kangapinnast eenduvad iseseisvad multiveevitud pitsilised struktuurid, mida kudusin kangapinnast väljaulatuvate struktuuride külge (vt foto 36a). Seljaosas rippudes tekitavad need lisakihi (vt foto 36b). Eenduvate osade õlale paigutamine muudab ülerõiva ilmet paisutades õlaosa (vt foto 36c). Lisaks annab see ruumiline detail esiosale juurde pitsilise kihi.

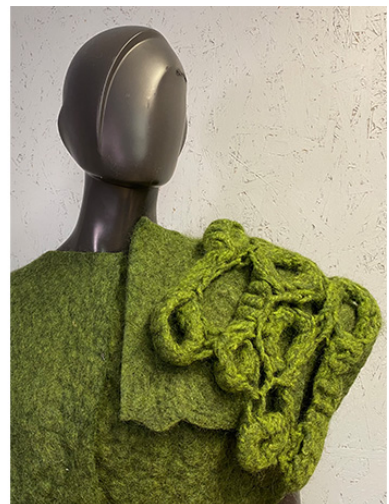


Foto 36. 36a: kangapinnast välja eenduvate sturktuuride kudumine. 36b: kangapinnast eenduv pitsiline lisakiht. 36c: pitsiline õladetail.

Järgmise etapina innustusin puutüvel oleva sambliku viisist kasvatada tüvele omanäoline kiht (vt foto 34, parempoolne foto). Kavandasin kangale pikisuunaliste muutlike kõrgustega vallide kaskaadi (vt foto 37a). Vanutus toimus masinas 40-kraadi juures 38 minutilise pesutsükliga. Materjali planeerisin varruka alumisse ossa detailiks (vt foto 37b). Teise varruka (vt foto 37c) konstrueerisin sama lõike järgi, mis multiveevitud detailiga varruka. Algselt plaanisin varrukale teha tagasipööratud osaga varruka, kuhu tekib juurde teine kiht, kuid see muutus liialt raskeks ning tundus liigsena. Ülerõiva kinnised on metalltrukid ning lisakihi saab eest kinni tõmblukuga.

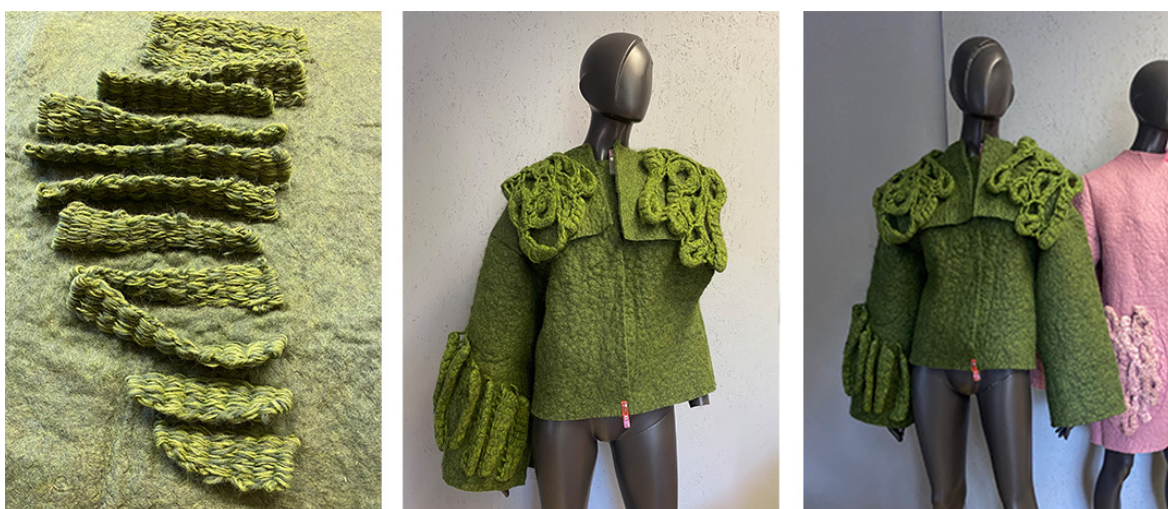


Foto 37. 37a: varruka detail enne vanutust. 37b: ülerõivas varrukaga. 37c: ülerõivas 2. enne viimistlust.

Ülerõivas 2. kasutasin hallile villale värvitud kraasvilla, mis vanub valge villa baasil värvitud villast kehvemini ning mille puhul on probleemiks vildipinnast eralduvad karvad. Põhjuseid on erinevaid, sest viltumist ja villa kvaliteeti mõjutavad villakiu peenus, pikkus, tugevus, venitatus, vetruvus, elstus, läige ja rasuhigi. Seega on keeruline välja selgitada, miks antud villatüüp jääb ebameid andma, aga näiteks võib halva vanumise põhjuseks olla pealisvilla kasutamine antud kraasvillas. Pealisvillakarvad on väga jämedad ning pikad (10-35 cm), kuid kõige parema, ühtlase ja tihke vildi saavutamiseks tuleks kasutada lammaste alusvillakarva, mille kiud on peened ja lühikesed (6-12 cm)⁴⁵.

⁴⁵ Kallam, Tomasberg, & Veskimägi, 2010, lk 23-26

Ülerõivas 3.



Foto 38. Ideekavand 3.

Kolmanda ülerõiva materjalide loomisel kasutasin eelnevate vabade reljeefide loomise kõrvale konkreetsemaid vorme. Lähtusin katsest 9 (vt foto 27), kus villakihtide lisamisel ringikujulistele vormidele tekkis sõõrjate reljeefidega viltkangas. Katsetasin samu sõõrjaid kujundeid kahele erinevale aluskangale.

Esiteks katsetasin villakihtide järk-järgulist lisamist lõimetugedest läbi ning kodusin villakihi pinnal kuniks saavutasin soovitud kõrguse (vt foto39a). Esimese vanutuskatse järel selgus, et lisasin villakihte vähe ning ei teostanud piisavat eeltöötlust enne masinasse panemist. Tulemuseks oli ažuurne viltkangas (vt foto 39b). Kuna kangas oli veel liiga habras ja auguline ning varasemad katsed näitasid, et järelvanutuse käigus lähevad augud veel suuremaks, siis otsustasin enne uut vanutamist auke väiksemaks õmmelda ning tegin

pisikesed pisted avade koomale tõmbamiseks. Eesmärk ei olnud täielikult aukudest vabaneda vaid vältida nende suurenemist. Pärast teist vanutust oli materjal rohkem vanunud. Valminud kanga iseloomu arvestades kasutasin seda ülerõiva külgpaneelina. (vt foto 39c).

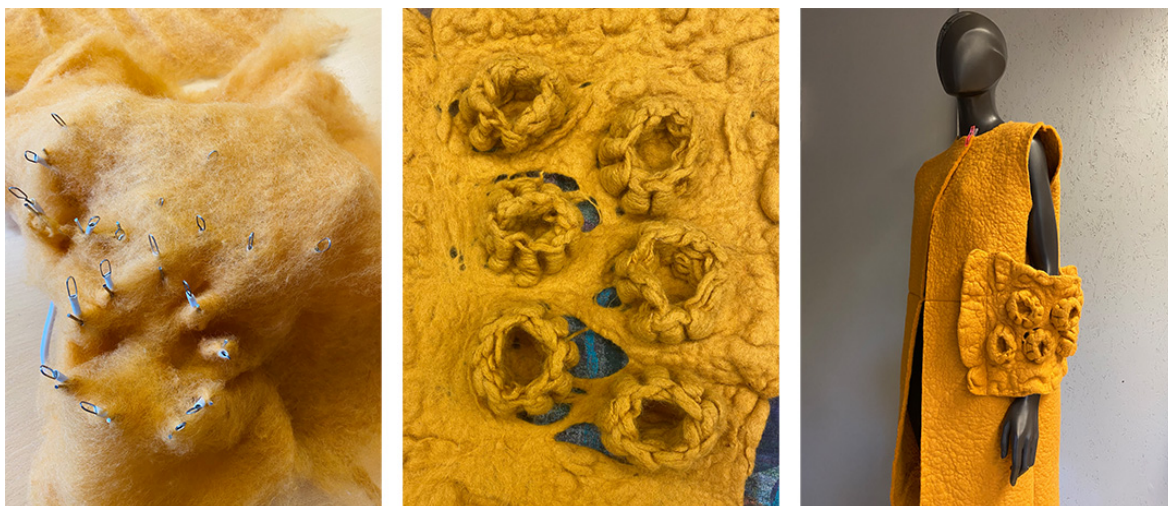


Foto 39. 39a: kanga tööprotsess. 39b: kangas peale esimest vanutamist. 39c: ülerõiva detail.

Kolmanda ülerõivana otsustasin luua ilma varrukateta pikema vesti, mille juurde konstrueerisin kapuutsi, mis on inspireeritud mesiniku mütsist. Mõlemad pealisrõiva osad toimivad ka eraldiseisvatena. Kapuutsi materjali valmistamisel kasutasin õhemat eelvilditahvli – rebisin valmis eelvilditahvli kihid pooleks (vt foto 40a) ning multiveevisin sõõrjad vormid aluskanga peale. Vanutasin katset 2 korda 40-kraadilise pesuprogrammiga. Tulemuseks oli õhem ja kergem viltkangas, mis sobib kihiliste ülerõivaste valmistamiseks.

Kapuutsi konstrueerimisel pidin arvestama reljeefide asukohaga ning planeerima lõiget arukalt, et reljeefid ei jääks kapuutsil näiteks kuklale või õmbluste kohale. Paigutasin esimese materjali õrnalt kapuutsi tahaossa jättes ruumi õmbluseks (vt foto 40b). Ülejäänud kapuutsi detailid lõikasin välja vildist ning õmblesin osad kokku. Planeerisin kapuutsile veel vestiosa (vt foto 40c) ja tagakülje paremale poole paigutasin ülejäänud reljeefse kanga. Kapuutsile lisasin kinnituseks luku ning vesti hõlmad on kinnitatavad metalltrukkidega.



Foto 40. 40a: eelvilditahvli kihtide poolitamine. 40b: kapuutsi konstrueerimine. 40c: kapuutsi külgsaade.

3.3. Kolleksioon “I Have Never Felt Like This Before“

„I Have Never Felt Like This Before“ on välja kasvanud tugevast tunde- ja tunnetusest saadud üheks loodusega. Kolleksioonis kasutatavate reljeefsete viltkangaste loomisest on saadud inspiratsiooni looduses esinevatest värvide ja tekstuuridest. Materjalid matkivad kärjelisi vorme, puukoore tekstuure ja samblike viise kasvada puudel luues uusi omanäolisi kihte. Materjalipõhist ülerõivaste loomist kajastab kolmest pealrõivast koosnev minikolleksioon, mida iseloomustavad kihilisus ja asümmeetria. Valminud rõivad on unikaalsed ning märgulised.

Järgmistel lehekülgedel on fotod (vt foto 41, 42, 43) lõputöö raames valminud ülerõivastest. Detailifotod asuvad LISA 3. Fotode autor on Lauri Trola, modell Margareth Sonntak.



Foto 41. Ülerõivas 1.



Foto 42. Ülerõivas 2.



Foto 43. Ülerõivas 3.

KOKKUVÕTE

MultiWeave on 3D-printeri põhimõttel toimiv kudumismeetod, mis võimaldab kududa kolmemõõtmelisi rakulisi, pitsilisi ja kärjelisi struktuure. Esimesed MultiWeave automaatseadme prototüübid valmisid aastatel 2016. ja 2017. kahel erineval häkatonil. Täna on MultiWeave automaatseadme arendamine pausil, sest masinate nullist arendamine on kulukas ja aeganõudev protsess. Viimase aasta jooksul on MultiWeave'i leiutaja Kadi Pajupuu tegelnud MultiWeave kui käsitöetehnika arendamisega ning kaasanud suurema hulga tudengeid, käsitöölisi ja teisi huvilisi panustama struktuuride arendamisse.

Lõputöö praktilises osas uurisin MultiWeave käsitöetehnika potentsiaali struktuurses vilditud materjalis, kus taustast eenduvate ajutiselt toetatud lõimede abil kootud detailid moodustavad aluskangaga ühtse terviku. Praktilise osa esimeses pooles arendasin välja meetodi, kuidas luua reljeefseid viltkangaid MultiWeave käsitöetehnikat ja eelnevalt loodud materjali ühendades. Esmakordne oli painutatavate lõimetoekammide kasutamine muudetava suunaga lõimeridade kudumisel. Need unikaalsed töövahendid valmisid lõputöö perioodil minu tellimusel, testisin kolme versiooni. Kasutasin alusmaterjalina plaatviltimismasinaga valmistatud vilti, kangastelgedel kootud kangast ja kraasvilla kihtidest märgvilditud käsitöövilti. Eesmärk oli jõuda võttestikuni, milles erineval viisil loodud (multiveevitud ja vilditud) kangad annaksid orgaanilise tulemuse ning oleksid oma olemuselt tihedad ja vormihoidvad viltkangad. Katsetused kandsid vilja ning näitasid, et MultiWeave tehnikas on võimalik luua ažuursete kangaste kõrval ka tihedamaid pindu. Kangaste loomisel kasutasin villase materjali vanumisomadusi, liikudes hõredast kudumist tiheda vildini, mida iseloomustavad kärjelised, pitsilised ja reljeefsed pinnad. Katsetuste käigus dokumenteerisin tööproovide protsessi ning vanumiskatsete tulemusi, mida rakendada edaspidises töös.

Praktilise osa teises pooles tegelesin ülerõivaste disainiga, kus kasutasin eelnevalt väljatöötatud võtteid pealrõivaste kangaste loomisel. Disainiprotsessi esimene osa algas materjalide valikuga. Olen mitme aasta jooksul tegelenud kohalikust naturaalses toonides lambavillast toodete arendamisega ning selle projekti juures tundsin vajadust end värvide abil väljendada. Kuna valdav enamus Eesti villavabrikutest toodab villast lõnga ja heiet

naturaalsetes lambatoonides sai valituks Põhja-Eestis asuva Raasiku villavabriku (Aade Lõng OÜ) toodang, kus on müügil väga lai valik erinevates värvitoonides lõngu, heiet ja kraasvilla. Oluline aspekt värvide valimisel oli sama värvitooni villase lõnga, heidelõnga kui kraasvilla saadavus vabriku toodangus, sest materjalikatsetustest selgus, et reljeefid sulanduvad vildipinnaga paremini üheks sarnaste villade kasutamisel.

Kogu ülerõiva disainiprotsess oli materjalipõhine, see tähendab, et esmalt valmistasin ette reljeefsed viltkangad ning nende iseloomust lähtuvalt rakendasin neid ülerõivaste disainis. Materjalide struktuuride loomisel sain inspiratsiooni enda tehtud loodusfotodest. Ühendasin looduses esinevad tekstuure, värvid ja elemendid MultiWeave struktuuride loomisega ning saadud kangaste iseloomu ja omadusi arvestades lõin kolmele ülerõivale ideekavandid.

Lõputöös valminud materjalid on eksperimentaalsed ning ei ole loodud igapäevaseks kasutamiseks, vaid soovisin katsetada materjaliga ja analüüsida protsessi käigus MultiWeave kangaste paiknemist ja sobivust pealrõivasteks. Praktilise osa lõpuks valmisid lõputöö jooksul välja arendatud töövõtteid kasutades kihilised ja asümmeetrilised ülerõivad minikollektsioonis „I Have Never Felt Like This Before“, mille esmaesitlus on Estonian Fashion Festivali raames toimuval Mood-Performance-Tants moeetendusel.

SUMMARY

Creating Felted Outerwear Fabric with Added MultiWeave Structure

The most fascinating part of my studies in the Department of Textile has been learning about handicraft techniques and combining them to create fabric. In my final project I use a technique called MultiWeave to make structures on felt garments. The MultiWeave technique is a method of weaving fabric that allows the creation of three-dimensional textiles by moving a weft yarn around warp loops, for example in an O- or 8-shape. The first automated MultiWeave prototypes were made for two different hackathons in 2016 and 2017. During the last year or two, inventor of the technique Kadi Pajupuu, has been developing MultiWeave as a handicraft technique, engaging lots of students, professional handicraftsmen, and other interested parties to advance the craft.

In my final thesis I study the potential of the MultiWeave technique in a structural felted material, where the details woven with temporarily supported warps protruding from the background form an integral part of the fabric. At first, I focused on ideas how to integrate Multiweave shapes onto other materials, creating a unique structural solution, finally taking the form of an embossed fabric. I used machine-felted wool, woven fabric and layers of carded wool that were felted together with the MultiWeave elements. The objective was developing a method, in which different approaches could be combined into a solitary organic product that is essentially a form-retaining and dense felt garment. I use the fulling properties of woollen material to move from sparse material to dense felt, which is characterized by an embossed and lacy surface. The experiments and process were documented and can be referred to when working on next similar projects.

The second practical part was designing outerwear based on the material and technique applied in the first section of the thesis. Firstly, I created structural felt items and assembled them into coats. The structures were inspired by nature photos taken by me at various times and places. I combined different textures, colours and elements from the environment and sketched three different mood boards for the coats.

Materials made in the final project are experimental and were not designed to be ready-to-wear garments. It was an attempt to try and make something completely new and to analyse the process and suitability of Multiweave to make interesting outerwear designs. Using the methods developed during the project resulted in multi-layered and asymmetric outerwear, forming a minicollection cleverly called „I Have Never Felt Like This Before“. The collection will be presented at the Mood-Performance-Tants fashion show, which is a part of the Estonian Fashion Festival.

KASUTATUD KIRJANDUS

- Bernard, N. (1995). *Living with Decorative Textiles*. Thames and Hudson.
- Bianchini, R. (2019). *3D printing and digital manufacturing. Is this the future of design?* Kasutamise kuupäev: 25. 04 2022. a., allikas <https://www.inexhibit.com/case-studies/3d-printing-digital-manufacturing-is-future-of-design-here/>
- Burkett, M. (1999). *The Art of the Felt Maker*. Titus Wilson and Son.
- Collinwood, P. (1968). *The Techniques of Rug Weaving*. London: Faber and Faber Limited.
- D, J. *3D Printing vs CNC Machining: Which is best for prototyping?* Kasutamise kuupäev: 25. 04 2022. a., allikas https://www.3dnatives.com/en/3d-printing-vs-cnc-160320184/amp/?fbclid=IwAR3jZQ5M7_JqWOBwH3WBPYapPDsGPcvsn1MqJZCq72ljnKSwyA0zirJ8Elk
- FASHIONARY. (2017). Fashionary International Ltd.
- Howard, S., & Elisabeth Kendrick. (2008). *Loov kangakudumine*. Sinisukk.
- Jõgi, A. *Kriimsilm tehnoloogiad*. Kasutamise kuupäev: 22. 04 2022. a., allikas <http://kriimuteh.ee/en/multiweavespiderweave/>
- Kallam, L., Tomasberg, L., & Veskimägi, L. (2010). *Taasleitud Vilt*. Tallinn: Ajakirjade Kirjastus.
- Kelpman, M. (2016). *Kangakudumine*. Tallinn: Kirjastus Pegasus.
- Mölder, H. *Skeemipesa*. Kasutamise kuupäev: 22. 04 2022. a., allikas <https://www.skeemipesa.ee/tehnohack-2016-kokkuvotte/>
- Nool, S. (2019). Villa töötlemise võimalused Eesti villavabrikutes. Eesti päritolu lambavillast lõnga testimine ja kasutamine silmuskoelise toote loomisel. rmt: *Kõrgema Kunstikooli Pallas toimetised nr 21*. Tartu.
- Pajupuu, K. (Aprill 2022. a.). Intervjuu.
- Pajupuu, K. *KADIPUU - MultiWeave*. Kasutamise kuupäev: 22. 03 2022. a., allikas <https://www.kadipuu.ee/inventions/multiweave>
- Palts, R. (aprill 2022. a.). Vestlus.
- Sandgren, H. *Students Part of a Research Project on Weaving*. Kasutamise kuupäev: 23. 05 2022. a., allikas <https://www.gu.se/en/news/students-part-of-a-research-project-on-weaving?fbclid=IwAR1GqRzP7qh0MrLQWzH9Qf3RJA4cKUDUNt2B4LBGt6hCbEQwWYjBALwCVgQ>

- Sosanya, O. *Oluwaseyi Sosanya's 3D weaving machine*. Kasutamise kuupäev: 23.04.2022. a., allikas: <https://www.youtube.com/watch?v=rhRCtXcioiA>
- TextileCourse. *Weaves of Woven Fabrics*. Kasutamise kuupäev: 22. 04 2022. a., allikas [https://www.google.com/url?sa=i&url=https%3A%2F%2Fhcindiatz.gov.in%2Fpdf%2FWeaves%2520of%2520Woven%2520Fabrics%2520MJ%2520\(1\).docx&psig=AOvVaw35o53Qfyv71j4AilRNVp82&ust=1651388138122000&source=images&cd=vfe&ved=0CA0QjhxFwoTCOiD0a2au_cCFQAAAAAdAAAAABAy](https://www.google.com/url?sa=i&url=https%3A%2F%2Fhcindiatz.gov.in%2Fpdf%2FWeaves%2520of%2520Woven%2520Fabrics%2520MJ%2520(1).docx&psig=AOvVaw35o53Qfyv71j4AilRNVp82&ust=1651388138122000&source=images&cd=vfe&ved=0CA0QjhxFwoTCOiD0a2au_cCFQAAAAAdAAAAABAy)
- Weaving. *Design and Technology Online*. Kasutamise kuupäev: 22. 04 2022. a., allikas http://wiki.dtonline.org/index.php/Weaving#Peg_Loom_Weaving
- What is 3D printing?* Kasutamise kuupäev: 25. 04 2022. a., allikas <https://3dprinting.com/what-is-3d-printing/>

LISAD

LISA 1. Kangaste vanutuskatsed

Katse number	Kangatüüp	Eeltöötlus	Vanutus pesumasinas	Mõõdud enne vanutust (cm)	Mõõdud peale vanutust (cm)
Katse 1.	eelvildi tahvel	vanutatud vilt	2 x Mild 40° C, 38 min.	P: - L: -	P: - L: -
Katse 2.	eelvildi tahvel	vanutatud vilt	Mild 40° C, 38 min.	pitsiline: P: 35 cm, 38 cm L: 16 cm, 10 cm	pitsiline: P: 24 cm, 27 cm L: 15 cm, 10 cm
Katse 3.	eelvildi tahvel	vanutatud vilt	-	-	-
Katse 4.	telgedel kootud	-	Mild 40° C, 38 min.	P: 41 cm L: 32 cm	P: 27 cm L: 24 cm
Katse 5.	telgedel kootud	kuuma vee ja seebiga eelnev vormide mudimine	Mild 40° C, 38 min. Ümber puuvillane kangas, masinas kaks tennisepalli.	P: 40 cm L: 33 cm	P: 32 cm L: 28 cm
Katse 6.	telgedel kootud	kuuma vee ja seebiga eelnev vormide mudimine	Mild 40° C, 38 min. Pesukotis, masinas üks tennisepall.	P: 31,5 cm L: 32 cm	P: 21,5 cm L: 25,5 cm
Katse 7.	telgedel kootud	kuuma vee ja seebiga eelnev vormide mudimine	Handwash 25 min. Kordus masinpesu Mild 30° C, 30 min, masinas koos teise kangaga.	P: 25 cm L: 35 cm	P: 22,5 cm L: 32 cm
Katse 8.	kraasvill ühe paksu kihina läbi lõimetugede	-	2 x Handwash 25 min. 2x Mild 30° C, 30 min, masinas koos teise kangaga.	P: 94 cm L: 72 cm	P: - L: -
Katse 8.1.	kraasvill ühe paksu kihina läbi lõimetugede	kuuma vee ja seebiga eelnev vormide rullimine	Mild 60° C, 38 min.	P: 90 cm L: 35 cm	P: 63 cm L: 27 cm
Katse 8.2.	kraasvill ühe paksu kihina läbi lõimetugede	-	Mild 30° C, 30 min. Mild 40° C, 38 min koos mässitud kangaga.	P: 90 cm L: 30 cm	P: 50 cm L: 26 cm
Katse 9.	kraasvilla õhukesed kihid läbi lõimetugede	kuuma vee ja seebiga eelnev rullimine, kraasvilla lisakihtide lisamine	Mild 40° C, 38 min. Ümber puuvillane kangas.	P: 70 cm L: 40 cm	P: 35 cm L: 28 cm

LISA 2. Ülerõivaste detailifotod

Lõputöös valminud ülerõivaste 1, 2 ja 3 detailifotod. Fotode autor on Lauri Trolla, modell Margareth Sonntag.







LISA 3. Intervjuu Kadi Pajupuuga

Küsimused ja vastused teemal MultiWeave tehnika.

1. Mis oli MultiWeave tehnika leiutamise ajendiks ja kuidas selleni jõudsite?

3D-printerite areng näitas, et printida (*additive manufacturing*) saab mitmete materjalidega, kuid lõngaga printimisel tuli ikka lisada liimainet või struktuur hiljem kokku sulatada (kui tegemist sulavate materjalidega). Nägin internetis viidet iidsele tehnikale (pulk-kudumine), mille puhul koelõnga laotatakse/põimitakse jäikade tugede vahele, kui põiming saavutab teatud kõrguse, lükatakse kudum tugegelt maha pulkade otstesse kinnitatud lõimelõngade peale. Tundus väga kohmakas. Mõtlesin, et tugede sees võiksid juba olla lõimeaasad, nii et kui kangast eemaldatakse jäigad elemendid ja lõimede aasad ühendatakse naaberlõimedega, siis saame juba koospüsiva materjali. 2016 osalesime Ajujahi võistlusel tiim RailReediga ja kuidagi jäi peale see hakkamasaamise vaim, mis kaasnes selle ärikonkursi võistluslikkusega, see tõukaski osalema 2016. sügisel Skeemipesa häkatonil MultiWeave ideega. Sündmuse loogika oli see, et paar nädalat enne tuli kirjeldada oma ideed (minu puhul siis: 3D printer, mis kasutab naturaalselt lõnga, mida laotatakse programmeeritult alusplaadile kinnitatud lõimeaasade vahele ja ümber). Suur õnn oli see, et Skeemipesa poolt määrati mulle mentor Anna Jõgi, kes valdab nii programmeerimist, elektroonikat, puidutööd – multitalent! Tema ettepanek oli, et prooviksimegi kolme häkatonipäevaga ehitada töötava 3D-printeri. Ta esitas korraldajatele vajaminevate osade nimekirja ja valmistas joonised. Keeruline olukord oli veel tiimi kokkusaamine: sündmuse nõue oli, et pärast ideede tutvustusvooru, pead saama kokku vähemalt 4-liikmelise tiimi. Meid oli kolm: Anna, minu poeg Johan ja mina ning kuidagi ei tahtnud huvilisi lisanduda (mingi veider tädi ja kahtlane idee), õnneks jäi Anna sõbra Oleg Kalinkini tiimikorje ilma liikmeteta ja ta liitus meiega. Anna juhtimisel asuti tegutsema: MultiWeave korpus ehitati vineerist, kasutati keermelatte, kolme mootorit, sahtliliigureid. Anna määras Johanile programmeerimise ülesande ja mina tegelesin eiteamilliga. Kolmandal päeval saabus esitluse hetk, tassisime kobaka masina lavale, mina asusin tutvustama ja suur oli rõõm, kui äkki lavalt kostis surinat ja raginat ja masin hakkas liikuma ja koelõnga ümber lõimetuge (milleks olid alumiiniumtorud) vedama. Saime auhinna “The Best Prototype Implementation”.

2017 osalesime veel ühel häkatonil Tartus, tegu oli SpiderWeave nimelise projektiga: ehitasime MWseadme edasiarenduse, mis liikus suuremas ulatuses ja mille puhul horisontaalselt jätkuv materjal tagati alusplaatidega, mis puzzle-tükkidena üksteise külge liideti. Meeskonnas olid Anna Jõgi, Liisu Miller (mehhatroonikatudeng), Taavo Lukats, Urmas Mägi ja mina. See pinge ja intensiivsus, mis häkatonidel inimesi käivitab, on pöörane. Mõned aastad hiljem lõin FB kinnise grupi nendest sõpradest, kes häkatonidel olid minu ideede kallal töötanud, see on ülim luksus, et nüüd saan ka jooksvalt tehnilist nõu küsida. Nii et, kui vastata küsimusele: Kuidas selleni jõudsite? siis vastus on: Toetavate ja tarkade inimeste abil, keda iseloomustab kaasamõtlemise ja teeme-ära-vaim ja teatud mängulisus ning kihk ennast proovile panna.

2. Mis põhimõttel toimib MW kudumismasin?

Masina põhimõte on koelõnga vedava/laotava pea juhtimine x-, y- ja z-telje suunaliselt. Sama töötava pea juhtimispõhimõte on kasutusel nii 3D-printerites kui CNC seadmetes. Tänu Pallases käivitatud rakendusuringule, saime Anna Jõgilt tellida programmi ja kasutajaliidese: kuduja saab ekraanil määrata, millised lõimelõngad on aktiivsed, siis joonistada ekraanil koelõnga teekonna ridahaaval, programm genereerib *g-code*'i, mis sisaldab käsklusi mootoritele, mis siis liigutavad koelõngavedajat x-, y, ja z-telje suunaliselt. (<http://kriimuteh.ee/en/multiweavespiderweave/>)

Unikaalne on see, et sellise kanga lõimelõngad on toetataud kudumise ajal vertikaalsete jäikade tugevusega, mis paiknevad väljakul võrgustikuna: algsetel masinatel järgisime versiooni, et lõimetoed paiknesid võrgustiku võrdkülgsete kolmnurkade tippudes (*isometric grid*). Koelõnga laotab lõimede vahele toru, mis mahub lõimetugevana kasutatava torukeste vahele liikuma.

3. Kuidas MW kudum erineb teistest lõime- ja koelõnga abil loodud tekstiilidest?

Selliselt moodustunud kangas erineb teistest kangastest, mis moodustuvad lõimest ja koest, selle poolest, et koelõng saab lõimi haarata väga erineval viisil ja suundades. Näiteks 8-kujuliselt, o-kujuliselt, koelõng võib igas lõimetugevade karkassi punktis muuta liikumissuunda. Moodustub pitsiline või taskute ja avadega plaatmaterjal, mille kõrguse (z-

telje suunaline) määrab lõimetugede kõrgus. MW kanga erinevust saab hinnata mitmest lähtepunktist:

a) **Koelõnga liikumine lõimelõnga suhtes.** Koelõng saab liikuda ringselt ümber lõime, nii saab juba ühe lõimerea abil tekitada ribilise struktuuriga kangapinda. Unikaalsus on muidugi selle teostusvõtte tehnilises viisis, ka gobeläänpõimes või mõnedes käsitöenduslikes narmasvaibatehnikates saab ju seda võtet kasutada: koelõnga ümber üksikute lõimelõngade (või lõimegruppide) mässides, aga MW puhul pole üksikud lõimelõngad alt ja ülevalt kinnitatud, vaid ainult alt ja koelõnga saab kiiresti juhtida lõimeasade ümber siuglema.

b) **Lõimede paiknemine kangas.** Kuna MW puhul saab lõimed kinnitada väljale mitmetes ridades, siis saab kududa struktuurset plaatmaterjali. Struktuur on määratud koelõngade liikumise suunast ja viisist, kuidas üksikut lõimelõnga haaratakse. Kui kõik koelõngakihid järgivad sama liikumisjoonist, saame korrapärase struktuuri, kui koelõngade liikumisjoonist kiht-kihilt muuta, saame teistsuguse ilme ja omadustega kanga. MW kanga visuaali saab mõjutada ka sellega, kuidas lõimeasad pärast omavahel ühendatakse, kas piki ridu järjest või või ridadega risti või ühendusloogikaid kombineerides.

c) **Muudetav kanga paksus.** selle plaatmaterjali kõrgus saab varieeruda, ehk siis kanga paksus saab muutuda, saab kududa varieeruva paksusega kangast z-telje suunaliste tõusude ja langustega. Või kui kangas sünnib baaslõimereast, mille suhtes on paigutatud ristuvaid lõimeridu, saab kududa kangast, millest eenduvad kangaosad plaatidena: näiteks saab kududa kangast, mille ristlõige on E-kujuline.

4. Mis on masina arendamise takistused ja millised on masina puudused?

Jõudsime masina arendusega faasi, kus automatiseeritud on küll koelõnga vedamine ja programm võimaldab defineerida koematerjali paksuse (et koevedaja tõuseks z-teljel koelõnga paksuse võrra kõrgemale kohtades, kus juba üks koelõngakiht on), ent mitte lõimelõngade vedamine ja nende omavaheline ühendamine kudumise lõppedes. Samuti puudub töötav mehhaniseeritud lahendus sellele, kuidas plaadina laotatud koelõngakihte kokku, tihedamaks suruda. Arendamist vajab ka materjali ettejooksutamine, et koevedaja liikumine ei pidurduks liigselt pingutuva lõnga tõttu.

Lõimelõngade ajutiste tugede kasutamine kudumise ajal tähendab seda, et pärast kudumist, kui toed on eemaldatud, jääb kangasse õhku: sünnib pitsiline või hõre struktuur. See ei pruugi muidugi olla miinus. Ka käesoleva töö autor Anett Niine arendab viise, kuidas kasutada villase materjali vanumisomadusi, et liikuda hõredast MW kudumist tiheda materjalini, mis kontrollitud ulatuses säilitab struktuursuse.

Masina arendamisega edasiminekut takistas ka teadmine, et Anna Jõgi arendatud programmi saaks kasutada ka CNC masinatel, seega oleks eeldatavasti mõistlik keskenduda pigem CNC masinale lõimetoovälja ja koevedaja liitmisele, kui nullist masinat ehitada. Projekti käigus aretatud masinate kiirus jäi alla sellele kiirusele, millega kogunud tegija käsitsi multiveevib.

5. MultiWeave kui käsitöötchnika kasutuselevõtu põhjus?

Lähnen siit edasi taas sellega, et 2016. aastast valmistame (Kadipuu OÜ alt mina ja Marilyn Piirsalu) ja müüme lisaseadet käsikangastelgedele (railreed.ee), mis võimaldab kudumise käigus muuta lõimetihedust ja kanga laiust. Seega teame, et maailmas on olemas nõudlus unikaalsete käsitöövahendite järele. Tuli mõtte jätta see MW automaatseadme arendamine pausile ja kaasata MW struktuuride arendamisesse suurem hulk tudengeid ja käsitöölisi ning kunstnikke.

Nüüdseks on paljud käsitöölised ka küsinud, mis oleks selle tehnika eestikeelne nimi. Ma soovitsaksin kasutada omasõna “multiveevimine”. Eesti keel ei võimalda vahet teha kangakudumisel ja varraskudumisel, kui rääkida kudumisest mõeldakse sageli silmuskudumist. See *veevimine* tundub mulle tore, minu ema oli Veevi Pajupuu (1929–1992) ja ta oli tekstiili ja moekunstnik, sõnal on sarnasus *weave*’iga. *Multiveev* nimisõnana tähistamaks tehnikat ja tulemust ja *multiveevima* tegusõnana.

6. Mis on masina ja käsitöövahendite võimaluste erinevused?

Ilmselt suurim erinevus ongi suurem vabadus, sest käsitsi multiveevimisel saab käigult otsustada, mis suunas kudumist jätkata. Koelõnga lisamisel järgitakse ka käsitsi kudumisel sama loogikat, kui masina puhul: kudumise ajal ei pisteta koelõnga kuhugi teiste koelõngade alla, vaid iga kiht laotub eelneva kihi peale.

7. Töövahendite tootmine ja arendamine – kus, kellega?

Anett Niine ja Liisi Tamm arendasid multiveevimist oma moekollektsiooni WEAWE loomisel aastatel 2018–2019. Kasutati pikemaid pvc-torusid suuremate kangapindade loomisel. Marge Allik ehitas endale peenemate lõimetugedega töövahendi 2018(?)

2022. aasta näitusele Kasvatatud/Grown demonstreeris Andrea Martha Teesaar viisi, kuidas lisadetaili abil kinnitada MW kamme nurkade alla ja kuidas kasutada painutatavaid lõimetugesid ning millist efekti see annab.

Tooteks mõeldud töövahendite arendamisel juhindun kasutusmugavusest, teostatavusest/tootmise loogikast ja sellest, et MW tööriistakomplekti hind kliendile ei tohiks olla üle 80–100€ ja omahind võimaldaks ikka kasumit ka teenida. 2021. aastal jõudsin selleni, et MW käsitöövahendi puhul on kiirema lõimevedamise huvides mõistlik ühendada lõimetoed ridadena (lõimetoekammid). Et mugavam ja odavam on kasutada ajutiselt lõimetoekammi külge fikseeritud lõimeaasa alumist tugipunkti (nagapulka), mida saab järjestikku kasutada kõikidel lõimetoekammidel, kuna statsionaarne nagade rida (näiteks kruvipead) kammil, segaks kootud materjali eemaldamist kammidelt.

Töövahendi teostamiseks plaanisin koostööd leidliku ja laia silmaringiga puutöömeistri Ahti Parijõgiga (Sujuri OÜ), kellel on nii rikkalik käsitöövahendite valmistamise kogemus kui ka laserlõikuspungid. Esialgne aretamine käis Messengeri kaudu jooniste ja visandite vahetamisega, Ahti kontrollivatest küsimustest oli palju abi. Praegu kasutame 3. tooteversiooni: järjest lihtsam, järjest lihtsam.

Saadan Ahtile Illustratori valmistatud joonised, mida ta kohendab. Probleem on muidugi see, et tellimus peab olema pigem hulgitellimus, üksikute juppidega ei taha meistrit tülitada, seega minu kulud selles tootearendusprotsessis on märkimisväärsed. Eelistan sellele mitte mõelda. Mõningases ulatuses on toetanud Pallas, kuna on ostetud tööriistakomplekte koolile.

Ahti elab ja töötab teises Eestimaa otsas, proovime vähemalt 2022 kevadel leida lõpuks ühise aja, kui ta saab jälgida reaalselt kudumise protsessi, et oma ettepanekuid töövahendi parendamiseks teha.

8. MultiWeave on Kõrgema Kunstikooli Pallas rakendusuuring – kuidas selleni jõudsite ja mis on eesmärk?

Pallase rakendusuuringuks sai see aastal 2017. Selle ettepaneku tegi Aet Ollisaar. Rakendusuuringu abil sain tellida Anna Jõgilt parendatud kasutajaliidese ja ehitati MW uus versioon, selleteemaline aktsioon toimus Urmas Mägi toel tema ettevõttes Sindis (Fein-Elast), osalesid lisaks Urmas Mägile Liisu Miller, Anna Jõgi, Taavo Lukats ja mina.

9. Kirjeldage MW tehnikas kootud tekstiile – omadused, pinnad, võimalused, kasutusvaldkonnad?

Arvan, et kasutusvaldkondi pole veel kõiki leitudki. Paksu ažuurse plaadina kootud tekstiil võib leida väljundi sisekujunduses, geotekstiilina. Kuna hetkel on aktuaalne varjevõrkude valmistamine Ukrainale, proovin ka militaarsuunal mõelda: on ju varjestusmaterjalide puhul oluline kaetava objekti piirjoonte muutmise, muudetava paksusega tekstiil oleks just midagi sellist.

Ribilise struktuuriga kangad, milles on kombineeritud lõimesuunalised vallid ja elastselt vetruv pind. Ažuurne vilt. Anett Niine aretatav viis materjali moodustamiseks, kus MW struktuur kasvab orgaaniliselt kangastelgedel kootud või vilditud plaadist välja või ühe või mitme kihina paigutatakse lõimetugedele muul viisil eelnevalt valmistatud materjali.

MW tehnikas kootud kangaste ilmet ja omadusi mõjutavad nii lõimede paiknemine üksteise suhtes, koelõnga liikumise loogika, kui ka viis, kuidas lõimeasad kokku ühendatakse. Rääkimata kasutatavatest materjalidest ja viimistlusviisidest.

10. MW tehnika kudumise võimalused: lõimetugede versioonid ja erinevused?

Lõimetoed võivad olla jäigad või painutatavad, nad võivad olla kudumise ajal sirgete või kaarjate ridadena. MW kanga anatoomiat mõjutab kasutatavate lõimetugede paksus ja materjal: 2mm läbimõõduga varras lõimetoena annab teistsuguse tulemuse kui 16mm läbimõõduga PVC toru. Kudumise seisukohalt oleks optimaalne, kui lõimetoed oleksid ühes tükis, et lõimeasa ülemist osa kudumise ajal toestav hark oleks sellise ehitusega, et kanga eemaldamine tugevalt oleks hõlbus.

11. Mis on olnud senini kõige suurem läbimurre MW tehnika arendamisel?

Avapauk ise: edu 2016 häkatonil, kui seda poleks olnud, ei oleks me siin, kus praegu. Mitmeid kaasamõtlevaid inimesi lisandus selle projekti käigus. Arusaadav et arvutiga juhitud kudumismasin inspireeris insenere rohkem, kui oleks inspireerinud käsitöövahendi arendamine. Tore et ka kontaktid tööstuse suunal (Haine paelavabriku Andres Hoop, Fein-Elasti Urmas Mägi) on arenenud.

Kasutajate ambitsioonikad projektid. Kõige rohkem rõõmu tegi Anett Niine ja Liisi Tamme soov arendada oma moekollektsioon MW tehnikale tuginedes. See andis usku, et ma pole ainult hull leiutaja, vaid uued võimalused inspireerivad ka teisi. Marilyn Piirsalu suuremõõtmelised kargstruktuurid näitusel.

Hüpoteetilise tööstusliku MW masina arendamise mõttes oli muidugi Anna Jõgi programmeerimise suunal tehtud töö revolutsiooniline.

Laserlõigatud käsitöövahendi arendamine. See käivitas rahvusvahelise näituse Kasvatatud/Grown korraldamise, tõe selleks näituseks andis Aet Ollisaar. Idee jagamine, tudengite endi ehitatud töövahendite versioonid. Seega kaasamine ja osakonna toetus on toonud kõige suuremat eduelamust.

12. Kirjeldage MW tehnika tuleviku perspektiivi ja edasisi plaane (nt töövahendite arendamisel)?

Ambitsioonid on seotud idee promomisega, kevadel 2022 peaks saama kaante vahele raamat, augustikuisesse VÄV (Skandinaavia suurim kudumisajakiri) numbrisse on tellitud artikkel, loodan et see annab ka tõe käsitöövahendi laialdasemaks müümiseks ja kursuste korraldamiseks. Koostöö Rootsi (Matilda Dominique, Maja Gunn) ja Soome suunal (Päivi Fernström), Läti Kunstiakadeemias (tänu Ieva Kruminale) tegutsevad MWga magistrandid. Lõimetugede painutatavate ridade teema on arendamisel käesoleva lõputöö autori poolt. Mõttes on ka viisid, kuidas kasutada mitmeharulisi koelõngavedajaid ja kuidas tasapisi testida lõimeasade ühendamise mehhaniseeritud viise, see oleks siis masina aretamise suunal, aga suurem energia läheb käsitöövahendi promomisele.