



Maris Lindmann

**DIGITRÜKI KVALITEEDI HINDAMINE
TRIKOOKANGAL HELG BRÄNDI
NÄITEL**

LÕPUTÖÖ

Tehnoloogia ja ringmajanduse instituut

Moetööstus

Spetsialiseerumine - Ressursikorraldus

Juhendaja: Merje Beilmann

Tallinn 2023

Mina, Maris Lindmann, tõendan, et lõputöö on minu/meie kirjutatud. Töö koostamisel kasutatud teiste autorite, sh juhendaja teostele on viidatud õiguspäraselt.

Kõik isiklikud ja varalised autoriõigused käesoleva lõputöö osas kuuluvad autorile ainuisikuliselt ning need on kaitstud autoriõiguse seadusega.

Juhendaja Merje Beilmann (allkirjastatud digitaalselt)

Lõputöö on kaitsmisele lubatud tehnoloogia ja ringmajanduse instituudi direktori korraldusega.

Lihtlitsents lõputöö reprodutseerimiseks ja lõputöö üldsusele kättesaadavaks tegemiseks

Mina, Maris Lindmann

Sünnikuupäev: 05.05.1999

annan Tallinna Tehnikakõrgkoolile (edaspidi kõrgkool) tasuta loa (lihtlitsentsi) enda loodud teose Digitrüki kvaliteedi hindamine trikookangal Helg brändi näitel

1. reprodutseerimiseks paber kandjal kõrgkooli raamatukogus avaldamise ja säilitamise eesmärgil;
2. elektroonseks avaldamiseks kõrgkooli repositooriumi kaudu;
3. kui lõputöö avaldamisele on instituudi direktori korraldusega kehtestatud tähtajaline piirang, lõputöö avaldada pärast piirangu lõppemist.

Olen teadlik, et nimetatud õigused jäävad alles ka autorile ja kinnitan, et:

1. lihtlitsentsi andmisega ei rikuta teiste isikute intellektuaalomandi ega isikuandmete kaitse seadusest tulenevaid ega muid õigusi;
2. PDF-failina esitatud töö vastab täielikult kirjalikult esitatud tööle.

Tallinnas (allkirjastatud digitaalselt, kuupäev digiallkirjas)

SISUKORD

SISSEJUHATUS.....	4
1. DIGITRÜKK TEKSTIILIDELE JA TRÜKIKVALITEET.....	6
1.1. Digitrüki kujunemine	6
1.2. Digitrüki tehnoloogiad	7
1.2.1. Otsetrükk kangale (<i>Roll-to-roll</i>).....	7
1.2.2. DTG (<i>Direct-to-Garment</i>).....	7
1.2.3. Kiletrükk.....	9
1.3. Digitrüki kvaliteet	10
2. HELG EHK MUUSA KAUBANDUS OÜ.....	12
2.1. Tootearendus	12
2.2. Töökorraldus	12
2.3. Digitrükk Helg toodetel.....	14
2.4. Trükitehnoloogia muutmine	15
3. DIGITRÜKI LAHENDUSI PAKKUVAD ETTEVÕTTED EESTIS	18
3.1. Ettevõtted	18
3.2. Digitrüki näidiste tellimine.....	19
4. DIGITRÜKI KVALITEEDI HINDAMINE	22
4.1. Visuaalne hindamine	22
4.2. Digitrüki kvaliteedi testimine laboris	24
4.2.1. Värvipüsivus pesemisel.....	24
4.2.2. Värvipüsivus hõõrdumisele.....	27
4.2.3. Hõõrdekindlus	31
4.3. Ettepanekud Helg brändile	34
KOKKUVÕTE.....	36
SUMMARY	38
VIIDATUD ALLIKAD.....	40
LISAD	43
Lisa 1. Koopia päringust, mis ettevõtetele saadeti	43
Lisa 2. Ettevõtte A trükk	44
Lisa 3. Ettevõtte F trükk	45
Lisa 4. Ettevõtte G trükk	46
Lisa 5. Helg trükk.....	47
Lisa 6. TTK Minifactory trükk.....	48

SISSEJUHATUS

Rõivatööstus otsib pidevalt uusi võimalusi ja lahendusi, kuidas olla oma tootmises kui ka toodete poolelt keskkonnasõbralikum. Sobivaimate lahenduste leidmisega tegelevad nii suur- kui väiketootjad. Kuigi väiketootjad ei tekita nii suurt keskkonnakoormust, tuleb ka neil konkurentsipüsimiseks osta tihti korraga suurem kogus kangast, et ühiku hind tuleks madalam. Nii peab ka selle lõputöö raames uuritav kaubamärk Helg tellima ühe mustri kangast miinimumkogusega 20 meetrit. Kui tegemist on kangaga, millest tehtavaid tooteid ostetakse harva, jääb suur kogus kangast seisma ning ei pruugi ka hiljem kasutust leida.

Tänapäeval on üha rohkem kliente teadlikud rõivatööstuse probleemidest ning pööravad tähelepanu ka toodete kvaliteedile ja vastupidavusele, et tooted säilitaksid oma esialgse välimuse pikemal perioodil.

Kuigi Helgi tehtud kliendiuuringutes ei ole seda probleemi väga esile toodud, on tootja enda katsetused näidanud, et digitrükitud kangad, millest tooteid valmistatakse, on küll ilusad, aga pärast esimesi hooldusi värv tuhmub. Nüüd soovib ettevõtte luua kollektiooni, kus kujundused asuvad vaid toodete esipaneelil, otsetrükituna. Lõputöös käsitletav tehnoloogia on DTG (*direct-to-garment*). Kujundus kataks täiskasvanul umbes ¼ esipaneelist ning beebiriietel umbes ½ esipaneelist. Helg on varasemalt digitrükilahendusi uurinud, kuid puudub kvaliteedi- ja hinnavõrdlus tootjate vahel. Helg soovib teada Eestis DTG trükki pakkuvate ettevõtete kvaliteedi- ning hinnavõrdlust.

Digitrüki kvaliteeti mõjutavad mitmed erinevad faktorid, nagu nt. kanga struktuur, viimistlus, kasutatav trükitehnoloogia, tindid jne. Sellest tulenevalt võib trükitud materjalide kvaliteet erineda. Digitrüki puhul mängivad rolli ka erinevate tootjate kasutusel olevad trükivärvid ning masinad.

Lõputöö käsitleb erinevate trükimeetodite teoreetilist tausta, mis vastab Helgis olevale põhimaterjalile, milleks on juba kasutusel olev puuvilla trikotaaž.

Käesoleva lõputöö eesmärk on sõnastatud järgnevalt: Leida sobiv alternatiiv kanga digitrükile, mida saaks kasutada rõivaste esipaneelidel sõnumite ja piltide trükkimiseks.

Lõputöös esitatud uurimusküsimused:

1. Mis on ettevõtte jaoks oluline digitrüki kvaliteedi hindamisel?
2. Milline tootja pakub Helgile sobivaimat lahendust, võttes arvesse hinna ning

kvaliteedikriteeriumeid?

Eesmärgi täitmiseks on püstitatud järgmised ülesanded:

1. Viia läbi intervjuu Helg brändi omanikuga, et kaardistada vajadused trükile, uut kollektsiooni ning klientide varasemat tagasisidet silmas pidades.
2. Anda ülevaade trikookangale sobivatest kangatrüki tehnoloogiatest.
3. Kaardistada Eestis DTG trükki pakkuvad ettevõtted, võtta hinnapakumised ning tellida kolm proovitööd.
4. Teostada testid erinevate pakkujate trükkide värvipüsivusele ning vastupidavusele hõõrdumisel ja pesus.
5. Võrrelda testide tulemusi ettevõtte poolt antud kriteeriumitega.
6. Esitada ettepanekud ettevõttele sobiva koostööpartneri valimiseks.

Digitüki lahenduse hindamiseks leitakse kokku 3 pakkujat, kelle juures trükitakse kujundus Helg trikotaažkangale. Helgi poolt antud parameetrite alusel kontrollitakse laboris erinevate ettevõtete poolt trükitud kujundusi. Testide alusel leitakse sobivaim trükiettevõtte Helg brändi jaoks.

Töö tulemusena saab kaubamärk Helg pakkuda Eesti kliendile uudseid, nende kriteeriumitele ning ootustele vastavaid tooteid. Lisaks on tulemus oluline ringmajanduse aspektist ning keskkonnasäästlikkuse aspektist, mida Helg aina rohkem hindab.

Lõputöö teostaja tänab siinkohal oma juhendajat Merje Beilmanni, kes on aidanud kaasa antud töö valmimisele.

1. DIGITRÜKK TEKSTIILIDELE JA TRÜKIKVALITEET

1.1. Digitrüki kujunemine

Kangale trükkimisega alustati juba 9. sajandil. Väidetavalt on see, nagu ka kanga kudumine, saanud alguse iidsest Hiinast. Esimene kasutusel olev meetod oli puuklotsidega trükkimine ehk puulõige. Seda tehti küll käsitsi, kuid tulemused olid väga meisterlikud. Ajalooliselt on puulõige väga oluline kuna tänu sellele sai alguse kordustrukk. [1]

Aastal 1783 arendati välja esimene rulltrükkimise masin. Rulltrükkimasin on pidevas liikumises olev süsteem, mis korjab ise põhjast värvi, sel ajal kui masin kujundust trükib. Algselt oli trükipind väike, kordused tihedad ning võimalik oli trükkida ainult ühevärviliselt. Ajaga suurenes nii pind kui ka võimalused aina keerukamaid mustreid kangastele kanda. [1]

Esimese digitaalse tekstiiltrüki maailmas töötas välja Milliken, 1970. aastatel, vaipade tootmiseks. Protsess hõlmas õhu puhumist tindipiiskade suunamiseks vaiba pinnale. Aastaks 1984 hakkas digitaaltrükk turule uusi funktsioone, mis äratasid tekstiilspetsialistide seas laialdast huvi. Need hõlmasid tuhandeid värve, mittekontakti substraadiga, kujutiste piiramatut trükkimist ning tiraažide piiramatut suurust. [1]

1990. aastatel kasutati tekstiili digitaaltrüki prototüüpide loomise tööriistana ja vahendina väikeste kangapartiide trükkimiseks turu nišitoodete jaoks. Lisaks ka reklaammaterjalide (nt lipud ja bannerid) tootmiseks. [2]

Stork tõi 1995. aastal turule Fashion Jeti. Alates 2000. aastast jätkasid tarkvara- ja riistvaraarendajad tööd digiprintimise ja tavapärase siiditrüki vahele jäävate väljakutsetega, nagu printimiskiirus ja värvikulu. [1]

Praeguseks on üldtuntud tõsiasi, et kangale digitaalne trükkimine on elujõuline ja usaldusväärne meetod kauakestvate, kvaliteetsete ja pestavate toodete tootmiseks. Kuigi protsess pole lihtne, võimaldavad printipeade, tindi, eeltöötlusvõimaluste ja trükiseadmete areng koos transpordi lihtsusega luua kuluefektiivsemaid lühiajalisi lahendusi. [3]

Digitrükil on palju eeliseid, aga ka omad miinused. Eelised on kindlasti kiirus, kiire kohandamine, isikupärastamine jne. Lisaks ka see, et ei kasutata šabloone, ekraane ega plaate, mis on vajalikud näiteks siiditrüki puhul. Miinuseks on eelkõige see, et tuleb teha investeeringuid nii seadmetesse kui ka vastavatesse koolitustesse. [4]

Tänaseks pakub digitrükk tekstiilidisainis loomingulist potentsiaali ja häid ärimudeleid. Disainerid ei piirdu enam värvide või mustrite kordusega. Kangast saab trükkida ilma suurte seadistamiskuludeta. Digitrükk on suhteliselt jätkusuutlik tehnoloogia, mis vähendab veekasutust ja värvide raiskamist. Digitrükk vastab *Just in Time* tootmismudelile ning *Concept to Consumer* nõudlusele, vähendades varude raiskamist. [5]

1.2. Digitrüki tehnoloogiad

1.2.1. Otsetrükk kangale (*Roll-to-roll*)

Roll-to-roll printimisviis ehk eesti keeles digitaalne kanga otsetrükk.

Digitaalne kanga otsetrükk on protsess, kus kangarullidele trükitakse suureformaadiliste tindiprinteritega. Sarnaselt lauaarvuti printeriga pritsivad paljud printeripead eeltöödeldud kangale pisikesi tindipiisku. Otsene digitaalne printimine on välja töötatud eelkõige naturaalsete kangaste ning polüamiidi turu jaoks. Kangaid töödeldakse eelnevalt kemikaalidega, et aidata kiududes trükki kinni hoida. Seejärel prinditakse kujundus ning seejärel tehakse digitaalselt prinditud kangale järeltöötlus, et fikseerida värvaine tugeval kuumpressimisel kangasse. [6]

Digitaalse otsetrüki meetod on kiire ja suhteliselt lihtne protsess, mille puhul failid laaditakse konkreetseesse prinditarkvarasse ja saadetakse seejärel printerisse. Kujutise teravus ei ole aga alati nii terav ega selge, kui teiste kangatrükimeetodite puhul (nt sublimatsioontrükk). Pildikvaliteeti võivad mõjutada järgnevad asjaolud: tinditüübid, loodusliku kanga tekstuur, kanga eeltötlusaine, temperatuur, niiskus. Prindi kvaliteet kangal võib ka pesu ja kulumise tõttu hiljem halveneda. [6]

Sarnaselt sublimatsioontrükile, võimaldab otsene digitaalne kangatrükk trükkida ühele kangarullile mitut erinevat värvilahendust ja kujundust. Värvide arv kujunduses ei mõjuta trükkimise kulusid, see võimaldab kiiret kohandamist ja väikeste tiraažide proovimist, samuti suurte tiraažide, paigutuse ja kavandatud kujunduste printimist. [6]

1.2.2. DTG (*Direct-to-Garment*)

DTG (*direct-to-garment*) trüki seade on tegelikult tindiprinter (Inkjet), mis prindib paberi asemel tekstiilile. Digitaalne printimine aitab luua kujundusi, mida on traditsiooniliste trükimeetoditega liiga raske või lausa võimatu teha. Võrreldes siiditrükiga saab DTG trüki abil luua palju detailsemaid kujundusi. [7], [8]

DTG mõeldi algselt välja pigem just toodetele, mitte ainult kangale printimiseks.

Ülemaailmselt moodustavad DTG-trükiga rõivad umbes 9% trükitud T-särkide turust. Viimase paari aasta jooksul on nii tarnijad kui ka tootjad olnud tunnistajaks mitmele põhitrendile, mis suurendavad nõudlust digitaalse DTG-printimise järele. [4]

DTG tehnoloogia võimaldab toota minimaalse tootmis- ja tarneajaga tooteid, kuna tehnoloogia võimaldab trükkida valmis tootele ja teha isikupärastatud trükki kasvõi ainult ühele tootele, muutes selle tarbija jaoks kiireks ja suhteliselt soodsaks lahenduseks.

Näiteks hõlbustab digitaalne trükk lühiajaliste või väikeste partiide tootmist. Lisaks aitab *just-in-time* tootmine jätmete vähendamiseks kohaneda hooajaliste nõudmistega või uute nõudmistega. Nüüd, kus peaaegu kõik ettevõtted saavad juurdepääsu oma vajadustele vastavale tootmisvõimsusele, saavad suuremad kaubamärgid pakkuda uusi tooteid esilekerkivatelt disaineritelt väiksema riskiga, et tarbijad saaksid täita oma eneseväljendusvajadust. [3]

Just-in-time tootmine on just see, millega Helg tulevikuvaates tegeleda tahaks. Siis ei oleks laos sadu tooteid ootamas tellimusi, vaid kõik valmistatakse tellimuste põhisel. Eesti suhteliselt väikesel turul on see oluline, et ettevõtted ellu jääks.

Värvilistele kangastele printimise puhul DTG meetodil kaetakse pind eelnevalt eeltöötlusvahendiga. See takistab tindi liigset imbumist kangasse ning lõpuks jäävad värvid palju erksamad. DTG printerite tindid on läbipaistva koostisega. Selleks, et tindid ka värvilisel kangal õigete värvitoonidega oleks, tuleb alla trükkida enne värve ka kiht valget tinti. Lõpuks tuleb toote kuivatamine, tänu millele kinnitub värv ning trükitud kujundus saavutab pesu- ja kulumiskindluse. [7]

DTG plussideks loetakse näiteks ressursside säästlikku kasutamist, kuna protsess nõuab üldiselt vähem vett. Lisaks säästab DTG-printimine veelgi rohkem vett, kuna tegemist on kuivkõvastumisprotsessiga. [3]

Lisaks ei tohiks prinditaval tootel olla kõrgeid väljaulatuvaid detaile nagu näiteks taskud. Mida lähemal on trükkimise ajal trükipea tootele, seda kvaliteetsem on tulemus. [7]

Antud tehnoloogia puudusteks peetakse näiteks rikkalike siniste toonide taastootmist. Need osutuvad kas liiga siniseks või tumelillaks, kuid mitte õigeks siniseks. See printimismeetod on kasutatava tindi iseärasuste tõttu üsna kallis ja sobib seetõttu ainult väikeste tiraažide ja kaubamärgiga toodete jaoks. [9]

1.2.3. Kiletrükk

Kiletrükk/kuumpresstrükk/transfertrükk (*heat transfer vinyl*) võeti algselt kasutusele 1960.aastate alguses. Algselt kasutati selle tehnikaga kaunistamist ainult vinüülilaadsetele materjalidel nagu näiteks raamatukaaned või prillitoosid. 80ndatel ning 90ndatel kasvas kiletrüki populaarsus, kuna tootjad märkasid eeliseid näiteks siidtrüki ees. [10]

Võimaluse antud tehnoloogiaga on samuti pidevalt täienenud, näiteks on võimalik lõigata logo toonitud termosiidkilest ning siirdada tootele. Sellisel juhul on kile üheväriline aga enamasti kõige vastupidavam valik. Peale ühevärilise kile on olemas ka erimaterjalid nagu näiteks reflektorkile (helkurmaterjal), paksem 3D materjal ning ka karvane (*flock*) materjal. Teine võimalus on digitaaltrüki abil ehk kõigepealt prinditakse kujundus termosiidkilele ning seejärel lõigatakse välja ning pressitakse tootele. See tähendab, et trükkida on võimalik peaaegu ükskõik mida. [11]

Seega võib öelda, et kiletrükk jaguneb kaheks. Esimese variandina kasutatakse valmis kilesid, mis soovitud kujundusest lähtuvalt lõigatakse ning teine variant, kus kõigepealt toimub trükk kilele ning seejärel lõigatakse välja trükitud kile, mis tootele pressitakse.

Kiletrüki puhul on oluline kuumpress, et oleks võimalik kujundus tootele üle kanda. Kile, mida trükitakse on enamasti vinüülpolümeer, mis on müügil nii rullis kui lehtedena. Tavaliselt on sellel materjalil üks pool kuumakindel, et oleks võimalik kuumutamise. [12]

Kiletrüki protsess ühevärilise vinüüliga hõlmab endas kujunduse loomist arvutis, selle lõikamist spetsiaalses lõikuris ning kujunduse puhastamist tööriistadega, et eemaldada üleliigne vinüül. Peale seda toimub kujunduse pressimine tootele ning peale kuumpressi spetsiaalse kuumakindla kile eemaldamist valmis kujunduselt.

Kiletrüki tugevusteks on teiste võimalustega võrreldes see, et kiletrükk on odavam. Lisaks on võimalik teha ühekordseid trükke lihtsamalt kui näiteks muude trükiviisidega. Kuna ettevalmistused on minimaalsed siis on ka trükkimise aeg oluliselt kiirem. [12]

Kiletrükiga on keeruline teostada väikeste detailidega kujundusi. Lisaks nõuab see printimisviisi lisavarustuse kasutamist - lõikeplotterit, mis lõikab ainult kuumustundliku kihi ja jätab aluspinna lõikamata, mis nõuab ka trükist mittevajalike elementide täiendavat eemaldamist. [9]

Kiletrüki puhul on oluline leida materjalile kõige vastupidavam vinüül. Isegi kui kõik on tehtud korrektselt ning pilt on üle kantud õige temperatuuriga, hakkab kujundus lõpuks pragunema ning

tuhmuma. Suur osa kiletrüki pakkujatest Eestis on ka ära maininud, et peale 15-20 pesukorda hakkavad värvid tuhmuma. [12] [13]

1.3. Digitrüki kvaliteet

Kuna arusaam kvaliteedist võib olla erinevate osapoolte jaoks erinev, siis on oluline iga ettevõtte jaoks defineerida, mis on nende jaoks kvaliteetne toode ja millele see kvaliteetne toode või ka teenus peab vastama.

Helgi jaoks on kvaliteet kaubanduslik välimus, vastupidavus peale paljusid pesukordi ning näiteks beebibodide puhul, vastupidavus trukkidel, kuna neid peab avama tihti ning enamasti ka järsult. Toode on kvaliteetne siis, kui see näeb kaubanduslik välja ka peale 20 pesukorda, furnituur nagu trukid ei tule lahti või ei tekita kangasse auke jne.

Kvaliteeti saab määratleda kahes laiemas dimensioonis: tajutav kvaliteet ja funktsionaalne kvaliteet. Tajutav kvaliteet toetab ettevõtte mainet, tekitab huvi ja tekitab esmase ostu. Ostmine toimub kolme põhiparameetri alusel – kaup näeb hea välja, tundub katsudes hea ning pakub head hinna ja kvaliteedi suhet. Funktsionaalne kvaliteet on aga seotud tarnijaga ning hõlmab tegumoodi, suurust ja vastupidavust. [14]

Digitaalne tehnoloogia on muutnud printimise kohandatud, kiire töötlemise ja lühikeste tootmisperioodidega protsessiks, mis vastab kõrgetele jõudlusstandarditele, eriti materjalide vastupidavuse osas. Nende eeliste turule pakkumine on kogu väärtusahela tootjate jaoks väljakutse nii keemia kui ka masinate ja töötlemise valdkonnas. Digitaalne trükkimine vastab nendele nõudmistele, kuid rakendusnõuetele vastavate aluskangaste valik võib olla oluline komponent, mis määrab lõppkvaliteedi ja tõhusa töötlemise. [2]

Digitrükitud toote trükiselgusel on suur mõju trükitoote lõplikule esteetilisele välimusele ning vastupidavusele. Praegune standardne katsemeetod on subjektiivne test, kus trükitud kangast hindab visuaalselt kas üks või mitu inimest. Tekstiilide digitaaltrüki edasiseks edendamiseks on ülioluline luua kvantitatiivne hindamismeetod trükise selguse (teravuse) testimiseks, nagu on tehtud paberi puhul. [2]

Digitrükitud tekstiilide trükikvaliteedi hindamise meetodid on kriitilise tähtsusega, et arendada ettevalmistusprotsesse ja muuta substraatkangaid paremaks digitaaltrüki täiustamiseks. Digitrükitoote trükiselgusel on suur mõju trükitoodete lõplikule esteetilisele välimusele ja

vastupidavusele. See on oluline tegur, mida saab kasutada tekstiilide digitaaltrüki kvaliteedi hindamisel. [2]

Tekstiilile digitaalse tindipritsiiga printimise üks suurimaid probleeme on soovitud välimuse saavutamine, kuna substraadi tekstuuri ja tindi vahel on tugev vastastikmõju. Kanga, tindi ning tulemuse ja välimuse vaheline suhe on keeruline, kuna tööstuses kasutatakse väga palju erinevaid tekstiilisubstraate. [2]

Vaatamata kangale trükkimise pikale arenguloole on kvaliteetsete kujutiste tekstiilile kandmisega tootjatel endiselt probleeme. Nimelt puuduvad soovitud pildi pealekandmise meetodi valiku, valitud tehnoloogilise protsessi parameetrite (töötlemise temperatuur, aeg ja rõhk osas) ja sõltuvalt materjali keemilisest koostisest. [9]

2. HELG EHK MUUSA KAUBANDUS OÜ

Helg sündis aastal 2019, emadepäeval. Emadepäev oli väga sobiv aeg kuna Helg tähendab põhjamaades püha. Helg toodab riideid ja aksessuaare nii beebidele, lastele kui ka naistele. Toodete valik on aastatega läinud aina laiemaks. Helg on välja töödanud lõiked nii lapseootel naistele kui ka imetavatele emadele. Lastele on rõivaid alates sünnist kuni nelja aastaseks saamiseni. [15]

Algselt ei olnud brändil plaani lasteriideid toota. Kuid kui hakati välja töötama lõikeid naistele siis selgus, et tuleb päris palju ülejääke. Kuna Helg brändi tegevjuht on väga keskkonnasäästliku maailmavaatega siis ta soovis olukorrale lahendust leida. Nii tuligi idee, teha naiste riiete tootmise jääkidest rõivaid ning aksessuaare ka beebidele. Peale seda kujuneski välja tootevalik mis sisaldab funktsionaalseid ning omavahel kokku sobivaid rõivaid nii lapseootel emadele, imetavatele emadele, beebidele kui ka väikelastele. [15]

Kuna bränd „sündis“ emadepäeval siis on traditsioon iga aasta samal ajal esitleda uut kollektsiooni. Igal aastal tuleb välja tulla millegi „originaalsega“ mida bränd varem teinud ei ole. Selleks on kas uus muster, uus kangas või hoopis midagi muud. Vaadates lasteriiete maastikul ringi ning lähtudes ka klientide ettepanekutest, tuli brändi loojal idee, et uus kujundus võiks olla trükitud hoopis tootele.

Helgis töötab hetkel tegevjuht, tootmisjuht ning õmbleja. Aastaringelt aitavad kaasa ka erinevate erialade praktikandid (näiteks fotograafia, turunduse ning õmblustehnoloogia tudengid).


2.1. Tootearendus

Selleks, et ideest saaks toode algab protsess juba palju varem. Lõiked töötatakse välja kõigi kolme töötaja poolt ning katsetatakse istuvust läbi mitmete proovide. Lõiked ise tellitakse Tallinnas asuva koostööpartneri juurest. Mustri algsed ideed mõtleb välja eelkõige tegevjuht, kuid arvesse võetakse ka trende ning klientide varasemaid soovide. Kui mustri idee on olemas, siis kujundab selle Helg koostööpartner (Alisa Vasina). Valmis mustriga trükifailid saadab tegevjuht kangatootjale. Algselt tellitakse tootjalt uue mustriga proovitükk, et näha kas mustri suurus, värvid ning kvaliteet sobivad. Peale seda tellitakse kangas täismahus ning toimetatakse Helg lattu.

2.2. Töökorraldus

Tootmise aluseks on tootekaardid, mis on valmistatud iga valikus oleva toote kohta. Tootekaardil on toote tehniline kirjeldus ning olemas tehniline joonis ning pildid lõigetest ja valmistootest. Lisaks on

sõltuvalt tootest juures ka informatsioon õmblejale, näiteks mis trukke või nõöpe kasutada. Kuna tootmises on erinevaid mudeleid palju, on päris tihti õmblejal vajalik erinevaid detaile üle kontrollida, et vältida hiljem kvaliteedikontrollis ebatäpsuseid.

TOOTEKAART	
Tellijä:	
Tellimuse nr:	
Sesoon:	
Mudel:	Heldin
Toode:	Beebi püksid
Tootmisaja:	Alates 2021
	
Baasmudeli suurus	62/68
Lõiked	kaust "Heldin püksid"
Sisesääre pikkus	13 cm
Üldpikkus	39 cm
Kummi pikkus	
<small>Tehnoloogiline kirjeldus (trukid, niit, kandid, pesusildid, toote sisaldus, taskud, allääred jms): Heldin püksid on väikelaste püksid suuruses 56/62 kuni 98/104. Pesusildid asuvad pahemal pool, taga, keskõmbeluses, 2 cm värvilist allpool. Brändi siit asub toote eesmisel poolel, värvi ja põhikanga vahel, 4cm keskõmbelusest. Toote kangas sisaldus on 92% puuvill ja 8% elastaan. Õmblemiseks on kasutatud 100% PL niiti, suurus 120.</small>	

Joonis 1. Tootekaardi näidis

Tootmisesse jõuab toode peale tellimuse esitamist. Tellimused esitatakse Helgi e-poes, WooCommerce platvormil. Tellimused edastakse õmblejale läbi Trello programmi, tootmisjuhi poolt. Trello on visuaalne tööriist, mis annab meeskonnale võimaluse hallata mis tahes tüüpi projekte, töövooge või jälgida erinevaid ülesandeid. [16]

Lisaks antakse läbi Trello ülesandeid ka praktikantidele, mida nad kergelt jälgida saavad. Ka kõik jooksvad ülesanded kirjutatakse Trellosse, et midagi ei jääks kahe silma vahele.

Kui õmbleja on teinud ära juurdelõikuse ning õmmelnud valmis tooted liiguvad need edasi tootmisjuhile, kes teeb kvaliteedikontrolli. Kui tooted kvaliteedikontrolli läbivad siis komplekteeritakse tellimus ning pakitakse siidipaberisse, seejärel ümbrikusse. Ümbrikuid, milles tooted välja saadetakse on erinevaid. Väiksemad ümbrikud on taaskasutatud papist ning suurema tellimuse puhul kasutatakse biolagunevaid pakkimiskotte. Kui poes müüdavatel rõivakaupadel on igal tootel küljes ka sildid siis Helgis pannakse tellitud toodetele kaasa vaid 1 komplekt silte, isegi

kui tooteid on rohkem. Helgi jaoks on jätkusuutlikus ning keskkonnasõbralikkus väga olulised. Näiteks kui pakendatakse põlvelappe siis kinnitatakse nad paari paberiga, mille peal on olnud kleepsud, et prügi tekiks võimalikult vähe.

Võimalik on ka see, et tellitakse toode, mida ei pea õmblema vaid mis on juba laos. Ettevõtte on seadnud endale eesmärgiks selle, et toota lattu võimalikult vähe tooteid. Seega hetkel hoitakse laos ainult populaarsemaid tooteid, mis on kindel, et ostetakse ära. Näiteks naiste riideid ei toodeta lattu peaaegu üldse. Kui toodet laos ei ole, siis see valmib 5 tööpäeva jooksul. Tooted ladustatakse Helg kontorisis ning õmblustoas.

2.3. Digitrükk Helg toodetel

Siiani on kujundused trükitud kangale *roll-to-roll* printimismeetodit (joonis 2), mille puhul muster prinditakse kangale enne ning seejärel valmistatakse tooted. Trükitud kangad valmistatakse hetkel Poola tehases, Helgi koostööpartneri, Alisa Vasina loodud mustrite põhjal.



Joonis 2. *Roll-to-roll* meetodil trükitud kangas

Ka *roll-to-roll* meetodi abil sai bränd luua kujundusi mis olid nõ tootele trükitud, kuid sellega kaasnesid mõned kitsaskohad. Näiteks soovides kujundust lumivalgele kangale või tootele jääb kujunduse all olev kangas, peale trükki, pigem loodusvalge (Joonis 3). Siiani kasutusel oleva tehnoloogia miinuseks on see, et ettevõtte ei saa tellida kujundusi ühe kaupa vaid peab laskma teha kas terve rulli või pool, mis sisaldab vähemalt 20 kujundust, millest õmmelda tooted. Sellisel väikeettevõttel nagu Helg on selline kogus liiga suur. Kuna bränd üritab olla aina jätkusuutlikum kui ka mitte hoida laos nii suuri koguseid kangaid, tuleb otsida võimalusi, mis võimaldaksid luua tooteid lühema tarneajaga ning väiksemates kogustes.



Joonis 3. *Roll-to-roll* meetodil tootele trükitud kujundus [17]

2.4. Trükitehnoloogia muutmine

Hetkel on kasutuses *roll-to-roll* trükitehnoloogia, mis tähendab, et kujundus trükitakse tehases kangale. See oli algselt Helgile kõige mugavam lahendus, kuna kujundused tulevad valmis paneelidena rulli peal. Pikas perspektiivis hakkas see tekitama murekohti. Eelkõige just selle pärast, et sama rulli peal kus on paneelid on ka tavaline kattev trükimuster. Paneel, mille peal on üks kujundus võtab ära rullist juba 1/3, mis tähendab, et teist mustrit on selle võrra vähem. Aeg on aga näidanud, et paneele ei lähe nii palju kui teist mustrit, millega koos see rullil on.

Teise lahendusena tellis Helg kangarulli, mis koosnes ainult paneelidest. Selle lahenduse puhul oli miinimumtellimus 20m ehk 40 paneeli. See ei ole jätkusuutlik lahendus, kuna kliendid ei osta paneelidega tooted nii palju kui tavalisi mustrilisi.

Enamus Helgi tootevalikust on valmistatud puuvillatrikotaažist. See on nende põhikangas, millele on hetkel trükitud kõik mustrid. Ka uus tehnoloogia peaks sellele kriteeriumile eelkõige vastama.

Roll-to-roll tehnoloogiat on küll mugav kasutada, kuid sellega võivad kaasneda tarneprobleemid. Kui juhuslikult kangas ja/või paneelid otsa saavad ning ettenägelikult pole tellimust tehtud, võib tarne olla 4-6 nädalat. Tänapäevase kiirelt areneva e-kaubanduse kliendi jaoks on see liiga pikk ootaeg, ning tänu millele võib ettevõtte kliente kaotada.

Roll-to-roll vähendab ka kujunduste loomingulist vabadust – ehk puudub võimalus tooteid kiiresti klientide soovide ning vajaduste järgi modifitseerida. Praeguse kiire kaubanduse arenguga on kogu aeg vaja käia trendidega kaasas. Et klientide vajadustega sammu hoida ning kiirelt uusi kujundusi pakkuda, oleks hetkel kõige lühem ooteaeg 8 nädalat. Kuni 6 nädalat sellest oleks juba tarne ning vähemalt 2 nädalat läheks aega uue mustri loomiseks.

Lisaks tulid juurde ka muud probleemid nagu näiteks kanga värv. Kui vaadata „Jussikese“ mustrit ning paneeli, siis tehasest tulev kangas ei ole mitte lumivalge nagu Helgi tavaline valge kangas, vaid hoopis loodusvalge. Probleemi tekitab see siis, kui kõrvuti satub paneel ning näiteks valget värvi olevad muud detailid.

Kui võtta näidiseks t-särk mis on näha joonisel 3 siis uus süsteem tootmises näeks välja järgmine:

1. T-särki detailide juurdelõikus (helehall + valge)
2. Toote õmblemine
3. Kvaliteedikontroll valmis tootele
4. Toote viimine trükki
5. Kvaliteedikontroll trükile Helgis
6. Valmis toote välja saatmine kliendile

Väljatoodud süsteemi puudus on hetkel see, et tegu oleks ühe tootega, mille pärast peab sõitma. Helg loodab, et ühel ajal tuleb tellimusi rohkem, mis nõuavad pealetrükki ning mida trükki viia. Siis ei oleks tegu ainult üksikute toodetega.

Helgi näol on tegemist beebiriideid tootva ettevõttega, seega oluline aspekt on ka OekoTex sertifikaadi olemasolu trükitava tindi puhul. Senine lahendus (*roll-to-roll*) on sertifikaadi olemasoluga ning see on Helgi jaoks väga oluline, et kõik nende tooted oleks ka kõige väiksematele lastele ohutud.

Helgile on väga oluline, et kangas ei jääks lattu seisma. Seega oleks keskkonna sõbralikum variant printida kujundus tootele, peale selle valmimist, lähtuvalt tellimuste arvust.

Tekstiilitehnoloogia arengud kombineerituna tarbijate teadlikkuse kasvuga koos kindlate nõudmistega spetsiifilistele omadustele, on teinud hädavajalikuks, et materjalide omadused oleksid üheselt mõistetavad ja tooted tarbitavad pika aja jooksul. [14]

Analüüsisdes klientide ootuseid ning Helgi tulevikuvaateid kollektsoonide suhtes, leidis tegevjuht, et vajalik oleks kujundused toodetele peale trükkida Eestis. See lühendaks tarneperioodi silmnähtavalt ning ka loomingulisuse aspekt oleks olemas. Kõige sobivam digitrüki tehnoloogia oleks DTG.

DTG trükitehnoloogiaga on võimalik printida peale suuremate tiraažide ka üksikuid eksemplare, ilma, et sellest oleks suuremat kahju keskkonnale. Lisaks kulub printimiseks väga vähe vett, mis on pikas perspektiivis keskkonnale oluline.

Praeguse lahenduse maksumus:

Kangas + trükk: 3,50€

Transport: 0,10€

Praeguse lahenduse maksumus on selline eeldusel, et tellitakse vähemalt 20m kangarull, millel on 40 paneeli. Sellisel juhul tuleb ühe paneeli trüki hinnaks 3,50€. Transpordihind on arvestatud vastavalt tellitud kogusele (40 paneeli) ning siis tuleb ühe paneeli transpordi hinnaks 0,10€.

3. DIGITRÜKI LAHENDUSI PAKKUVAD ETTEVÕTTED EESTIS

Tekstiilidele digitrukiteenuseid pakkuvaid ettevõtteid on Eestis mitmeid. Lähtuvalt ettevõtte poolt seatud piirangust, milleks oli valmistoodete trükk ning võimalus tellida trükki puuvillasele kangale Eesti ettevõttest, otsiti DTG trükki pakkuvaid ettevõtteid.

Kaardistades antud teenust pakkuvaid ettevõtteid, tuli tähelepanu pöörata Helgi poolt seatud kriteeriumitele. Ettevõtte seadis tingimuseks asukohta, hinna ning erinevad kvaliteediaspektid. Kaardistatavad ettevõtted pidid jääma kas Tallinna või vähemalt Harjumaapiiresse. Kaugemad ettevõtted oleksid tähendanud suuremaid transpordikulusid ning pikemat tarneaega (toode peab liikuma Helgist trükki, ning tagasi Helgi kvaliteedikontrolli, enne kui see kliendile välja saadetakse).

Teine oluline aspekt oli hind. Trüki madalam hind tähendab seda, et juba olemas oleva toote hinda ei pea tõstma hakkama. Oluline oli koguda infot ka trüki hinnastamise kohta ehk kas trüki hind on oleneb kogusest ning millised on hinnad erinevatele kogustele.

3.1. Ettevõtted

Esimese ülesandena tegeleti ettevõtete kaardistamisega, kes pakuvad DTG teenust. Kõige olulisemad parameetrid mille alusel ettevõtted valiti olid: asukoht, hind ning kvaliteet hilisemal visuaalsel vaatlusel.

Ettevõtteid otsiti eelkõige Google otsingumootorit kasutades. Leidmiseks kasutati otsingusõnu: DTG trükk, otsetrükk kangale ning *direct-to-garment* trükk. Valiti nii tuntumaid suurettevõtteid kui ka väikesemaid pereettevõtteid.

Lõputöö käigus valiti ettevõtteid eelkõige lähtuvalt asukohast. Seega jäeti nimekirjast välja ettevõtted, mis ei asunud Tallinnas või selle lähiümbruses, sest ettevõtte peab ise oma tooted trükki viima ning selleks ei soovita kulutada liigset ajalist ega rahalist ressursi. Ettevõtteid kaardistades märgiti ära 11 ettevõtet, millest kaks asusid siiski väljaspool Harjumaad, millest tulenevalt eemaldati need ettevõtted nimekirjast. Üheksa ettevõtet asusid Tallinnas, seega kliendi (Helgi) esimene soov oli rahuldatud.

Privaatsuse põhjustel lõputöös teenust pakkuvaid ettevõtteid nimepidi ei märgita ning ettevõtted eristatakse erinevate tähtedega. Ettevõtted ning nende esialgsed pakkumised on märgitud tabelis 1.

Algsed hinnapakumised on küsitud proovitrüki näol, seega oli ka hind osadel ettevõtetel tavapärasest kallim. Hinnapakumised küsiti kujundusele „Jussike“ mida trükitakse puuvillatrikotaažile. Trükipildi suurus on 15x20 cm.

Tabel 1. Digitrüki ettevõtete hinnapakumised

Teenust pakkuv ettevõte:	Ettevõtte pakkumine:
Ettevõtte A	16€/tk + km
Ettevõtte B	100€/tk + km
Ettevõtte D	Ei vastanud päringule
Ettevõtte E	Ei vastanud päringule
Ettevõtte F	10€/tk + km
Ettevõtte G	10€/tk + km
Ettevõtte H	Ei vastanud päringule
Ettevõtte I	70€/tk + km
Ettevõtte J	15€/tk + km

Tabelis on näha, et päringule vastas 6 ettevõtet. Antud pakkumised vaadati üle ning analüüsiti, kas need sobiksid trüki teenuse ostmiseks, arvestades ettevõtte poolt seatud kriteeriumitest.

Ettevõtte J hinnapakumine ja asukoht vastasid Helgi ootustele, kuid lõputöö kirjutamise ajal olid nad mõnda aega puhkusel ning sealt ei oleks olnud võimalik õigeaegselt näidist saada.

Ettevõtted I ja B olid kõige kallimate hinnapakumistega. Hind võrreldes teistega oli nii hüppeliselt suur, et toote tulevase hinna mõttes, ei saaks Helg sealt tellida. Ka need ettevõtted eemaldati nimekirjast peale läbirääkimisi Helgiga.

Valituks jäid nii asukoha kui ka hinna poolest ettevõtted A, F ning G.

3.2. Digitrüki näidiste tellimine

Valitud kolmele ettevõttele viidi samasugune proovitükk, DTG tehnoloogia proovimiseks. Kangas oli helehall, koostiselt 95% puuvill ning 5% polüester ehk puuvillatrikotaaž. Algselt soovis Helg trükiproove saada valgele kangale, et näha veel paremini erinevusi praeguse lahenduse kõrval kuid seoses tarneraskustega polnud võimalik valget kangast õigeks ajaks kätte saada. Seega valiti trüki testimiseks helehall kangas. Testtrükkide pildiks oli valitud kujundus „Jussike“ (joonis 5).

Kujundused saadeti ettevõtetele nende soovitud formaadis, kas png või pdf failidena (lisa 1). Lisainfona läks juurde ka info, kui suurelt trükki soovitakse.



Joonis 5. Tellitud trüki kujundus [18]

Joonisel 5 olev trüki kujundus on originaalne Silvi Väljal jussikese illustratsioon, mis tehti aastal 1966. Helgil on Eestis ainuõigus seda kasutada ning kujundus on kaitstud autoriõigustega.

Ettevõtte F soovis täpsustada, kas pildi erksuse ning kvaliteedi mõttes soovitakse kujunduse alla trükkida ka kihi valget, mis parandaks pildi kvaliteeti. Ettevõtte märkis, et valge alla trükkimine on oluline selle pärast, et nende printer ise valget automaatselt ei trüki.

Ettevõtted A ja G ühtegi täpsustust ei soovinud.

Ettevõtete parema kõrvutamise jaoks on tabelis 2 näha kaugus Helgist, teenuse osutamise kiirus ning hinnad, kui trükkida kas 1, 5 või 10 toodet.

Trükkimisel on toodete kogus oluline kuna hetkel on Helgi miinimumtellimus 40 trükitud paneeli. Tulevikus sooviks Helg trükkida ka üksikute toodete kaupa. Selle pärast oli oluline uurida ka trükkide hinda muudes kogustes nagu näiteks 5 või 10 tükki.

Tabel 2. Teenust pakkuvate ettevõtete võrdlus

	Ettevõtte A	Ettevõtte F	Ettevõtte G
Algne hinnapakumine	16€/tk + km	10€/tk + km	10€/tk + km
Kaugus Helgist (km)	13,2 km	15,8 km	17,4 km
Teenuse kiirus	2 tööpäeva	1 tööpäev	5 tööpäeva
Hind, kui trükkida 5 toodet	12€/tk + km	8€/tk + km	10€/tk + km
Hind, kui trükkida 10 toodet	10€/tk + km	5€/tk + km	8€/tk + km

Tellimused esitati ettevõtetele 28.aprill. Ettevõtted said kõik Helg kanga samal päeval. Kõige kiiremini valmis ettevõtte F trükk, mis võttis aega 24h. Järgmisena valmis ettevõtte A trükk, millega läks 2 tööpäeva ning viimasena ettevõtte G trükk, millega läks aega 5 tööpäeva.

Kui tellitud tooted olid kätte saadud hinnati trüki kvaliteeti visuaalselt koos Helgi tegevjuhiga, et näha millised trükid tulid. Kõikidele ettevõtetele saadeti sama info, kuid sellest hoolimata erines ettevõtte G trükk oma suuruselt ning oli oma mõõtudel märkimisväärselt väiksem. Soovitud pildi mõõt oli 15x20 cm ja antud ettevõttes trükitud pildi suurus oli 10x12 cm. Lisaks oli trükk tehtud kangale vales suunas.

Nagu eelnevalt mainitud, siis kõik ettevõtted said sama info trüki kohta. Sellele vaatamata oli ettevõtte G trükk palju väiksem kui teised. Olenemata, et trükk oli tehtud kangale ka vales suunas, otsustati antud näidisega minna edasi, lähtuvalt ajalistest piirangutest.

4. DIGITRÜKI KVALITEEDI HINDAMINE

Varasemalt ei ole Helg bränd kasutanud oma toodangus valmistootele otsetrükki, kuid lähtuvalt sellest, et tellimuste kogused on väikesed soovitakse testida alternatiivseid võimalusi ehk tootele trükkimist DTG tehnoloogiaga. Selleks, et hinnata trüki kvaliteeti, telliti kolmest ettevõttest näidistrükk brändi Helg kangale. Selleks, et kangastel olevat trükikvaliteeti objektiivselt hinnata, vaadeldakse kõigepealt trükke visuaalselt ning seejärel viiakse trükitud näidistega läbi erinevad tekstiilmaterjalidele mõeldud testid. Kuna eesmärgiks ei ole hinnata materjali ennast, siis lähtuvalt klientide tagasisidest on oluline hinnata trüki värvipüsivust, kuna see oli probleemiks varasema trüki puhul klientide hinnangul.

Sellest tulenevalt viiakse trükitud näidistega läbi järgnevad testid: hõõrdekindlus, värvipüsivus pesemisel ning värvipüsivus hõõrdumisel. Kõik testid teostatakse Tallinna Tehnikakõrgkooli tekstiilmaterjalide testimise laboris. Testimise ajal oli ruumis 23 kraadi ning õhuniiskus oli 39%.

4.1. Visuaalne hindamine

Läbi visuaalse hinnangu on võimalik anda esimene tagasiside trükile, vajamata selleks liigset aega või muid kvaliteedi hindamiseks vajalikke vahendeid või muid liigseid ressursse.

Kõik trükid, mis olid tellitud erinevatest ettevõtetest erinesid silmnähtavalt üksteisest. Joonisel 7 (vasakult paremale: Helg, ettevõtte F, ettevõtte A ning ettevõtte G) on väga hästi näha ka ettevõtte G ning teiste testkehade trüki kvaliteedi erinevus.



Joonis 7. Testkehad kõrvuti

Käega katsudes oli kõige paksema trükiga ettevõtte F. Nende eripära on ka see, et trüki alla prinditi kiht valget, et tulemus jääks ilusam. Lisaks oli neil ka hea värvi katvus ning pildi kvaliteet. Ettevõtte G trükk oli samuti teistest veidi paksem, kuid mitte nii palju kui ettevõtte F oma. Lisaks tundus käega katsudes nende trükk ka veidi kummisem ning trükk ise venivam.

Visuaalsel hindamisel oli ettevõtte G trükil näha ka laik, eeltöötlemise vahendist. Ettevõtte sõnul oli see täiesti normaalne ning tulebki sellise kanga peal välja. Sellise trükiga toodet ei oleks Helgil võimalik müüa (Joonis 8).



Joonis 8. Ettevõtte G trükk kangal

TTK Minifactory trükk oli värvilt kõige heledam, kuid venitades pragunemist ei ilmutanud. Käega katsudes meenutas Helgi praegust *roll-to-roll* trükimeetodit.

Helg originaalne trükk oli valgel kangal. Vaadeldes seda teiste trükidega, oli näha, et trükk ise oli veidi kokku surutud. Lisa 5 on näha Helg trükk. Võimalik, et erisus on seoses trükifailiga, mis saadeti vabrikusse, kust Helg oma kangad trükkida laseb.

4.2. Digitrüki kvaliteedi testimine laboris

Laboris testiti lisaks ettevõtete trükkidele ka Helgi praegust trükilahendust ning ka Tallinna Tehnikakõrgkooli Minifactorys trükitud kujundust. Helgi trükk võeti testimisse just eelkõige sellepärast, et oleks näha algstandard, millest paremat ettevõtte ootab saada. Lisaks annab TTK Minifactory trükk juurde kvaliteetide võrdlusele, et näha erinevaid trükivõimalusi. TTK Minifactory trükile ei ole näiteks alla trükitud valget kihti, seega tulemus näeb teistest ka silmnähtavalt erinev välja. Lisaks ei kasutatud ka eeltöötlus vahendit.

4.2.1. Värvipüsivus pesemisel

Kuna brändi Helg toodang on suunatud beebidele ja emadele, siis sellest tulenevalt peavad olema tooted ka kergesti hooldatavad ning toote kaubanduslik välimus ei tohiks muutuda peale esimesi pesukordi. Erinevatele materjalidele võivad tekkida pesu järel värvimuutused ja/või määrdumine. Et seda vältida saab testida kangaste värvipüsivust pesemisel.

Kanga värvipüsivuse testimiseks pesus on olemas palju erinevaid meetodeid. Erinevate pesukindlustestide arvukus on tingitud eeskätt sellest, et on olemas palju erinevaid pesemismeetodeid, kultuurilisi erinevusi pesupesemises, erinevaid kangatüüpe ja ka erinevaid kanga kasutamise viise. [14]

Kuigi erinevat tüüpi kangatestide puhul rakendatakse erinevaid katsestandardeid, on oluline märkida, et iga testi puhul on kolm olulist tegurit: proovivõtuprotokoll (*sampling protocol*), mõõtmistingimused ning seadmed ja mõõtmisprotseduur. [14]

Üldiselt valitakse testimiseks sellised tingimused mis on kõige lähemad materjali soovitatavatele hooldustingimustele.

Testid viidi läbi EVS-EN ISO 105-C06:2010 standardi alusel. Testimiseks kasutati Atlas Linitest plus testimiseadet. Testid viiakse läbi 200 ml suurustes suletud nõudes, mis pöörlevad püsiva temperatuuri ning kiiruse juures pesutrümmis. Testi jaoks kasutatakse spetsiaalset mitmekiulist abikangast, et hinnata värvi püsivust. Mitmekiuline abikangas on ühest otsast õmmeldud testitava materjaliga kokku. Materjalid mitmekiulisel kangal on: vill, akrüül, polüester, polüamiid, valgendatud puuvill ning diatsetaat.

Selleks, et tagada testide korratavus ka hiljem samade või uute trükkidega, teostatakse värvipüsivuse testid pesule, standardiga määratud pesuainega, mis tagab selle, et pesuaine päritolu ei oma tähtsust. [19]

Testides trükitud materjale, lisati testanumasse ka roostevabast terasest kuulid, et imiteerida pesus toimuvat hõõrdumise protsessi. Temperatuur millega testiti oli 40 kraadi. Temperatuur tulenes sellest, et Helg kanga puhul on pesus lubatud temperatuur 40C.

Tabel 4. Värvipüsivus pesemisel peale ühte pesukorda

	Hinne peale I pesu mitmekiulisel abikangal	Hinne peale I pesu trükitud materjalil
Ettevõtte A	5	4/5
Ettevõtte F	5	4/5
Ettevõtte G	5	4/5
Helg	5	5
TTK Minifactory	4	4

Tabelis 4 on toodud värvipüsivuse testide tulemused peale esimest pesukorda. Testkehade puhul hinnati nii värvipüsivust kui värviandvust teistele kiududele. Hindamiseks kasutati hall skaalat. Värvikindlust hinnatakse mitmekiulise abikanga määrdumise abil. Kõikide testide kõik kiud, mis asuvad mitmekiulisel kangal olid hinnatud hindegas viis. Testitav kangas ise oli pesus muutnud oma kaubanduslikku välimust. Võrreldes originaalse katsenäidisega olid kõigil kangastel, peale Helgi oma, näha õrnad värvimuutused. Helgi katsenäidis sai hindeks 5, kõik ülejäänud katsenäidised said hindeks 4/5.

TTK Minifactory trüki mitmekiulisel kangal oli koheselt näha, et toimunud on määrdumine. Eriti hästi oli määrdumist näha villal, polüestril ning veidi ka akrüülil (joonis 9). Ka trükk ise oli nähtavalt kulunud ning osa oma värvist kaotanud. Nii mitmekiuline abikangas kui ka trükk ise said seega hindeks 4.



Joonis 9. TTK Minifactory testkeha peale I pesu

Tabel 5. Värvipüsivus pesemisel peale kahte pesukorda

	Hinne peale II pesu mitmekiulisel abikangal	Hinne peale II pesu trükitud materjalil
Ettevõtte A	5	4/5
Ettevõtte F	5	4/5
Ettevõtte G	5	4/5
Helg	5	4/5
TTK Minifactory	4	2/3

Peale kahte pesukorda olid kõikide testkehade mitmekiulised abikangad samasugused, negatiivseid muutuseid polnud. Trükitud materjalide puhul oli näha muutuseid Helgi trükil kui ka TTK Minifactory trükil. Helgil oli näha veidi kulumist, kuid TTK Minifactory trükil oli muutus selge ning tugev. Hinde 4 asemel oli peale teist pesu juba hinne 2/3 kuna trüki roheline värv oli laiali läinud ning trükk ise oli ka osaliselt kanga pealt tuhmunud.

Tabel 6. Värvipüsivus pesemisel peale kolme pesukorda

	Hinne peale III pesu mitmekiulisel abikangal	Hinne peale III pesu trükitud materjalil
Ettevõtte A	5	4/5
Ettevõtte F	5	4/5
Ettevõtte G	5	4/5
Helg	5	4
TTK Minifactory	4	2

Peale kolmandat pesu olid kõikide trükkide mitmekiulised abikangad jätkuvalt samasugused. Muutuseid oli näha ainult Helgi ning TTK Minifactory trükitud materjalidel. Mõlemad olid peale kolmandat pesu veel kulunud.

Kõige paremini pidasid värvipüsivuse testile pesemisel vastu ettevõtete A, F ning G trükkid. Kõigil neil oli õrna kulumist näha vaid peale esimest pesu. Kõige rohkem kaotasid oma kaubanduslikku väärtust Helg ning TTK Minifactory trükkid. Helgi puhul oli näha lihtsalt värvi tuhmumist, kuid TTK Minifactory trüki puhul läks trükitud värv ka laiali ning tuhmus üleüldiselt.

4.2.2. Värvipüsivus hõõrdumisele

Värvipüsivust hõõrdumisele teostati EVS-EN ISO 105-X12:2016 standardi alusel. Testimiseks kasutati SDL Atlase testimisseadet crockmeter M238BB. Masinale asetati testkeha suuruses 5x14cm ning testkeha kohale kinnitati spetsiaalne puuvillane hõõrdekangas. Ühte testkeha testitakse 10 korda edaspidi ning 10 korda tagurpidi, mille jookusul hõõrdekangas hõõrutakse vastu testkeha.

Värvipüsivust hõõrdumisel testitakse standardi järgi nelja katsekehaga ehk kaks korda kuivalt ning kaks korda märjalt [20]. Kuna trükitud pind oli piiratud siis viidi katsed läbi ainult kahe testkehaga, 1 kord kuivalt ning 1 kord märjalt.

Värvipüsivust hõõrdumisel testitakse kuivalt ning märjalt. Märja puhul kastetakse puuvillane hõõrdekangas enne testi destilleeritud vette, kuid protseduur on ülejäänud osas samasugune nagu kuivalt.

Peale testimist hinnatakse tulemusi skaalal 1-5. Tulemus hinnanguga „5“ on kõige parem. Hindamist tehakse spetsiaalses valguskastis, et tulemusi hinnataks ühtedel ja samadel tingimustel.

Tabel 7. Värvipüsivus hõõrdumisel hindamine kuiva testkehaga.

	Visuaalne hindamine nii kuiva kui märja testkeha puhul	Hinnang kuivalt	Hinnang märjalt
Ettevõtte A	Hõõrdekangal oli näha veidi värvierinevusi. Trükitud kangal oli näha märke hõõrdumisest, värvikadu oli tugev ning testkeha venis välja hõõrdumise tulemusel. Märjal hõõrdekangal on näha nähtavat värvi ülekandumist. Trükitud kangal on trükitud värv hakanud kohati kooruma.	4/5	3
Ettevõtte F	Hõõrdekangal polnud visuaalselt võimalik tuvastada ühtegi erinevust. Trükitud kangas säilitas esialgse kaubandusliku välimuse. Märjal hõõrdekangal on näha veidi värvierinevusi. Trükitud kangal on väike laik hõõrdumisel tekkinud märjast värvist.	5	4
Ettevõtte G	Hõõrdekangal on selgelt näha värvi ülekandumist. Trükitud kangal näha otsene värvi koorumine peale testi. Märja hõõrdekangaga ei olnud võimalik testida.	4	-
Helg	Hõõrdekangal oli näha veidi värvi ülekandumist, kuid mitte palju (vähem kui ettevõtte A testkeha puhul). Trükitud kangas oli säilitanud esialgse kaubandusliku välimuse. Märjal hõõrdekangal näha veidi värvierinevusi kuid mitte nii palju kui ettevõtte F testkeha puhul. Trükitud kangal on näha värvierinevusi selles pikkuses, kus testkeha hõõrdus.	4/5	4/5
TTK Minifactory	Hõõrdekangal oli näha nähtavat värvi. Trükitud kangal oli näha värvi hõõrdumist vähesel määral. Märjal hõõrdekangal oli tugevalt näha sinise värvi ülekandumist. Lisaks oli trükitud kangal näha selget värvi kulumist, hõõrdumise osas.	4	3

Katse jooksul käitus kõige erinevamalt ettevõtte G testkeha. Visuaalsel vaatlusel hinnati seda kõrgemalt, kuna trükk oli selge ning venis käe vahel hästi ning ei ilmutanud pragunemist, mida juhtuda võib. Värvipüsivuse katse alguses oli kohe näha, et peale esimest hõõrdumist tõmbas testkeha värvi osaliselt maha (joonis 10). Kuna trükitud kangast polnud rohkem ruumi uut testkeha lõigata siis ei olnud võimalik sooritada värvipüsivust hõõrdumiselt märja hõõrdekangaga. Lisaks ei olnud võimalik katsesse võtta ka kuiva testkeha, kuna värv oli maha koorunud (Joonis 10).



Joonis 10. Ettevõtte G testkeha peale värvipüsivus hõõrdumisel (kuiv) testi

Kõige kõrgema hinde sai ettevõtte F kelle testkeha, kui ka hõõrdekangas, olid ilma ühegi muutuseta. Märja hõõrdekangaga testides eritus testi käigus veidi määrdunud vett, mis tekitas ka testkehale väikese laigu. Lisaks oli hõõrdekangal näha ka värvimuutuseid, vähesel määral.

Ettevõtte A ning Helg testkehad käitusid sarnaselt. Mõlemal oli näha hõõrdekanga värvumist. Ettevõttel A oli seda isegi veidi rohkem kui Helgil aga mitte nii palju, et panna hinnanguks 4. Lisaks oli ettevõtte A testkehal näha ka hõõrdumist, mida Helg testkehal ei olnud. Märja hõõrdekangaga testides oli ettevõtte A testkehal näha selget hõõrdumist, mis kandus üle ka hõõrdekangale. Hall hinnates oli selle hindeks 3. Helg hõõrdekangal oli samuti peale testimist veidi värvierinevust, kuid mitte väga märgatavalt. Testkehal endal oli näha hõõrdumise trajektoori.

TTK Minifactory hõrdekangal oli peale kuiva testimist näha koheselt värvierinevusi. Lisaks oli hõõrdumist näha ka trükitud kangal. Peale märga testi oli hõrdekangal näha tugevalt sinist värvi, mis trüki pealt hõõrdus. Ka testkeha peal oli näha selget kulumist, hõõrdumise trajektoorigil (Joonis 11).



Joonis 11. TTK Minifactory testkeha peale märga hõõrdumist

Kokkuvõttes hõõrdusid kõik katsekehad mingil määral. Kõige kõrgema tulemuse sai küll ettevõtte F testkeha, kuid ka selle puhul oli märja hõrdekanga testides näha hõõrdumist. Helg suutis mõlema katse vältel säilitada mingil määral oma kaubanduslikku välimust. Kõige nõrgemad tulemused olid peale märga testi ettevõttel A ning TTK Minifactory trükil.

4.2.3. Hõõrdekindlus

Toode puutub oma kasutuse jooksul kokku erinevate hõõrdumistega, seda nii kasutuse, pesemise, tootmise, transpordi ja muude tegevuste käigus. See omakorda põhjustab kulumist, mis muudab kanga omadusi ning kaubanduslikku väärtust.

Helgi toodangu vastupidavus hõõrdumisel peab olema hea, sest beebi/laste riietel toimub pidev hõõrdumine vastu erinevaid tekstiile (süles, voodis jne). Samuti toimub tugev hõõrdumine roomates, vastu erinevad pindasi (põrand, vaibad). Helgi toodangu puhul on hõõrdekindlus oluline, kuna see säilitab kaubandusliku väärtuse kauemaks.

Tekstiilmaterjalide vastupanu hõõrdumisele ja ka pillingule on kindlalt üks olulisemaid kriteeriume, mida võetakse arvesse materjali vastupidavuse hindamisel. [14]

Katsekehasid oli testis kokku seitse. Igast ettevõttest 2 tk, peale ettevõtte G kuna seal oli trükitud katsekeha liiga väike, et saada 2 testkeha. Standardi järgi peaks katsekehasid olema igast ettevõttest 3, mitte 2 aga trükisuuruste tõttu oli võimalik võtta vaid 2 [21].

Hõõrdekindluse testi viidi läbi EVS-EN ISO 12947-2:2016 standardi alusel, James Heal Maxi-Martindale seadmel.

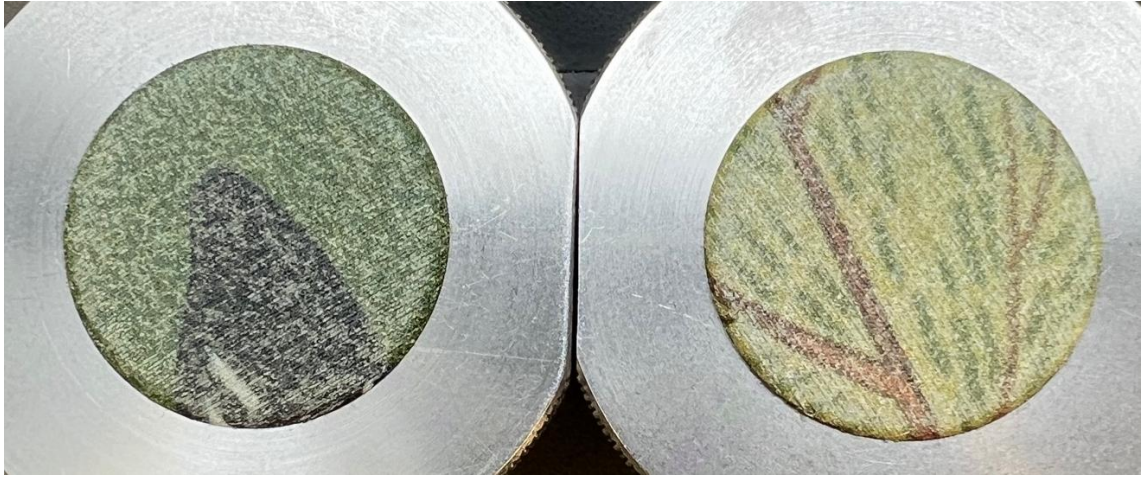
Tulemusi hinnati 10 punkti süsteemiga, et oleks mugav tulemusi tõlgendada. Leiti ka iga katsekeha keskmine tulemus, et tekiks pingerida.

Testimist alustati 100 pöördega, et näha kas trükitud kangad sellele vastu peavad. Peale 100 pöoret polnud mitte ühelgi katsekehal näha hõõrdumise või kulumise märke. Edasi testiti 1000 pöördega. Peale 1000 pöoret oli üksikutel katsekehadel näha õrna pillingut ning kulumist. Peale 2000 pöoret oli muutuseid vähe võrreldes 1000 pöördega. Kuid siiski olid mõned katsekehad, mis kulusid nähtavamalt rohkem kui teised. Tabelis 8 on toodud hõõrdekindluse testide tulemused erinevate pöörete tagant.

Tabel 8. Hõrdekindluse testimine

	100 pööret	1000 pööret	2000 pööret	5000 pööret	10 000 pööret	Keskmine tulemus
Katsekeha 1 Ettevõte A	10	8	8	5	2	6.6
Katsekeha 2 Ettevõte A	10	10	10	5	2	7.4
Katsekeha 3 Ettevõte F	10	10	10	10	9	9.8
Katsekeha 4 Ettevõte F	10	10	10	10	10	10.0
Katsekeha 5 Helg	10	9	9	9	6	8.6
Katsekeha 6 Helg	10	10	9	9	7	9.0
Katsekeha 7 Ettevõte G	10	8	7	5	5	7.0
Katsekeha 8 TTK Minifactory	10	7	6	4	3	6.0
Katsekeha 9 TTK Minifactory	10	7	6	5	2	6.0

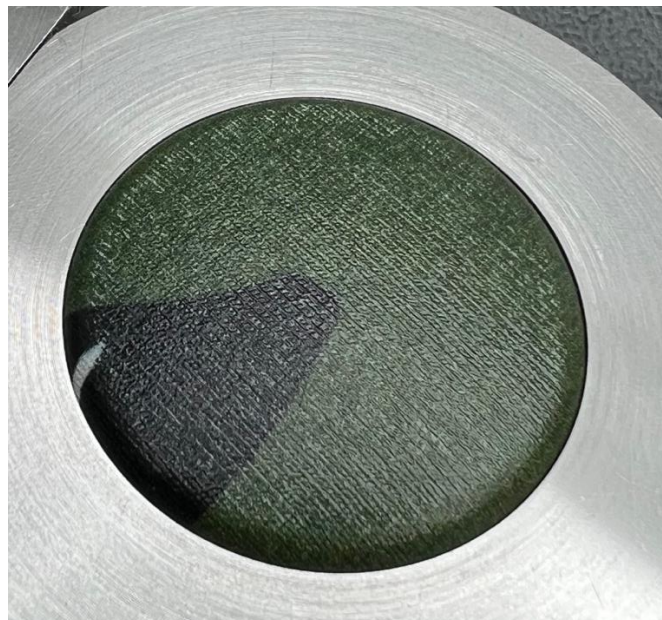
Peale 5000 pööret joonistus paremini välja, millised katsekehad on tugevamad ning millised mitte. Eriti suured erinevused olid katsekehadel 2, 8 ja 9. Katsekeha 2 vastupidavus langes tugevalt, kui enne ei olnud erinevusi märgata, siis peale 5000 pööret oli näha tugev kulumine (joonis 12).



Joonis 12. Katsekeha 1 ja 2 peale 5000 pööret

Ettevõtte A trükk oli juba alguses veidi säbrulisem kui teised, seega oli esialgu raske teha vahet kulumisel. Peale 5000 pööret oli selgelt näha, et tegu ei ole enam säbrulise trükiga, vaid hoopis kulumisega. Kõikidel katsekehadel oli kulumist kiiremini näha tumedamal katsekehal.

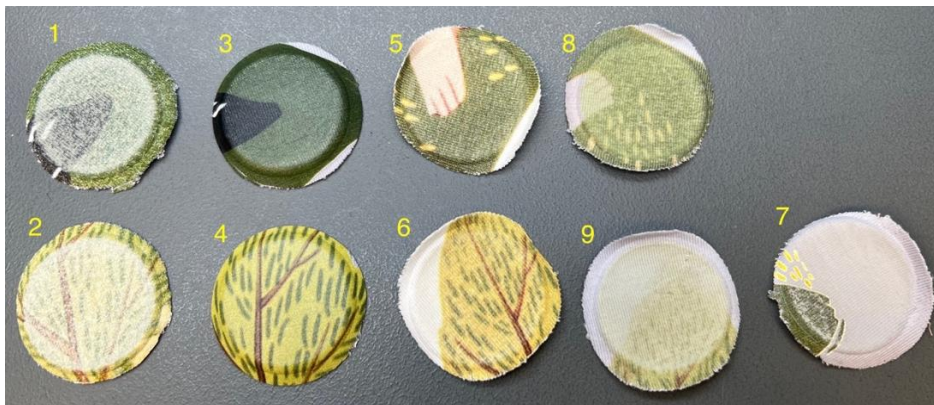
Ettevõtte F katsekehad ei näidanud kuni 10 000 pöördeni ühtegi märki kulumisest. Peale 10 000 pööret oli näha, et tumedamal katsekehal on värv veidi kulunud, 4.katsekehal ei olnud näha midagi. Joonisel 14 tundub katsekeha 3 hõõrdumine tugevamalt, kuna valgus peegeldas peale. Parem tulemus on näha joonisel 13.



Joonis 13. Katsekeha 3 peale 10 000 pööret

Ettevõtte G katsekeha hõõrdumine oli ühtlane ning näha on, et värv koorub maha. Testkeha kattev trükk ei olnud küll nii suur kui teistel testkehadel, kuid trüki käitumine hõõrdumisel on sellegi poolest näha.

Helg testkehad hõõrdusid üksteisest veidi erinevalt. Tumedam testkeha nr 5 hõõrdumine oli nähtavam kui testkeha 6 oma. Hõõrdumine peale erinevaid pöördeid oli suhteliselt ühtlane, ning trükk oli vastupidav (Joonis 14). Kuna hetkel on just Helgi trüki kulumisega probleeme siis oli hea võrrelda seda teistega, sest see oli standard mida pidid teised testkehad ületama. Helg ootus on, et tulevikus kasutusele tulev trükk oleks hõõrdumisele vastupidavam kui praegune.



Joonis 14. Hõõrdekindluse testi tulemused peale 10 000 pöoret

TTK Minifactory testkehadel polnud peale 100 pöoret näha midagi, kuid peale 1000 pöoret oli koheselt näha, et trükitud roheline värv on laiali hõõrdunud. Mida rohkem pöördeid oli seda suuremaks värvi hõõrdumine läks. Peale 10 000 pöoret oli 9.testkeha aluskangas ühtlaselt heleroheline. See näitas hästi, et see trükk ei ole vastupidav hõõrdumisele (Joonis 14).

4.3. Ettepanekud Helg brändile

Kõige paremaks kvaliteedi hindamiseks otsustati teha tabel. Seda lugedes on võimalik Helgil ka hiljem võrrelda erinevate tootjate trükkide kvaliteeti. Tabelis saab iga trükk endale hinde, mis hõlmab kõikide erinevate testite hinnanguid.

Värvipüsivus pesus testil oli 3 pesukorda mida hinnati, tabelis kasutati hindamiseks vaid viimase pesu tulemusi, abikanga ning trükitud kanga tulemuste keskmise põhjal. Värvipüsivus hõõrdumisel testi tulemused liideti kokku ning leiti keskmine. Hõõrdekindluse testi tulemuste tabelis leiti mõlema testkeha keskmine. Erinevate testide primad tulemused on tabelis 8 toodud välja *boldiga*.

Visuaalse vaatluse hinne tuli Helg tegevjuhi poolt. Vaadati üle, kas trükk, enne testimisi, on selline mida saaks klientidele müüa. Küsimus mida küsiti: Kas trükk näeks tootel kaubanduslik välja? Hinde „4“ said need trükkid, mis ei näinud tegevjuhi jaoks kaubanduslikud välja. Ettevõtte A, G ning TTK Minifactory trükkide visuaalsed aspektid on kirjeldatud varasemates peatükkides.

Tabel 8. Digitrükkide kvaliteedi hindamine

	Visuaalne hindamine	Värvipüsivus pesus	Värvipüsivus hõõrdumisel	Hõõrdekindlus
Ettevõtte A	4.0	4.75	3.75	7.0
Ettevõtte F	5.0	4.75	4.50	9.9
Ettevõtte G	4.0	4.75	4.0	7.0
Helg	5.0	4.50	4.50	8.8
TTK Minifactory	4.0	3.00	3.50	6.0

Hindamistabelis olevate tulemuste põhjal sai ettevõtte F trükk kõige kõrgemad tulemused. Ka Helg praegune trükilahendus sai kõrgeid tulemusi visuaalsel hindamisel ning värvipüsivus hõõrdumisel. Ettevõtted A ja G saavutasid head tulemused vaid värvipüsivus pesus testil.

Kõige madalamad tulemused sai TTK Minifactory trükk. Juba visuaalsel vaatlusel oli näha, et trükk on väga hele, kuid testides tuli probleemiks ka trüki värvipüsivus.

Ettepanek Helgile oleks kasutada tulevikus ettevõtte F trükitehnoloogiat kuna see oli visuaalselt kõige kaubanduslikuma välimusega, pidas vastu kõikidele testidele ning ei näidanud silmnähtavat kulumist. Lisaks oli hind trüki kohta kõige soodsam võrreldes teiste ettevõtetega.

KOKKUVÕTE

Lõputöö eesmärk oli leida Helg brändile sobivaim digitrüki lahendus, mis vastaks nii klientide ootustele kui ka ettevõtte nõuetele ning vajadustele. Helg soovib tulevikus luua kollektsiooni, milles kujundused asuvad vaid otsetrukina toodete esipaneelidel.

DTG trükki pakkuvad ettevõtted kaardistati ning leiti sobivaimad, mis vastasid Helgi poolt ette antud nõuetele. Ettevõtteid kellele päring esitati oli kokku 9, nendest 3 ei vastanudki päringule. Kahest ettevõttest ei olnud võimalik näidiseid tellida kuna trüki hind oli liiga kallis. Ühel ettevõttel oli lõputöö kirjutamise ajal puhkus, seega ei olnud ka sealt võimalik trükki tellida. Kokku telliti näidised kolmest ettevõttest.

Kõik DTG näidised telliti kujundusega „Jussike“. Kõikidele ettevõtetele saadeti fail nende soovitud formaadis. Helg põhimaterjal, millele trükki sooviti, on puuvillane trikotaaž (95% puuvill, 5% elastaan). Kõik ettevõtted trüki teostamiseks ühesugused kangänäidised. Trüki suurus oli 15x20cm.

Ettevõtte jaoks on oluline digitrüki kvaliteedi hindamisel kaubanduslik välimus, vastupidavus hõõrdumisele ning värvipüsivus. Kaubandusliku välimuse hindamisel oli kaasatud ettevõtte tegevjuht, kes vaatas ka ise, millised tellitud DTG trükkidest oleksid sobivaimad.

Lisaks kolme ettevõtte trükkidele võeti hindamiseks ka Helgis praegu kasutusel olev trükitud kujundus ning TTK Minifactorys trükitud kujundus.

Kõik testid sooritati lähtuvalt standarditest. Testiti trükkide vastupidavust hõõrdumisele, värvipüsivust pesemisel ning värvipüsivust hõõrdumisel. Kõik testid viidi läbi Tallinna Tehnikakõrgkooli tekstiilmaterjalide testimise laboris.

Vastupidavus hõõrdumisele oli oluline, kuna tegemist on toodetega, mida kannavad eelkõige beebid ning väikelapsed. Mõlema puhul on rõivastel palju hõõrdumist, kuna lapsed on nii süles, kui ka roomavad. Oluline on, et laste kantud tooted oleksid kaubandusliiku välimusega ka peale pikaagset kasutust ning hooldamist.

Värvipüsivust hinnati nii pesemisel kui ka hõõrdumisel. Kuna hetkel kasutusel oleva trükitehnoloogiaga kangad kuluvad pestes kiiresti, oli see oluline aspekt mida testida. Väikelaste rõivaste puhul peab kangas vastu pidama tihedatele pesukordadele, kuna rõivad võivad märduda tavapärasest kiiremini.

Kõikide testide tulemused kajastati tabelitena ning tehti neist järeldused.

Helgi jaoks pakkus kõige sobivamat lahendust ettevõtte F. Võttes arvesse ettevõtte F hinna-ning kvaliteediaspekte, oli eelis teiste ettevõtete ees silmnähtav. Juhul kui trükkida 10 toodet, on hind toote kohta ettevõtte A trükiga võrreldes 50% soodsam. Lisaks oli ettevõttel F ka kõige kiirem teenus, üks tööpäev. Teistes ettevõtetes läks trüki valmimiseks aega 2-6 tööpäeva.

Ettevõtte F trükk vastas kõige enam ettevõtte ootustele visuaalse poole pealt, sest värvid olid selged ning erksad ja trükk oli ühtlane.

Tulemusi võrreldi praegu kasutusel oleva trükiga, mis on on peale tavalist hooldust mõnevõrra kulunud. Testid otseselt ei näidanud, et praegu kasutusel olev trükk kuluks kergesti, kuid ettevõtte F tulemused oli mõnevõrra paremad. Värvipüsivuse testil hõõrdumisele oli trükk samuti vastupidav. Kokkuvõttes võib öelda, et kõiki kvaliteediaspekte arvestades on ettevõtte F trükk Helgile sobiv alternatiiv olemasolevale trükimeetodile.

SUMMARY

The aim of the thesis *Evaluation of the Quality of Digital Printing on Knitted Fabric on the Example of Helg Brand* was to find the most suitable digital printing solution for Helg brand, which would meet the expectations of the customers as well as the requirements and needs of the company. In the future, Helg wants to create a collection, in which the designs are only directly printed on the front panels of the products.

The companies offering DTG printing were mapped out and the most suitable ones were found that met the requirements given by Helg. There were a total of 9 companies to which the inquiry was submitted, of which 3 did not respond to the inquiry. It was not possible to order samples from two companies because the price of the print was too high. One company had a holiday while writing the thesis, so it was not possible to order the print from there either. In total, samples were ordered from three companies.

All DTG samples were ordered with the "Jussike" design. All companies were sent a file in their desired format. The main material, on which the print was requested, is cotton tricot (95% cotton, 5% elastane). All companies used the same fabric samples for printing. The size of the print was 15x20cm.

The research questions presented in the thesis were answered. The research questions presented were:

1. What is important to Helg brand when evaluating the quality of digital printing?
2. Which manufacturer offers the most suitable solution for Helg, considering price and quality criteria?

Commercial appearance, abrasion resistance and color fastness are important for the company when evaluating the quality of digital printing. The company's CEO was involved in evaluating the commercial appearance, and she checked which of the ordered DTG prints would be the most suitable for her brand.

In addition to the prints of the three companies, the printed design currently used in Helg and the design printed in the TTK Minifactory were also evaluated and tested.

All tests were performed according to standards. The resistance of prints to abrasion, color fastness to washing and color fastness to rubbing were tested. All tests were performed in the textile materials testing laboratory of Tallinn University of Applied Sciences.

Resistance to friction was important, as these are products that are primarily worn by babies and small children. In both cases, there is a lot of friction on the clothes as the babies are both on people's laps and crawling. It is important that the products worn by children have a commercial appearance even after long-term use and care.

Color fastness was assessed both to washing and rubbing. Since fabrics with the currently used printing technology wear out quickly when washed, this was an important aspect to test. In the case of toddler clothes, the fabric must withstand frequent washes, as the clothes may get dirty faster than usual.

The results of all tests were presented in tables and conclusions were drawn from them.

Company F offered the most suitable solution for Helg. Taking into account the price and quality aspects of company F, the advantage over other companies was obvious. If you print 10 products, the price per product is 50% cheaper compared to company A's printing. In addition, Company F also had the fastest service, one business day. In other companies, it took 2-6 working days to complete the print.

Visually, Company F's print had the best commercial appearance. The colors were clear and vivid and the print was consistent.

The result was good to compare with the print currently in use, which is somewhat worn after normal maintenance. The tests did not directly show that the print currently in use would wear easily, but Company F's results were somewhat better. In the color fastness to rubbing test, the print was also durable. In summary, it can be said that considering all aspects of quality, company F's printing for Helg is a suitable alternative to the existing printing method.

VIIDATUD ALLIKAD

- [1] S. Garden, Digital textile printing, London: Bloomsbury Academic , 2016.
- [2] X. Li, N. B. Powell ja S. Michielsen, „Print clarity on digitally printed textiles - a quantitative evaluation,“ 5. juuni, 2019. [Võrgumaterjal]. Available: <https://doi.org/10.1080/00405000.2019.1622273>. [Kasutatud 14. aprill, 2023].
- [3] K. Intelligence, 9. mai, 2019. [Võrgumaterjal]. Available: <https://whattheythink.com/articles/95264-direct-garment-printing-landscape-grows-across-commercial-industrial-sectors/>. [Kasutatud 21. veebruar, 2023].
- [4] V. Cahill, „Introduction to Digital Printing Technology,“ The Colorworks, 15 veebruar, 2017. [Võrgumaterjal]. Available: <https://web.archive.org/web/20170215031459/http://www.techexchange.com/library/An%20Introduction%20to%20Digital%20Printing%20Technology.pdf>. [Kasutatud 21 veebruar, 2023].
- [5] B. Gooby, „The Development of Methodologies for Color Printing in Digital Inkjet Textile Printing and the Application of Color Knowledge in the Ways of Making Project,“ 5. november, 2020. [Võrgumaterjal]. Available: <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/20511787.2020.1827802>. [Kasutatud 14. aprill, 2023].
- [6] DigitalFabrics, „Direct Digital Fabric Printing,“ [Võrgumaterjal]. Available: <https://www.digitalfabrics.com.au/direct-digital-fabric-printing/>. [Kasutatud 16. märts, 2023].
- [7] Kruze, „Digitaalne trükk,“ [Võrgumaterjal]. Available: <https://kruze.ee/et/digitaalne-trukk/>. [Kasutatud 16. märts, 2023].
- [8] M. I. Kiron, „Digital textile printing technology,“ [Võrgumaterjal]. Available: <https://textilelearner.net/digital-textile-printing-technology/>. [Kasutatud 1. aprill, 2023].
- [9] D. Prybeha, J. Koshevko, S. Smutko, V. Onofriichuk, M. Skyba, O. Synyuk, S. Kuleshova, S. Pidhaichuk ja B. Zlotenko, „Analysis of methods of printing images on textile materials and evaluation of their quality,“ 2021, [Võrgumaterjal]. Available: http://vat.ft.tul.cz/2021/2/VaT_2021_2_8.pdf. [Kasutatud 15. aprill, 2023].

- [10] CDigital, „Digital Heat Transfers: Where Did They Come From?“, [Võrgumaterjal]. Available: <http://www.cdigital.com/blog/digital-heat-transfers/digital-heat-transfers-where-did-they-come-from/>. [Kasutatud 1. aprill, 2023].
- [11] Kuup3, [Võrgumaterjal]. Available: <https://kuup3.ee/teenused/#kuumpresstrukk>. [Kasutatud 5. märts, 2023].
- [12] Impact Northwest, „What is heat transfer printing?“, [Võrgumaterjal]. Available: <https://impact-nw.com/what-is-vinyl-heat-transfer-printing-the-basics/>. [Kasutatud 26. märts, 2023].
- [13] WePrint, „Kuumpresstrukk“, [Võrgumaterjal]. Available: <https://www.weprint.ee/kuumpresstrukk/>. [Kasutatud 16. märts, 2023].
- [14] J. HU, Fabric testing, Cornwall: Woodhead Publishing Limited, 2008.
- [15] Helg, „Helg“, [Võrgumaterjal]. Available: <https://helg.ee/meist/>. [Kasutatud 22. veebruar, 2023].
- [16] Trello, „Trello“, [Võrgumaterjal]. Available: <https://trello.com/tour>. [Kasutatud 13. märts, 2023].
- [17] Helg, „Naiste pluus "Jussike"“, [Võrgumaterjal]. Available: <https://helg.ee/toode/naiste-pluus-jussike/>. [Kasutatud 29. aprill, 2023].
- [18] S. Väljal, Artist, *Jussike*. [Art]. 1966.
- [19] *EVS-EN ISO 105-C06:2010 Tekstiil. Värvipüsivuse katsetamine. Värvipüsivus koduse ja pesumajas pesemise toimele*, Brussels: European Committee for Standardization, 2010.
- [20] *EVS-EN ISO 105-A01:2010 Tekstiil. Värvipüsivuse katsetamine. Osa A01*, Brussels: European Committee for Standardization, 2010.
- [21] *EVS-EN ISO 12947-1:2001 Textiles - Determination of abrasion resistance of fabrics by the Martindale method*, Brussels: European Committee for Standardization, 2001.
- [22] M. I. Kiron, „All-Over-Printing“, 14. aprill, 2021. [Võrgumaterjal]. Available: <https://textilelearner.net/all-over-printing/>. [Kasutatud 1. aprill, 2023].
- [23] A. Payne, „Vispronet“, [Võrgumaterjal]. Available: <https://www.vispronet.com/blog/sublimation-printing/>. [Kasutatud 16. märts, 2023].
- [24] Y. J. Wu, „Key factors affecting color reproduction on polyester fabrics using heat transfer printing“, 9. märts, 2011. [Võrgumaterjal]. Available: <https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0->

84864628204&origin=resultslist&sort=plf-
f&src=s&st1=sublimation+textile+printing&nlo=&nlr=&nls=&sid=92ea19b87b5445fb08928a
3bedb45946&sot=b&sdt=b&sl=43&s=TITLE-ABS-
KEY%28sublimation+textile+printing%29&r. [Kasutatud 13. aprill, 2023].

- [25] K. Polston, „Print-on-demand inkjet digital textile printing technology: an initial understanding of user types and skill levels,“ 1. juuni, 2014. [Võrgumaterjal]. Available: <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/17543266.2014.992050>. [Kasutatud 13. aprill, 2023].
- [26] M. Moshin, „Performance Enhancement of the Digital Printed Cotton Fabric through Ecofriendly Finishes,“ 17. august, 2021. [Võrgumaterjal]. Available: <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/15440478.2021.1958430>. [Kasutatud 15. aprill, 2023].

LISAD

Lisa 1. Koopia päringust, mis ettevõtetele saadeti

Subject: Hinnapakkumine

Tere

Sooviksime ettevõttes proovida uue kollektsiooni raames uut trükitehnikat. Oleme huvitatud DTG ning kuumpresstrükist. Kujundus on manuses. Kas oleks võimalik tuua Teile enda kangas, et näha millised oleksid proovitrükid? Materjal millele me trükkida sooviks on 100% puuvilla trikootaaz. Kas see kõik oleks võimalik ning kui palju selline proovitrükk maksaks?

Trüki suurus oleks umbes 15x20cm.

Ette tänades
Maris Lindmann

Lisa 2. Ettevõte A trükk



Lisa 3. Ettevõte F trükk



Lisa 4. Ettevõte G trükk



Lisa 5. Helg trükk



Lisa 6. TTK Minifactory trükk

