



TALLINNA TEHNIKAÜLIKOOL  
INSENERITEADUSKOND

Materjali- ja keskkonnatehnoloogia instituut

# JUURDELÕIKUSPROTSESSI EFEKTIIVISTAMINE BRÄNDI KRISSE SOONIK LOUNGERIE MUDELITE NÄITEL

IMPROVING THE SPREADING AND CUTTING PROCESSES OF THE  
PRODUCTION OF KIRSS SOONIK LOUNGERIE PRODUCTS

BAKALAUREUSETÖÖ

Üliõpilane: Jaana Rodima

Üliõpilaskood: 154799KAOB

Juhendaja: Piret Mellik, tunnitasuline õppejõud

Kaasjuhendaja: Tiia Plamus, lektor

Tallinn 2018

*(Tiitellehe pöördel)*

## **AUTORIDEKLARATSIOON**

Olen koostanud lõputöö iseseisvalt.

Lõputöö alusel ei ole varem kutse- või teaduskraadi või inseneridiplomit taotletud. Kõik töö koostamisel kasutatud teiste autorite tööd, olulised seisukohad, kirjandusallikatest ja mujalt pärinevad andmed on viidatud.

“.....” ..... 201...

Autor: .....

/ allkiri /

Töö vastab bakalaureusetööle esitatud nõuetele

“.....” ..... 201.....

Juhendaja: .....

/ allkiri /

Kaitsmisele lubatud

“.....”.....201... .

Kaitsmiskomisjoni esimees .....

/ nimi ja allkiri /

## Materjali- ja keskkonnatehnoloogia instituut

### LÕPUTÖÖ ÜLESANNE

**Üliõpilane:** Jaana Rodima, 154799KAOB  
**Õppekava, peeriala:** KAOB02/14, puidu- ja tekstiilitehnoloogia  
**Juhendaja:** tunnitaskuline õppejõud, Piret Mellik, OÜ CraftCats, 514 1009  
**Kaasjuhendaja:** lektor, Tiia Plamus, 5621 1653

#### Lõputöö teema:

(eesti keeles) Juurdelõikusprotsessi efektiivistamine brändi Kriss Soonik Loungerie mudelite näitel

(inglise keeles) Improving the spreading and cutting processes of the production of Kriss Soonik Loungerie products

#### Lõputöö põhieesmärgid:

1. Anda ülevaade juurdelõikusprotsessidest
2. Analüüsida ettevõtte CraftCats OÜ juurdelõikusprotsesse brändi Kriss Soonik Loungerie mudelite näitel
3. Leida lahendusi ettevõtte CraftCats OÜ juurdelõikusprotsesside efektiivistamiseks

#### Lõputöö etapid ja ajakava:

Nr	Ülesande kirjeldus	Tähtaeg
1.	Teema valimine ja kinnitamine	17.11.2017
2.	Tegevuskava koostamine ja juhendajale kontrollimiseks saatmine	3.01.2018
3.	Katselise osa tööplani koostamine	31.01.2018
4.	Kirjanduse otsing	1.02.2018
5.	Teoreetilise osa esimene mustand ja juhendajale kontrollimiseks saatmine	1.03.2018
6.	Katselise osa esimene mustand ja juhendajale kontrollimiseks saatmine	1.04.2018
7.	Eelkaitsmine ja 75% lõputööst on valmis	9.05.2018
8.	Teema deklareerimine ÕIS-is	14.05.2018
9.	Lõputöö on valmis	4.06.2018
10	Kaitsmine	11.06.2018

**Töö keel:** eesti keel

**Lõputöö esitamise tähtaeg:** "....." .....201....a

**Üliõpilane:** Jaana Rodima

.....

"....." .....201....a

/alkiri/

**Juhendaja:** Piret Mellik

.....

"....." .....201....a

/alkiri

**Kaasjuhendaja:** Tiia Plamus

.....

"....." .....201....a

/alkiri

# SISUKORD

SISSEJUHATUS .....	7
1. Juurdelõikusprotsessid ja nende kirjeldus .....	9
1.1 Lekaalide paigutamine .....	9
1.1.1 Paigutamine käsitsi ja tarkvaraga .....	9
1.1.2 Lekaalide paigutamise meetodid .....	10
1.1.3 Paigutuse efektiivsus.....	12
1.1.4 Paigutamise kvaliteedi hindamine .....	14
1.2 Ladestamine .....	15
1.2.1 Ladestamise meetodid.....	16
1.2.2 Ladestamise kvaliteedi hindamine.....	20
1.3 Juurdelõikus .....	21
1.3.1 Juurdelõikuse meetodid.....	22
1.3.2 Juurdelõikuse kvaliteedi hindamine .....	23
1.4 Ergonoomika juurdelõikusprotsessis .....	24
2. Juurdelõikusprotsessi kirjeldus ja analüüs ettevõttes .....	27
2.1 Tooted ja nende analüüs.....	27
2.2 Paigutuste tegemine käsitsi .....	28
2.3 Paigutuste tegemine Gerber Technology programmiga AccuMark® .....	29
2.3.1 Paigutus 1: käsitsi tehtud paigutuse jäljendamine tarkvaraga .....	30
2.3.2 Paigutus 2: pesukomplektide põhjal.....	32
2.3.3 Paigutus 3: suuruste põhjal.....	33
2.3.4 Paigutus 4: astmeline lade .....	34
2.3.5 Paigutus 5: lekaalide analüüsi põhjal astmelisele lademele .....	36
2.3.6 Paigutus 6: lekaalide analüüsi ja suuruste põhjal .....	37
2.3.7 Paigutus 7: lekaalide analüüsi ja pesukomplektide põhjal .....	39
2.3.8 Paigutus 8: pikemale lauale .....	40
2.3.9 Paigutus 9: lekaalide analüüsi põhjal pikemale lauale.....	41
2.3.10 Tarkvaraga tehtud paigutuste kokkuvõte .....	41
2.4 Juurdelõikusprotsessi kirjeldus .....	43
2.5 Ettepanekud efektiivsuse suurendamiseks.....	46
KOKKUVÕTE .....	49
SUMMARY .....	51
KASUTATUD KIRJANDUSE LOETELU .....	53

LISAD .....	55
Lisa 1 Püsi kollektsiooni 7 mudeli tehnilised joonised .....	56
L1.1 Mudel Susan lace top (pikk varrukas) .....	56
L1.2 Mudel Susan lace top (lühike varrukas) .....	56
L1.3 Mudel Piret lace bra .....	57
L1.4 Mudel Piret lace thongs .....	57
L1.5 Mudel Susan lace body .....	57
L1.6 Mudel Alison lace bra .....	58
L1.7 Mudel Maike knickers .....	58
Lisa 2 Läbilõikega eraldatud jalgevahedetail ja manuaalselt lisatud õmblusvarud vastavalt uuele tehnoloogiale .....	59
Lisa 3 Suurendusreeglite kontrolli näide .....	60
Lisa 4 Tingtähised jalgevahedetaili ühendamise tehnoloogiast .....	61
Lisa 5 Manuaalse paigutuse tulemused .....	62
L5.1 Tabel manuaalse paigutuse esimesest paigutusskeemist .....	62
L5.2 Joonis manuaalse paigutuse esimesest paigutusskeemist .....	62
L5.3 Tabel manuaalse paigutuse teisest paigutusskeemist .....	63
L5.4 Joonis manuaalse paigutuse teisest paigutusskeemist .....	63
Lisa 6 Lekaalide pindalad .....	64
Lisa 7 Näited mudelikirjeldustest, mis tulid automaatselt pärast konverteerimist .....	65
Lisa 8 Detailide lõikamiskord .....	66
Lisa 9 Kokkuvõtte tarkvara abil tehtud paigutuste efektiivsusest .....	67

## SISSEJUHATUS

2017. aastal avaldatud Maailmapanga raportis *Doing Business 2018* paigutati Eesti ettevõtluskeskkond 190 riigi hulgast 12. kohale [1], viidates soodsale kasvupinnasele alustatavatele ettevõtetele. Soodne keskkond ettevõtte loomiseks võib aga kaasa tuua tiheda konkurentsi ja seeläbi läbikukkumisohtu suurenemise - iga alustav ettevõtte konkureerib olemasolevate ettevõtete kogemustega. Seetõttu on eriti oluline alustava ettevõtte jaoks konkurentsistrateegia arendamine. See võib väljenduda nii teenuste ja/või toodete strateegilises arendamises kui ka töökorralduse efektiivsuse kriitilises analüüsis. Efektiivsust võib tootmisettevõtte jaoks hinnata kahel tasandil: juhtimistasandil ja tootmistasandil. Bakalaureusetöös on seda tehtud tootmistasandil ja keskendatud tootmiseelsetele protsessidele, mille efektiivsus ja kvaliteet on järgnevate tootmisetappide aluseks.

Bakalaureusetöö eesmärk on analüüsida ja leida lahendusi rõivatootmisettevõtte juurdelõikusprotsessi efektiivistamiseks. Selleks on bakalaureusetöö jagatud kaheks osaks. Töö esimeses – teoreetilises – pooles antakse ülevaade rõivatööstusettevõtete juurdelõikusprotsessidest, sh lekaalide paigutamine, kanga ladestamine ja detailide juurdelõikus. Nende teemade all kirjeldatakse nimetatud protsesse üldiselt ja tuuakse välja erinevad meetodid, kasutatavad abivahendid ning ka kvaliteedi näitajad, mis ei tohiks efektiivsuse tõustes langeda. Kesksema teemana käsitletakse bakalaureusetöö paigutamist, mis on mõlema osa esimeseks alapeatükiks. Samuti käsitletakse teemat ergonomika juurdelõikusprotsessis, mis mõjutab efektiivsust kaudselt, sest lisaks protsessidele tuleb silmas pidada nende keskmes töötajat, kes töötab vastavalt talle kehtestatud töötingimustele.

Bakalaureusetöö teises osas kirjeldatakse nimetatud protsesse 2017. aastal asutatud õmblusteenust pakkuva väikeettevõtte CraftCats OÜ näitel ja tehakse ettepanekuid, kuidas saaks tootmiseelseid protsesse efektiivistada. Ettevõtte suurima tootmismahu moodustab bränd Kriss Soonik Loungerie. Seega analüüsiti ettevõtte juurdelõikusprotsesse pesubrändi püsikollektsiooni 7 mudeli põhjal, mis on regulaarselt tootmises ja seetõttu on nende mudelite puhul tootmise efektiivsuse parandamine olulise tähtsusega.

Paigutusskeemide koostamisel kasutati Gerber Technology programmi Easy Marking ja lekaalide analüüsil programmi AccuMark PDS. Läbilõike ja skeemide joonistamiseks kasutati Lectra programmi Kaledo Style.

Lisadena on toodud bakalaureusetöös käsitletud mudelite tehnoloogilised joonised, tabelid lekaalide pindalatest, mida kasutati käsitsi tehtud paigutuste efektiivsuste arvutamiseks, mudelite lõikamiskorrad, mis seati paigutuste aluseks programmis, ning joonised töö käigust, mis on tehtud AccuMark PDS keskkonnas.



# 1. JUURDELÕIKUSPROTSESSID JA NENDE KIRJELDUS

Juurdelõikustsehhis viiakse läbi juurdelõikusprotsessidena kangaste vastuvõtmine ettevalmistustsehhist, paigutusskeemide koostamine, kangaste ladestamine (põhimaterjal, vooder ja lisamaterjal), tootedetailide juurdelõikamine, toodete komplekteerimine ja pakkimine, juurdelõigatud detailide ettevalmistamine õblemiseks ja juurdelõigatud toodete saatmine lattu või õmblustsehhi [2].

## 1.1 Lekaalide paigutamine

Lekaalide paigutusskeem on valitud mudelite, detailide ja suurusnumbrite lekaalide optimaalne ühekihiline asetus. Paigutusskeemi loomise eesmärk on välja selgitada kõige efektiivsem lekaalide asetus [3]. Paigutuse loomine on intuiitiivne ja loominguine protsess [4].

Paigutuse laiuse määrab ära kasutamiseks sobilik kanga laius, v.a naturaalnaha puhul, mille puhul on määravaks pinnalaotus [3]. Kangasmaterjali kasutatav ehk puhas laius on laius ilma ultusserva, nõelaaukude ja muude märkide. Ultusserv on kanga serv, mis koosneb koeniitidest ja on valmistatud tugevdatuna, et ennetada kanga hargnemist [4]. Üldjuhul ei ole kasutatava kanga laiusesse lisatud trükitud kangastel ka trükkimata serv. Kui tellitud kangad varieeruvad laiuses, siis sorteeritakse kangad laiuse järgi ning igale laiusele tehakse eraldi paigutus. See võimaldab säästa kvaliteetset kangast ja vältida lõikamise kordamist juhul, kui lekaalid ulatuvad üle kanga serva [3].

Paigutuse pikkuse määrab ära, kuidas on kangas ladestatud ja milline lekaalide komplekt on ladestatud. Üldiselt tuleb paigutuse loomisel lähtuda riide lõimesuunast või trikootaži silmuspostide suunast. Erand tehakse spetsiaalsete efektide taotlemisel, eriti arvestades kanga mustrit ja pinnastruktuuri. Sellisel põhjusel asetatakse teatud detailid lõimesuuna suhtes teatud nurga all, näiteks ruuduliste kangaste puhul 45° ja triibuliste kangaste puhul 90° [4].

### 1.1.1 Paigutamine käsitsi ja tarkvaraga

Paigust võib luua käsitsi paberile, otse kangale või CAD (*Computer Aided Design*) programmiga [3].

Käsitsi paigutamisel joonistatakse lekaalide piirjooned paberile, mis seejärel asetatakse lademe pealmisele kangakihtile ja kinnitatakse servadest klambritega [5]. Teine võimalus on asetada väljalõigatud lekaalid otse kanga pealmisele kihile ja joonistada piirjooned või jätta piirjooned märkimata ning lõigata ainult lekaalide järgi. Käsitsi paigutamise puudujäägid on ajakulu, suure tööpinna olemasolu, lõimesuuna võimalik nihkumine, piirjoonte ebatäpsus ja lekaalide väljajätmine. Täpsus sõltub suurel määral paigutuse tegija oskustest. Selline meetod tasub ennast ära väikeste tootmiskoguste juures ja üksikute mudelite väljalõikamisel [3].

Digitaalse paigutuse eeliseks on lõimesuuna täpsus, paigutuse kõrge efektiivsus, eelnevate paigutuste taaskasutamine ja modifitseerimine ning vähim aeg. Arvutis tehtud paigutuse tarbeks võib lekaalid luua tarkvaraga ja/või digiteerides paberlõikeid. Digitaalse paigutusega saab koheselt näha paigutuse efektiivsust, kanga- ja hinnakulu [3].

Kaasaegsed programmid võimaldavad automaatset paigutust, millega luuakse efektiivne paigutus koheselt [3]. Kuigi on erineva automaatsustasemega programme, mille hulgast soodsama hinnaklassi kuuluvate programmide poolt tehtud paigutuste efektiivsus on 5-10% madalam kui programmi kasutatava töötaja puhul, mistõttu on nende puhul kogemustega töötaja väga oluline tegur. Seepärast tuleb lisaks tehnoloogiasse investeerimisele pühendada aega ja ressursse ka tööjõu väljakoolitamisesse [6]. Efektiivsemad tarkvarad, näiteks Optitex O/Pro, Tucatech SMARTmark ja Fraunhofer SCAI AutoNester-T, võimaldavad luua kulusäästlikumaid või sarnase efektiivsusega paigutusi võrreldes manuaalse paigutusega [7, 8, 9] ning PolyPattern AutoMarker tehnoloogia lubab paigutamisel vähendada tööjõukulutusi 70% ulatuses [10].

### **1.1.2 Lekaalide paigutamise meetodid**

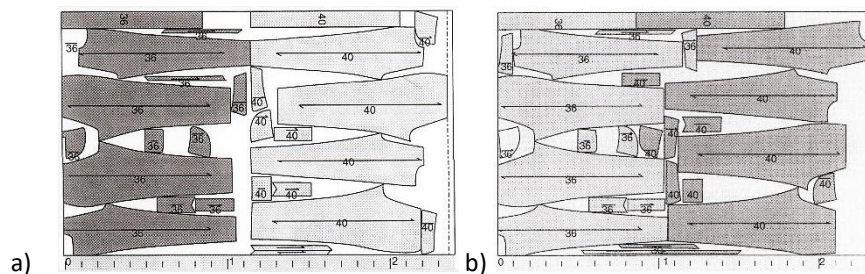
Lekaalide paigutamise meetodid sõltuvad lekaalide kujust ja kangakihtide ladestamise meetodist [3], mille selgitus tuuakse järgmises alapeatükis. Teiste meetodite hulka kuuluvad paigutuste jagamine suurusnumbrite, lekaalide paigutusviisi, kanga eripärade ja tehnoloogiliste nõudmiste järgi [4].

Ladestamise meetodi järgi jagatakse paigutusskeemid poolikuks ja lahtiseks paigutuseks [3]. Poolikud paigutused sisaldavad pooli lekaale mudeli ühele või mitmele suurusele ja automaatselt saadud teine pool on selle peegeldus. Selline meetod on kasutusel pooleks murtud, torukujuliste trikootaažide ja samad pooled vastamisi ladestatud kangaste puhul. Lahtine paigutus sisaldab kõiki

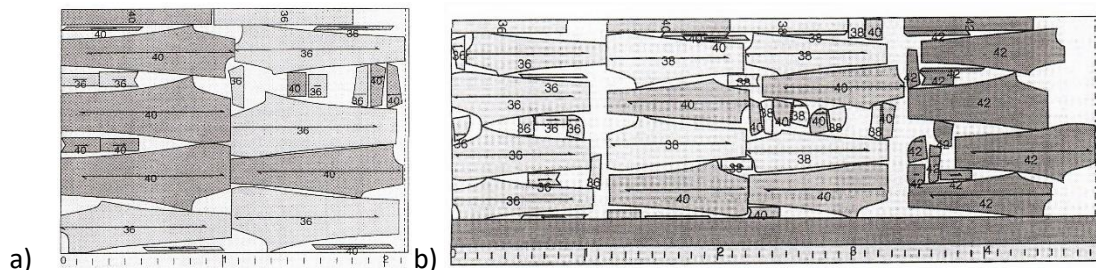
lekaale mudeli ühele või mitmele suurusele ja on kasutusel juhul, kui kangas on ladestatud terves laiuses ning erinevad pooled vastamisi [4].

Olenevalt paigutatud suurusnumbritest jagunevad paigutused: ühe suuruse paigutus ja mitme suuruse paigutus. Viimase korral hõlmab see kas sama suuruse rohkem kui ühte komplekti (näiteks suurus 38+38) või kombinatsiooni erinevatest suurusnumbritest (näiteks suurus 38+40) [4].

Lekaalide paigutusviisi järgi jagunevad skeemid: liit-, vahelduv, sega ja kombineeritud skeem. Liitskeem (vt joonis 1.1a) koosneb kahest või mitmest seksioonist, mis hõlmavad sama või erinevat suurusnumbrit ja on asetatud üksteise järgi teineteise suhtes risti. Iga seksioon koosneb ühe suuruse kõikidest detailidest. Vahelduv skeem (vt joonis 1.1b) koosneb vähemalt kahest ühe või erinevate suurusnumbritest komplektist, mis on paigutatud üksteise järel nii, et detailid ulatuvad seksioonide piiridest välja. Vahelduv skeem on suurema efektiivsusega kui kettskeem. Sega skeem (vt joonis 1.2a) koosneb vähemalt kahest ühe või erinevate suuruste komplektist, mille detailid on juhuslikus järjekorras jagatud pinna suurima katvuse saavutamiseks. Selline skeem on tavaliselt suurima efektiivsusega. Kombineeritud skeem (vt joonis 1.2b) on kombinatsioon kett- ja sega-skeemist, koosnedes vähemalt kolmest erineva suuruse detailide komplektist. Komplektid on paigutatud teineteise suhtes risti, millest kaks järjestikust on asetatud sega-skeemi põhimõttel [4].



Joonis 1.1 Kett skeem (vasakul) ja vahelduv skeem (paremal) meeste pükste näitel [4]



Joonis 1.2 Sega skeem (vasakul) ja kombineeritud skeem (paremal) meeste pükste näitel [4]

Kanga eripäradest, sh lõimesuunast, karva, karuse ning trüki suunast, tingituna määratletakse lekaalide paigutusreegleid järgnevalt: lubatud mõlemas suunas, lubatud ainult ühe suunas ja terve

komplekt lubatud ühes suunas. Mõlemas suunas lubatud lekaale saab paigutada juhul, kui kangas on sümmeetriline ja puudub karva, karuse või trükimustri suund. Sellisel puhul paigutatakse lekaalid arvestades lõimejoont ja parima efektiivsuse saavutamiseks. Ainult ühes suunas paigutatakse lekaalid juhul, kui kanga suunast sõltub lõpptoote välimus ja kvaliteet. Kui kangal on suund, mida on võimalik rakendada mõlemas suunas, näiteks samet, siis paigutatakse ühe komplekti lekaalid kõik samas suunas. Sellisel juhul on eriti oluline pöörata tähelepanu ühe komplekti kõikide lekaalide asetamisel, sest vastasel juhul ilmneb viga kanga kulumisel ja hooldusel [3].

### 1.1.3 Paigutuse efektiivsus

Paigutuse efektiivsust määratakse kanga kasutamise koefitsiendi järgi, st kui suurt pinda kangast katavad lekaalid võrreldes selle pinnaga, mis jääb lekaalide vahele. Kanga pind, mida ei kasutata tootmisel, on kangakulu. Efektiivsuse arvutamisel leitakse suhe kaetud pinna ja kogu pinna vahel [3]. Mida väiksem on lekaalidevaheline sisekadu, seda efektiivsemalt on kangast kasutatud [2]. Käsitsi paigutamisel tuleb see eraldi välja arvutada. Kanga kasutamise koefitsiendi arvutamiseks kasutatakse valemit 1.1, mille aluseks on valemid 1.2 ja 1.3 [4]:

$$I_{c-mar} = \frac{A_N}{A_G} \cdot 100 \quad (1.1)$$

$$\text{kus } A_G = L_{c-mar} \cdot \omega_{c-mar} \quad (1.2)$$

Kanga kadu arvutatakse järgnevalt:

$$I_{IL} = \frac{A_G - A_N}{A_G} \cdot 100 \quad (1.3)$$

kus  $I_{c-mar}$  – kanga kasutamise koefitsient, %

$A_N$  – lekaalide pindala, cm<sup>2</sup>

$A_G$  – paigutuse pindala, cm<sup>2</sup>

$I_{IL}$  – sisekao protsent paigutuse pindalast, %

$L_{c-mar}$  – paigutuse pikkus, cm

$\omega_{c-mar}$  – paigutuse laius, cm

Meetodid lekaalide pindalade leidmiseks on planimeetriline, geomeetriline ja segameetod [2].

Planimeetrilisel meetodil kasutatakse planimeetrit, mis on töövahend, mis arvutab lekaali pindala välisjoonte piiritlemisel [3]. Meetodi puudus on ebatäpsus, eriti suurepinnaliste lekaalide puhul [2].

Geomeetrilise meetodi puhul jaotatakse lekaalide pindalad lihtsamateks geomeetrilisteks kujunditeks, mille pindala arvutatakse vastavate geomeetriliste valemite järgi. Kogu lekaali pindala leitakse nende liitmise teel. Meetodi puuduseks on suur ajakulu ja ebatäpsus keeruliste kujundite puhul [2].

Segameetod on kombinatsioon geomeetrilisest ja planimeetrilisest, mille järgi jaotatakse lekaal lihtsamateks suurteks kujunditeks, mille pindalad arvutatakse valemitega, ja väikesteks keerulisemateks kujunditeks, mille pindalad määratakse planimeetriga. Võrreldes eelneva kahe meetodiga on see täpsem, kuid siiski aeganõudvam [2].

Paigutuse efektiivsusest sõltub materjalikulu, mis määrab suure osa toote omahinnast ning kangavarude planeerimise ja juhtimise. Efektiivsus sõltub mudelist ja keerukusastmest, suurusnumbrist, kanga eripärast, kanga laiuselt ja paigutuse meetodist [4]. Kanga hind võib väljenduda lõpptoote omahinnas erandkorras 50-80% ulatuses, mistõttu aitab paigutamise parem planeerimine vähendada kulusid [11].

Kanga eripärad, mis mõjutavad paigutuse efektiivsust on erinevused parem- ja pahempooles, mustri korduse pikkus, kanga laius, vajadus kokku sobitada disaini, mustrit, karuse või karva suunda. Triibuliste ja ruuduliste kangaste korral tuleb märkida sobitumist vajavad lekaalid ja nendele lekaalidele mustri abijooned. Mida suurem on mustri korduse pikkus, seda suurem võib kangakulu tulla. Kuna triibulistel kangastel on mustri kordus ainult koesuunas, siis on nendele kangastele tehtud paigutuse efektiivsus tavaliselt suurem kui ruuduliste kangaste puhul [3].

Efektiivsus suureneb üldjuhul siis, kui suureneb kanga laius ja paigutatud on suuruste põhjal. Suuruste kombineerimisel on tõhusam kombineerida mudeli kõige väiksemat suurust kõige suuremaga ning vahepealseid suurusi omavahel eraldi paigutusena [4].

Kanga kasutamise võimalusi võivad ka piirata lekaalide kujud ja nende paigutamise reeglid. Ebakorrapärase kujuga lekaalid võivad piirata paigutuse kombinatsioonide hulka. Suuremahulised lekaalid tihtipeale määravad paigutuse plaani. Efektiivsuse suurendamiseks võib teha lekaalidesse läbilõiked, ümardada teravaid nurkasid, vähendada õmblusvaru, kohendada lõigete mõõte ilma silmnähtavalt stiili ja istuvust muutmata ja/või kohendada lõimesuunda vähemärgatavatele detailidele [3]. Lubades lekaale pöörata 180° on võimalik saavutada suurem efektiivsus kui paigutades lekaale ainult ühes lubatud suunas [4].

Efektiivsus sõltub ka toodete keerukusastmest. Lihtsate toodete paigutus võib anda 90-97% efektiivsuse ja keerulisemad või trende jälgivad 80-85%. Efektiivsemad paigutused luuakse tavaliselt toodetele, mis kuuluvad ettevõtte püsi- või põhikollektsiooni, sest nendest sõltub kangakulu ning lõikamisele kulunud aeg enim [3]. Lihtsad tooted on näiteks rätikud, mööbli- ja autosisustuskatted ning muud riskülikukujulised lõiked. Keerukamad tooted on ülikonnad, pluusid, kleidid püksid ja sarnased tooted. Selliste toodete paigutuste efektiivsus sõltub detailide hulgast, toodete arvust ja suurusnumbritest, mis mõjutavad seda, mitu erinevat kombinatsiooni paigutusest on võimalik teha [4].

Lisaks kangale, mis läheb paigutuse alla, tuleb arvestada kangakulu, mis läheb paigutuse ümbrusesse. See jaotatakse otseseks ja kaudseks kuluks. Otsese kangakulu alla arvestatakse paigutuse otstesse ja külgedesse eraldatud, defektidest ja kangarulli lõpust põhjustatud kadu. Paigutuse otstesse eraldatud kangast arvestatakse kui varu, mis on eriti oluline elastaani sisaldavate, kootud kangaste ja töötamise käigus mõõtmeid muutvate kangaste puhul. Selline varu on vahemikus 10-20 mm või ühe ladestuse kihi kohta 20-40 mm. Üldiselt oleneb varu kangast ja võib olla suurem eriti ebastabiilsete või väiksem jäigemate ning stabiilsete kangaste puhul [4].

Kaudsed kulud võivad olla defektid kangas, kaod juurdelõikusprotsessis ja need, mis tulenevad kanga pikkuse erinevusest kangarullidel. Kangakadu, mille alla loetakse kangarulli lõpu ja kangadefektid, on kõikuva tähtsusega ja sõltub ladestuse pikkusest. Kui ladestuse pikkused on suhteliselt lühikesed ja kangarullis kangast palju, siis on kadu väikese tähtsusega. Näiteks, kui ladestuse pikkus on 150 cm ja kangarullis kangast kokku 120 m, siis jääb rulli lõppu kangast 75 cm, mis moodustab alla 0,6% kogukanga pikkusest. Kui aga ladestuse pikkus on 270 cm, milleks kasutatakse kangast pikkusega 45 m, siis jääb kangarulli lõppu 135 cm, mis moodustab 3% kogukangast. Kadu saab vähendada osaliselt planeerides, kuid kangapikkus rullil võib ootamatult varieeruda [4].

#### **1.1.4 Paigutamise kvaliteedi hindamine**

Paigutuse kvaliteedi puhul on oluline detailide terviklikkus, joonte täpsus ja kumeruste sujuvus. Tähtis on seetõttu arvestamine lõikamisvahendiga. Käsitsi lõikamisel tuleb paigutamisel arvesse võtta, et inimene on suutlik manööverdama vähem kui automaatlõikur. Automaatse lõikamise

puhul tuleb tähelepanu pöörata lõiketera paksusele, piisavale vahele lekaalide vahel ja nurkade pööramisvarudele, et nuga ei lõikaks kõrvuti asetsevate lekaalide sisse [3].

Lekaalide paigutamisel on tähtis kinni pidada lõime- ja koelõngade suundadest, sest kõrvalekaldumine nendest suundadest põhjustab puudusi toote välimuses, vastupidavuses ja raskendab õmblusprotsessi. Kõigi nende defektide mõju oleneb detaili otstarbest ja kõrvalekaldumise suurusel. Selleks, et ökonoomsemalt kasutada kangast, on lubatud mõningad kõrvalekaldumised lõimelõnga suunast tingimusega, et need ei mõjutaks toote välimust, vastupidavust ega töötlemisprotsessi. Kõrvalekaldumise suurus antakse tehnilistes tingimustes kas sentimeetrites või sagedamini %-des. Nominaalne lõimelõngasuund antakse kogemuste alusel, kõrvalekaldumine aga eksperimentaalsete uurimuste alusel [2].

Karustatud, karustussidusega, triibulistel, ruudulistel, ühesuunalise mustriga ja tooniheitvate kangaste puhul tuleb jälgida, et lekaalid oleksid paigutatud ühes suunas. Lamava karusega kangastel peab karuse suund olema ülalt allapoole, püstise karusega karustussidusega kangastel – alt ülespoole (samet, plüüš). Vähese karusega ja vähe tooniheitvatel kangastel võib lekaalid paigutada mõlemas suunas, kuid ühe tootekomplekti detailid võivad olla ainult ühes suunas. Suurte mustritega kangastel arvestatakse lekaalide paigutamisel mustrit nii, et detailide ühenduskohtadel muster ühtiks [2].

Lekaalide paigutamisel tuleb arvestada, et kangale paigutatakse ühe toote detailide täiskomplekt [2]. Programmiga loodud lõigete puhul on see tagatud ja välistatud on käsitsi tegemise ebatäpsused [3]. Lahtisel ladestamisel, kui kangatükid on paigutatud paremate pooltega allapoole, tuleb arvestada, et paarisdetailid oleksid mõlemate kehapoolte jaoks. Pooleksmurtud ladestusel tuleb paigutada paaritud (üksik-) detailid kanga murdejoonele nii, et keskjoon ühtiks murdejoonega [2].

## **1.2 Ladestamine**

Ladestamiseks nimetatakse kangakihtide ladumist üksteise peale juurdelõikuslauale. Ladestuseks nimetatakse kõikide kangakihtide kogumit, millele asetatakse kõige peale üks paigutusskeem. Ladestuse kõrgus sõltub kanga eripäradest, juurdelõikusmeetodist, vajalike toodet arvust ja ladestaja oskustest [3]. Üldiselt sõltub ladestuse pikkus paigutuse pikkusest, kuid lisaks sellele tuleb

kanga ladestamisel arvestada kanga või muu materjali eripäradega, kanga mõõtude stabiilsust, kanga ladestuse meetodit, kanga laiust ja kanga elastaani sisaldust [4].

Kanga eripärad, millega tuleb arvestada, on pinnastruktuur, muster ja mustrikorduse pikkus ning soovitud mustri paigutus valmistootel. Nende eripärade järgi jaotuvad kangad kahte tüüpi. Esiteks kangad, mille muster või pinnastruktuur ei sõltu vaatamise ja kasutamise suunast. Pöörates 180°, ei mõjuta nad toote välisilmet. Teised kangad on need, mille muster või pinnastruktuur on ühes suunas ja mis seetõttu omab erinevat välisilmet sõltuvalt vaatamise suunast. Sellised kangad on näiteks karustatud ja karustussidusega, ühes suunas läikivad, silmuskootud kangad ja muud kangad, mille pind on asümmeetrilise struktuuriga [4].

Kanga mõõtude stabiilsus on mõõtude vastupidavus väliskeskkonna tingimustele, sh kuumus, niiskus, termo-mehaanilised ja keemilised protsessid. Kangad tõmbuvad kokku või pikenevad pikkuses ja/või laiuses kuumniisketöötuse käigus, kui kangale rakendatakse kuumust, niiskust ja survet, kuid võivad samuti muutuda kandmisel ning hooldusel [4].

Kangast võib ladestada terves laiuses (kangad, mille laius võib varieeruda vähem kui 75 cm kuni üle 300 cm), kasutada pooleks murtud või kordistatud kangast (tavapärase viis villastele ja poolvillastele kangastele kasutuses individuaaltellimuses, mille laius on 70-80 cm murtuna) või kasutada kootud torukangast (tavaliselt kasutuses spordi- ja vaba-ajarõivaste tootmisel, kus erandkorras on toru laius võrdne t-särgi laiusel) [4].

### **1.2.1 Ladestamise meetodid**

Ladestamise meetodid jagunevad sõltuvalt ladestamise tehnoloogiast ning protsessi abistavatest töövahenditest. Olenevalt juurdelõikusprotsessi tingimustest, kanga iseärasustest, toote liigist ja otstarbest ladestatakse kangad lahtiselt või pooleksmurtult [2].

Lahtisel ladestamisel on kangakihid kas parema poolega ühes suunas või paremate pooltega vastamisi. Esimesel juhul saadakse kõik ühe toote detailid ühest kihist, teisel juhul kahest paremate pooltega vastamisi ladestatud kihist. Seega peab teise ladestusviisi puhul ladestuskihtide arv olema paarisarv. Paremad pooled ühes suunas ladestamisel on kihtide arv vabalt valitud. Lahtise ladestamise eeliseks on kanga kokkuhoid, sest laiemale kangale on võimalik lekaale efektiivsemalt



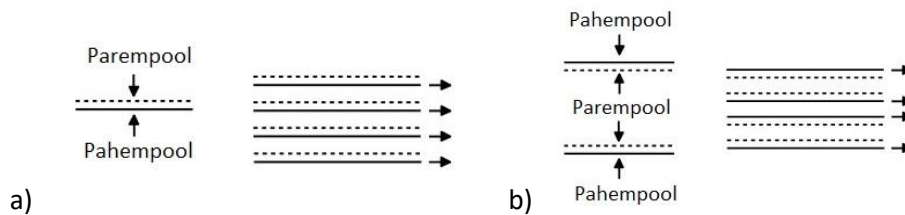
paigutada; kangadefektide kergem jälgimine, sest kogu pind on nähtav; ajasäästlikkus, sest ära jääb pooleksmurdmise etapp; ladestuse suurem kõrgus, eriti õhemate materjalide, näiteks voodri ja lisamaterjalide puhul. Meetodi puudusteks on värvitooni vahe, mis võib tekkida paarisdetailidesse; sarnase laiusega kangaste kättesaadavus ja paigutuskeemide aeganõudvam planeerimine. Seda meetodit kasutavad enamik rõvatootjaid [2].

Pooleksmurtud ladestusviisi puhul on kangas murtud pikisuunaliselt pooleks, parem pool seespool. Ladestamisel jäävad kõikidel kihtidel ultusservad ühele poole ja murdejooned teisele poole. Meetodi eelisteks on väiksem toonide erinevus paarisdetailide vahel, lihtsam mustrite kokkusobitamine ja kiirem paigutus, sest lekaale on poole vähem. Meetodi puudujäägid on suurem kangakulu tootmisel; ajakulu, mis läheb kangaste pooleksmurdmisele; kangadefektide raskendatud jälgimine ja kõikide materjalide puhul ladestuse sama kõrgus, näiteks voodri ladestuse kõrgus on võrdne pealisriide ladestuse kõrgusega [2].

Sõltuvalt ladestamise suundadest jagunevad ladestamise meetodid: ühes suunas erinevad pooled vastamisi, ühes suunas samad pooled vastamisi, kahes suunas või siksak. Sellest ladestuse viisist sõltub, millist lekaalide paigutusviisi kasutatakse [5].

Ühes suunas erinevad pooled vastamisi (vt joonis 1.3a) ladestuse puhul on iga kiht ladestuses asetatud korrapäraselt parempool üles [4]. See meetod on kasutusel kangaste puhul, millel on eristatav lõimesuund või suunaga muster. Kõikidest viisidest on see kõige levinum, sest paljud kangad lubavad sellist ladestust. Meetodi suurem puudus on aeg, mis kulub tühisõidule kangarulli transportimisel masinaga ladestusel, sest ladestamine peab toimuma samast otsast [5].

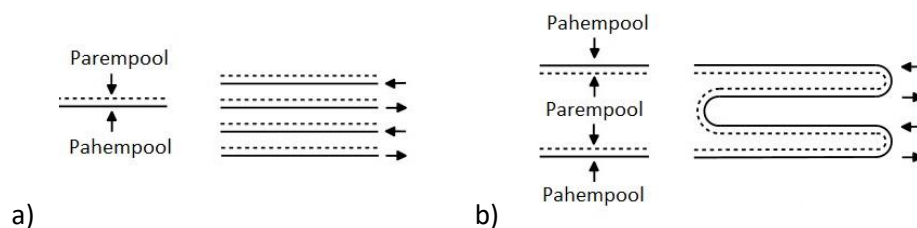
Ühes suunas samad pooled vastamisi (vt joonis 1.3b) ladestus koosneb paariskihtidest, mis asetatakse vaheldumisi kord paremad pooled ja kord pahemad pooled vastamisi, lõime- või mustri suund samas suunas [4]. Tühisõidu ajal või pärast seda pööratakse kangarull 180° ja järgmine kiht laotatakse samas suunas. Kasutatakse madala karusega kangaste puhul, näiteks velvet, samet, plüüs ja kunstkarusnahk, et ennetada kangakihtide nihkumist teineteise suhtes ladestamisel ja lõikamisel [5]. Selline meetod lihtsustab lekaalide paigutamist, sest ei ole tarvis jälgida, et detailid oleksid olemas mõlema tootepoole jaoks. Mõlemad paarisdetailid lõigatakse üheaegselt ja sarnastena [2].



Joonis 1.3 Ühes suunas erinevad pooled vastamisi ladestuse (vasakul) ja samad pooled vastamisi (paremal) skeem [5]

Kahes suunas (vt joonis 1.4a) asetatakse kangakihid järjestikku vasakult paremale ja paremalt vasakule nii, et parem pool on ülespoole. Meetodi puuduseks on ajakulu, mis läheb kangarulli pööramisele 180° pärast iga kihi ladestamist, et parem pool oleks ülespoole, kuid vajadust pole tühisõidule. Sellist meetodit ei saa kasutada kangaste puhul, millel on eristav suund, näiteks karustatud või karustussidusega kangad või suunaga mustriuga [5].

Siksak (vt joonis 1.4b) ladestamise meetod on kombinatsioon samad pooled vastamisi ja kahes suunas ladestusest. See tähendab, et parem-pahem pooled ladestatakse vaheldumisi ja tühisõitu ei viida läbi. Samuti ei ole vajadust kangarulli pööramisele. Kangakihtide ladestamisel võib kihte lõigata, kuid ei pea. Viimasel juhul saab säästa aega ja ka kangast juhul, kui ladestuse otstes pole vajadust jätta varu. Meetodit ei kasutata juhul, kui kanga ladestamisega viiakse paralleelselt läbi kvaliteedikontroll või kui kanga muster ja karuse suund on oluline [5].



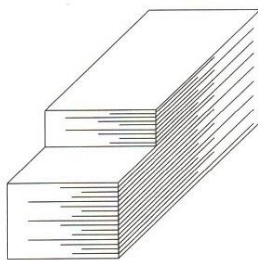
Joonis 1.4 Kahes suunas ladestuse (vasakul) ja siksak ladestuse (paremal) skeem [5]

Sõltuvalt ladestamisel kasutatud töövahenditest jagunevad ladestuse meetodid manuaalseks ja automatiseeritud ladestuseks [5].

Manuaalne ehk käsitsi ladestamine on sobilik väiketootmisele. Suurtööstuses ladestatakse käsitsi, kui lõigatakse keerulise mustriga kangast ja kõrget ladet. Käsitsi ladestamise eeliseks on vajalike töövahendite madal maksumus ja sobilike kangaste mitmekülgsus, sh keeruliste pinnastruktuuride ja mustritega kangad. Tootlikkus on võrreldes automaatse ladestusega madalam. Käsitsi

ladestamisel trükitakse paigutus paberile ja kinnitatakse töölauale; määratakse paigutuse algus ja lõpp; märgitakse paigutuse komplektide liitekohad, kus saab kangast defektide korral vajadusel lõigata, ja suuruste vahetuste kohad. Seejärel asetatakse töölauale õhuke kiht paberit kogu ladestuse ulatuses, mis tagab kergema ladestuskihtide liigutamise [5].

Manuaalset ladestamise protsessi viiakse läbi kahe töötaja poolt, kes paiknevad teineteisel pool lauda. Kangas ladestatakse ühe kihi kaupa. Kihtide ladestamise vahepeal kontrollitakse servade ühtimist. Kihtide servade kattumisel on lubatud viga  $\pm 0,5$  cm. Järgneb kortsude väljasilumine ja ühtlase pinge kontrollimine. Ladestamine viiakse läbi kuni soovitud kihtide arvuni. Käsitsi paigutuse pikkus on tavaliselt 4-7 m. Lühemaid paigutusi võib omavahel kombineerida ja lõigata koos. Selleks võib kangast ladestada tavapärasel viisil või kasutada astmelist ladestust (vt joonis 1.5). Kihti arv sõltub detailide vajalikkusest kogusest, kanga eripäradest (paksus, libedus, kangakihtide hõõrdumine) ja lõikevahendist. Kitsaid torukangaid ja dubleermaterjale ladestab tavaliselt üks töötaja [5].



Joonis 1.5 Astmelise kangaladestamise meetod [3]

Automaatse paigutuse ladestamise tarkvara ja masinaid pakuvad firmad nagu Lectra, Gerber, Kuris, Cosmotex ja Oshima. Ladestamisel kasutatakse masinat, mille peamised funktsioonid on kanga hoiustamine ja söötmine ning transport üle ladestuslaua. Automaatse paigutuse eeliseks on suurem tootlikkus, ühtlase pingega kanga ladestamine, mitmekülgsed materjalide kasutamine, sh riie, trikotaaž ja lausmaterjalid [5]. Näiteks Gerber Technology AutoMatch tehnoloogia, mis abistab korduva mustriga kangaste ladestamise protsessi, aitab vähendada tööjõukulutusi kuni 50% ulatuses, suurendada mustrite kokkulangevuse täpsust ja tootlikkust kuni 75% ulatuses [12].

Kanga ladustamine võib olla rullina või voldituna. Masinad jagunevad kangarullide kaalu, kanga eripäradest (karustatud kangas, tehniline tekstiil, teksa, elastaaniga ja ringjalt kootud kangas), ladestuse kõrguse-laiuse ja kiiruse järgi. Ladestamine viiakse läbi spetsiaalsetel laudadel. Peamised

masinaosad on operaatori seisuplatvorm, kanga söötja, automaatne lõikur, kontrollpaneel ja kangarulli hoiustaja [5].

Ladestamise protsess automaatsel paigutamisel jaguneb kaheks: poolautomaatne ja täisautomaatne ladestamine. Mõlemal juhul ladestatakse kangakihtide alla eelnevalt perforeeritud (augustatud) paber, mis kindlustab lihtsustatud ladestuse liigutamise lõikuslauale ja ennetab alumise kangakihi kortsumist. Perforeeritud paber on oluline kindlustamaks õhuvoolu läbi kangaste ja kihtide kokku surumiseks vaakumlaua juurdelõikusel. Poolautomaatse ladestamise korral liigub operaator masinaga kaasa, kas platvormil või jalutades, teostab kangakontrolli ja aitab siluda käepikendusega kortse kangas. Operaatoril on võimalik kontrollida seadme kiirust. Täisautomaatne ladestamise protsess on kasutuses kõrge-kvaliteetsete ja kergesti ladestatavate kangaste lõikamiseks. Masina operaator seadistab ladestuse kiiruse ja pikkuse, kihtide arvu, kanga pinget, jne. Masin viib seejärel protsessi iseseisvalt läbi [5].

### **1.2.2 Ladestamise kvaliteedi hindamine**

Üheks kvaliteedi näitajaks ladestamisel on nähtavate defektide puudus. Kui tellitud kangas on kontrollitud kangatootja poolt, siis viiakse kanga kvaliteedikontroll läbi enamasti ainult ladestamise ajal, mil määratakse defekti ulatust ja korraldatakse lisakontroll. Defekti ilmnelisel lõigatakse seda kandev osa kangast terves laiuses välja või märgistatakse nähtavalt, kui defekt on väikesepinnaline. Märgistused informeerivad komplekteerijaid ja nähtava defekti korral lõigatakse detail uuesti. Mõned ettevõtted hoiavad lühemaid kangatükke sellisteks puhkudeks alles, kuid siis tuleb tähelepanu pöörata kangatoonide kattuvusele. Valmis toode, millel on nähtavad kangadefektid, on suurem kulu ettevõttele, sisaldades kangakulu, töötasu ning aega, kui defektide väljalõikamine või detailide korduv väljalõikamine. Vigade jälgimine, kanga märgistamine ja defektide väljalõikamine on kangaladestajate jaoks lisaeg. Automatiseeritud ladestuse puhul võib masin olla varustatud vigade tuvastamise süsteemiga, mis teeb kvaliteedikontrolli efektiivsemaks [3].

Kanga pinget on ladestamise puhul otsene lõpptoote kvaliteedi näitaja. Kangas peab olema võimalikult pingevaba ladestamise ajal. Liigne pinget või vähene pinget võib põhjustada lade piknemise või kokkutõmbumise, mis avaldub toote mõõtude erinevuses ettenähtud mõõtudest. Lademe kokkutõmbumine on probleemiks elastaani sisaldavate ja kootud kangaste puhul. Selle ennetamiseks lastakse kangal puhata pärast ladestamist ning enne lõikamist. Mõned masinad on

selleks puhuks võimelised vibratsiooniga või raputusega vähendada kanga pinget samal ajal, kui see juurdelõikuslauale lahti rullitakse. Vähene kangapinge manuaalsel või poolautomaatsel ladestamisel on rohkem silmale nähtav ja see avaldub kortsude ning ebaühtlustega [3].

Ladestamisel on oluline, et lade on staatilise elektri vaba. Staatiline elekter on suureks probleemiks sünteetiliste kangaste kasutamisel ja see on põhjustatud kangakihtide hõõrdumisest. Selle tulemusena võib kangas tõmbuda töövahendite või teiste kangakihtide külge ja ennetada tasapinnalist ning ühtlast ladet [3].

Ladestamisel tuleb tähelepanu pöörata, et ultusserv on kohakuti vähemalt ladestuse ühes piki suunalises ääres. Oluline on, et triibuliste ja ruuduliste kangaste puhul ühtiksid triibud ja ruudud lademe ulatuses, ja karustatud või ühesuunalise mustri kangaste puhul oleksid kõik kihid paigutatud ühesuunaliselt. Eri värvitoonidega kangaste ladestamisel tuleb eraldada eri värvitooniga kihid üksteisest riide- või paberribaga. Kõik ladestuse kihid peavad olema ühepikkused ja lõigatud kangaotsa lõikeäär sirge ning risti kanga pikkusega [2].

Kangaste valiku eesmärgiks on tagada, et partiisse satuksid artikli, kvaliteedi, mustri, värvi ja laiuse poolest sarnased kangatükid. Ühte partiisse ei tohi ühendada eri kiuliikidest kangaid. See raskendab ladestamist ja eriti juurdelõikamist, sest erinevad materjalid libisevad ja venivad erinevalt ning on lõikamisel erineva vastusurvega. Ka ühe grupi kangaste hulgast tuleb valida ühte ladestusse sarnaste omadustega kangad (paksuse, venivuse, tiheduse, parem- ja pahempoolse pinna iseloomu poolest jne) [2].

### **1.3 Juurdelõikus**

Juurdelõikuseks nimetatakse tootmiseelset protsessi, millega jagatakse lade ettenähtud detailideks. Juurdelõikuse alla loetakse ka tākete ja aukude tegemist, mis abistavad õmblusprotsessi [3].

### 1.3.1 Juurdelõikuse meetodid

Juurdelõikusprotsess jaguneb töövahenditest sõltuvalt manuaalseks ja automatiseerituks [5].

Manuaalne juurdelõikus sobib erinevate kangaste lõikamiseks. Meetodi puudujäägiks on automatiseeritud juurdelõikusega võrreldes madalam tootlikkus. Eeliseks on aga soodsamad töövahendid ja madalad hooldus- ning paranduskulud. Nendel põhjusel on meetod sobilik väikeste tootmiskoguste lõikamiseks. Meetodi täpsus sõltub töövahendist ja töötajate oskustest ning kogemusest. Meetodi kõige suuremaks probleemiks on kangakihtide nihkumine lõikamise ajal. Manuaalse juurdelõikuse tööetapid on järgnevad: detailide jaotamine väiksemateks osadeks, detailide umbkaudne väljalõikamine, detailide täpne väljalõikamine ja tākete sisselõikamine. Kasutatakse nii liikuvaid (käsijuurdelõikusvahendid) kui ka statsionaarseid töövahendeid. Aukude puurimine detailide sisse toimub spetsiaalsete puuridega [5].

Manuaalsel juurdelõikusel jaotatakse esialgu pikk lade väiksemateks osadeks, mis tagab lihtsustatud ja mugava liikumise erinevate töövahenditega. Seejärel eraldatakse väljalõigatud osad detailide suuruste järgi (suured ja sarnase pikkusega detailid, väikesed detailid) ja kanga järgi (põhikangas, lisakangas). Välja lõikamisel kasutatakse liikuvaid lõikamisvahendeid, näiteks kangakäärid, püstjuurdelõikusnuga ja ketaslõikur. Nende töövahendite puhul jääb lade paika ja liigutatakse ainult lõikamisvahendit [5].

Järgnevas, detailide umbkaudse väljalõikamise etapis jäetakse detailide ümber varu. See viiakse läbi dubleerkangast detailidele, keeruka kujuga detailidele ja keerulise mustri detailidele. Protsess viiakse läbi liikuva lõikamisvahendiga. Detailide täpsel väljalõikamisel lõigatakse detailid välja mööda piirjoont, kus kasutatakse püstjuurdelõikusnuga, ketaslõikurit või statsionaarset lintjuurdelõikusmasinat. Viimast kasutatakse keerulisema kujuga väikedetailide väljalõikamisel [5].

Aukude puurimine on oluline detailide puhul, millel tuleb näidata õmblejale abistavaid sissevõtete tippe ja peale asetsevate detailide aukohtasid, näiteks taskud ja klapid. Selleks kasutatakse spetsiaalseid puure [5]. Muude tākete tegemine on manuaalse juurdelõikuse korral juurdelõikaja kohustus. Selleks võib kasutada kriiti või muud märkimisvahendit, mille puhul tuleb igat kihti eraldi märgistada, kääre, püstjuurdelõikusnuga või kuuma tākestajat [3].

Automatiseeritud juurdelõikus viiakse läbi spetsiaalsetel juurdelõikuslaudadel, mille lõikusvahendiks võib olla nuga, laser või veejuga. Selliseid lahendusi pakuvad ettevõtted nagu

Gerber, Lectra, Kuris, Topcut-Bullmer, Eastman, Tecno-Systems, FK group jt. Olulised osad on nuga, noapesa, põiktala, millel toimub noa liikumine, lõikuslaud, digitaalne juhtimispaneel ja tarkvara. Lõikuslaud on tihti varustatud vaakumsüsteemiga, mis välistab materjalikihtide nihkumise lõikamise protsessis ja tagab täpsuse. Juhtimispaneel kontrollib ja assisteerib lõikusprotsessi. Paneelil on välja toodud paigutuskeem ja noa trajektoori. Operaator näeb ekraanilt infot, mis detailid on välja lõigatud ja mis detaili parasjagu välja lõigatakse. Vastavalt kanga iseärasustele saab juhtimispaneelil seadistada lõikamiskiirust, lõiketera teritamise sagedust, vaakumi tugevust jt parameetreid enne juurdelõikust [5]. Täkked ja augud on tehtud masina poolt juurdelõikuse ajal [3].

### **1.3.2 Juurdelõikuse kvaliteedi hindamine**

Juurdelõikuse kvaliteedinäitajateks on lõikamise täpsus ja lõikeservade ühtlus. Tegurid, mis põhjustavad ebatäpsusi on laiad või ebamäärased lekaalide jooned, joonte ebatäpne jälgimine, vahelduv nurk läbi kangakihtide, lade nihkumine, kanga kuhjumine või nihkumine noa ees, sobimatud töövahendid ja töövõtted ning vale lõikamise kord [3].

Vahelduv nurk kangakihtide vahel tähendab ebavõrdseid suurusi lekaalides, mis on tingitud lõiketera sobimatust käsitlemisest. Nurk kangakihtide ja lõiketera vahel peab olema ühtlaselt täisnurk (90°). Neid puudujääke saab vähendada valides sobilikud hooldatud töövahendid, töövõtted ja ladestamise meetodi. Täpsust hinnatakse ka tākete ja aukude puhul. Probleemideks võib ilmuda puuri vale käsitlemine, millega puuritakse kangaladet mitte täisnurga all ja see põhjustab aukude asukohtade erinevust kangakihtide ulatuses. Samuti tuleb tähelepanu pöörata kangakihtide nihkumisele, kiudude tõmbamisele protsessil ja tākete pikkusele, mis ei ulatuks üle õmblusvaru [3].

Lõikeservade ühtluse näitajateks on siledad servad, ühtlased õmblusvarud ja teravad nurgad. Need aitavad õmblusprotsessis detailide joondamisel ja õmblemisel ning tagavad korrektsed lõpptooted mõõtmed. Eksimusi saab ennetada valides sobivad töövahendid sõltuvalt materjalide sisaldusest ja omadustest, näiteks tihedus, kaal, paksus. Raskeid sünteetilisi kangaid on keerulisem lõigata kui õhukesi naturaalse sisaldusega kangaid. Lõikamisel eralduv soojus võib sulatada sünteetiliste kangaste servasid ja õhukesed või libedad kangad võivad üksteise suhtes nihkuda [3].

Oluline on löikevahendi tera sobilikkus materjaliga ja eelkõige selle teravus [3]. Näiteks ketasnoaga juurdelõikusmasina kasutamisel peab ladestus olema madalam kui vertikaalse noaga juurdelõikusmasina puhul. Ketasnoa lõiketera kuju tõttu on raskendatud kaarjate joontega detailide lõikamine ja seda sobib kasutada sirgelõikeliste detailide juurdelõikusel. Ladestuse kõrgus ei tohi ületada 6-7 cm. Väiksemamöödulise ketasnoa puhul võib ladestuse kõrgus olla 1,2 cm. Kõrgema ladestuse puhul on täpne juurdelõikus raskendatud. Näiteks villased kangad on kohevama struktuuriga, nende vastusurve lõikamisele on väiksem ja neid on kergem lõigata kui puuvillaseid, linaseid, siid- ja eriti kummeeritud kangaid, mistõttu võib villaste kangaste lade olla kõrgem [2].

## 1.4 Ergonoomika juurdelõikusprotsessis

„Ergonoomika on tööviiside, töövahendite ja töökeskkonna arendamine inimeste võimete ja vajaduste kohaseks“. Ergonoomika eesmärk on luua töökeskkonnas sobilikud töövõtted ja tööasendid, mis oleksid kohandatud iga töötaja eripäradele. Koormustegurid sõltuvad töö iseloomust, töövahenditest, -viisist, -korraldusest ja -keskkonnast [13].

Töökoormused jagunevad kahte peamisesse kategooriasse: füüsiline ja psüühiline ülekoormus. Füüsiline ülekoormus on seotud raskustega ja raskuse teisaldamisega ning sõltub töö tegemise asendist, töötaja füüsilistest eripäradest ja järjestikusest tööajast. Füüsiline ülekoormus väljendub lihaste väsimusena ja hingamis- ja vereringeelundkonna koormamisena. Psüühiline ülekoormus on põhjendatud info läbitöötamise kogusest ja sagedusest ning sellele vastava tegevuse planeerimisest. Psüühilise ülekoormuse näitajateks on väsimus, töö kvaliteedi halvenemine, töölt puudumine, lahkkelid kaastöötajatega, stress, hormonaalsed häired, vererõhu tõus, seedeorganite häired jne [13].

Juurdelõikusel ohustavad töötaja tervist mitmed tegurid. Puutudes kokku raskustega ja nende tõstmise-vedamise-lükkamisega või kui töötatakse ebasobivas asendis riskitakse pikema aja jooksul liigesehaiguste, näiteks osteoartriidi, väljakujunemisega. See võib avalduda tegevustes nagu kangarullide teisaldamine ja tõstmine lauale või raamile ning eriti, kui seda tehakse väljasirutatud kätega, kui tõstetakse õlgadest kõrgemale, kui selg on tõste ajal painutatud või pööratud, näiteks tõstes esemeid põrandal seisvatele kaubaalustele või kastidesse. Valud seljas, õlgades, kaelas ja kätes võivad tekkida ka lekaalide paigutamisel, kui peab selga ettepoole-küljele painutama või



pöörama ja eriti, kui seda tuleb teha tihti või püsida asendis pikalt. Käte koormamine toimub löikamisel, kui on vaja tööriistu hoida käes pikemat aega või kui lõigates pööratakse ja painutatakse randmeliigest [14]. Juurdelõikuses töötav tööline peab olema tihtipeale püstises asendis pikka aega, mis võib põhjustada üldist lihaste väsimist, turseid, veenide laienemist, alaselja valu, pingeid kaelas ja õlgades [15]. Oluline on tähelepanu pöörata ka mürale ja vibratsioonile, mis on tekitatud ümbritsevate töötavate seadmete poolt [14].

Alati pole võimalik riske töökeskkonnast täiesti eemaldada, kuid on võimalik nende vähendamine abivahendite ja töötajate väljaõppe ning juhendamise teel. Oluline on, et töökoht oleks sobilik ja kohandatud konkreetsele töötajale. Selle lahendamiseks on reguleeritava kõrgusega töölaud ja töötoolid [14]. Töölaua kõrgus peaks juurdelõikuses olema küünarnuki kõrgusel [16]. Raskuste teisaldamiseks ja tõstmiseks on vajalikud abivahendid, näiteks ratastega kärud. Sealhulgas peavad abivahendid ja seadmed olema töökorras, et vähendada liigse jõu kasutamise vajadust ning tööd saaks teha sobilikus asendis [14].

Et vähendada koormust randmeliigestele, tuleb tähelepanu pöörata ergonoomiliste seadmete kasutamisele, näiteks ergonoomilised neutraalseid liigete asendeid soodustavad käärid ja elektrilised, pneumaatilised või poolautomaatsed lõikevahendid. Seadmed peavad olema regulaarselt hooldatud, et vähendada vajaminevat jõudu nende käsitlemisel [16]. Elektrilisi liigutatavaid lõikevahendeid käsitlev või lintjuurdelõikusnuga kasutatav töötaja peab olema varustatud isikukaitsevahenditega, sh metallkinnas, ja elektrilised juhtmed peavad olema eemaldatud sagedaselt kasutatud läbikäikudest või märgistatud [17].

Töö korraldamisel tuleb tähelepanu pöörata sellele, et esemeid ei oleks tarvis tõsta ümber rohkem kui hädavajalik, töö tegemiseks oleks piisavalt ruumi ja töö viiakse läbi stabiilsel aluspinnal ning korraliku valgustuse tingimustes. Monotoonse töö riske on võimalik vähendada vahelduvate tööülesannetega ühe tööpäeva jooksul, tihedamate pausidega või kehaliselt aktiivse puhkusega, näiteks tervist edendavate tegevustega. Müra vähendamiseks tuleb töö kavandamisel tähelepanu pöörata, et töötajad puutuksid müraga võimalikult vähe kokku. Selleks võib eraldada müra tekitavad masinad ja protsessid müratõkkega. On ka oluline, et nende masinate tööpinna põrand oleks kaetud vibratsiooni summutava alusega. Kui müratase on kõrge ja seda ennetada ei saa, siis tuleks varustada töötajaid kuulmiskaitsevahenditega. Seadusega kehtestatud mürataseme piirnorm on 85 dB(A) ja impulssmüra puhul 137 dB(C) [14].

Kaasajal viiakse palju tootmiseelseid tegevusi läbi kontoriruumides, istudes arvuti taga, näiteks juurdelõikusprotsesside puhul programmide abil paigutuskeemide ja juurdelõikuse planeerimisel. Sellisel juhul tuleb arvestada ohtudena ka arvutiekraani ja istuvat tööd. Arvuti taga istuvad töötajad on tihtipeale ühes asendis pika perioodi, koormates silmi, kaela, selga, käsi, sõrmi ja rannet. See võib kaasa tuua nii füüsilisi kui ka psühholoogilisi ülekoormatuse märke, näiteks väsimuse, stressi, nägemisteravuse halvenemise, silmade kuivuse, sõrmede tuimuse ja jäikuse, valud randmes, seljavalud, kaelavalud, ainevahetuse aeglustumise, peavalusid jne. Keskkonna riskiteguriteks on psühhosotsiaalne keskkond, valgustatus, ventilatsioon ja õhuniiskus [17].

Kuvariga töötaja töökoha riskide vähendamisel on samuti oluline töökoha kohandamine töötaja järgi. Seega peaks olema töötaja varustatud reguleeritava ergonoomilise töötooliga, mis on käetugedega, ja võimalusel reguleeritava lauaga, vajadusel saab töötaja kasutada jalatuge ja randmetuge. Kuvariekraan peab olema ühtlaselt hele ja pilt kogu ekraani ulatuses terav, ilma valgusallika peegeldumiseta ja virvendusteta ning kaugus töötaja silmadest on käesirukaugus. Samuti peaksid olema käeulatuses kõik tihti kasutatavad töövahendid ja materjalid. Oluline on säilitada töökohal kord ja korrastada töölaud enne töö alustamist [18].

## 2. JUURDELÕIKUSPROTSESSI KIRJELDUS JA ANALÜÜS ETTEVÕTTES

Bakalaureusetöös uuritakse juurdelõikusprotsessi Eesti väikeettevõtte CraftCats OÜ näitel. Ettevõtte loodi 2017. aastal. Ettevõtte põhitegevus on õmblusteenuse pakkumine. Ettevõtte pakub tööd 3 inimesele, kellest 2 on õmblejad. Nende suurimaks kliendiks on hetkel pesubränd Kriss Soonik Loungerie, kellega koos jagatakse ühiseid ruume, kus viiakse läbi tootmine ja mis toimib ka kui brändi *showroom*. Lisaks toodetakse ka teistele brändidele, näiteks Denim Dream, Caramel Moda, Asuyama jt. Bakalaureusetöös on juurdelõikusprotsesside analüüs läbi viidud Kriss Soonik Loungerie mudelite põhjal, kuna antud brändi tooted moodustavad suurima osa CraftCats OÜ tootmiskogusest.

Kriss Soonik-Käärmani loodud omanimeline kaubamärk Kriss Soonik Loungerie asutati 2009. aastal. Kriss Sooniku stiili iseloomustab segu disaineri loodud pesust ja luksuslikust vaba-aja rõivast, mis väljendub brändi nime teises pooles – *loungerie* – ühendades mänguliselt inglise keelseid sõnu „*lingerie*“, mis tähendab pesu, ja „*lounge*“, mis viitab vaba-aja rõivale. Toodete eripära on see, et paljusid on võimalik kanda ka ülerõivastena. Kriss Sooniku pesu müüakse üle maailma erinevates lukstoodete butiikides ja kaubanduskeskustes, alates Ameerikast kuni Jaapanini. Eestisse jõudis kaubamärk 2011. aastal, kui pesutooteid hakkas müüma pood Ulakas Kaunitar [19].

### 2.1 Tooded ja nende analüüs

Antud bakalaureusetöös käsitleti püsi kollektsiooni 7 mudelit: Susan lace body, Alison lace bra, Piret lace bra, Maike knickers, Susan lace top lühikese varrukaga, Susan lace top pika varrukaga ja Piret lace thongs (vt lisa 1). Need on mudelid, mis on klassikalised ja hooajast sõltumatud. Kollektioone eristab nende puhul ainult kangas, mida on kasutatud läbivalt kõikide mudelite juures. Tooded on saadaval suurustes XS-XL. Bakalaureusetöös ei käsitletud lisamaterjale ja nende juurdelõikusprotsessi, sh kummipaelasid ja trikotaažkangast.

Toodete analüüsimisel uuriti, kas muutmata toote välimust oleks võimalik lekaalidesse sisse viia muudatusi, mille abil saaks suurendada paigutuste efektiivsus. Leiti, et seda oleks võimalik teha kahe mudeli puhul. Mudelite Maike knickers ja Piret lace thongs puhul on jalgevahedetail osa

põhilõikest, mis võib vähendada paigutuse efektiivsust ja nõuda aega efektiivse kombinatsioonini jõudmisel. Kanga säästmiseks võib eraldada jalgevahedetail läbilõikega. Eraldatud jalgevahedetaili saab paigutada tühimikesse, näiteks aluspükste esiosa detailide või suuremahuliste detailide vahele.

Jalgevahedetaili eraldamisel lisandub ajakulu juurdelõikusele, detailide koostamisele, tehnoloogilise protsessi täiendamisele ja lõigete modifitseerimisele: tuleb teha läbilõikejoon, kopeerida detail, lisada õmblusvaru põhikangast detailile (vt lisa 2), kontrollida paljundusreegleid (vt lisa 3) ja paigutada ning lõigata lisadetail. Uus tehnoloogiline lahendus oleks aeganõudvam võrreldes esialgsega, kuna kolme kangakihi ühendamisel tuleb pöörata tähelepanu, millised pooled vastamisi asetatakse (vt lisa 4). Sama tehnoloogiat võib kasutada ka *body* toodete aluspükste esiosadel, kuid bakalaureusetöös on katsetusena rakendatud lahendust ainult mudelite Maike knickers ja Piret lace thongs puhul.

## 2.2 Paigutuste tegemine käsitsi

Paigused tehti ühele tellimusele, mis jaotati kahe paigutuse vahel, mille kohta on toodud tabelid ja joonised lisa 5. Eelnevale kogemusele tuginedes planeeriti mudeleid kombineerida järgmiselt: ühel paigutusel oli koos Susan lace body, Alison lace bra, Piret lace bra, Maike puff knickers ja teises Susan lace top (lühike varrukas), Susan lace top (pikk varrukas), Piret lace thongs, Maike knickers. Ladestatud kihtide arv oli mõlema paigutuse puhul sama - 5 kihti. See tähendas, et mudeleid, mille mõningaid suurusi oli tarvis 10 tk, tuli paigutada 2 komplekti. Näite puhul oli kasutuses helelilla pitskangas laiusega 135 cm, artikli nr Jabouley 18355 Lilac, hooajast kevad/suvi 2018.

Käsitsi tehtud paigutuse efektiivsused arvatati teoorias esitatud valemite põhjal (vt valem 1.1, 1.2, 1.3). Lekaalide pindalad võeti täpsuse eesmärgil programmist AccuMark PDS ja on välja toodud lisa 6. Efektiivsuse arvutamisel oli paigutuse kogupikkusest välja arvestatud varu paigutuse otstes (6 cm), et neid oleks parem võrrelda tarkvara abil tehtud paigutustega. Arvutuskäik on välja toodud järgnevalt:

$$L_{c-mar_1} = 355 - 6 = 349 \text{ cm}$$

$$L_{c-mar_2} = 350 - 6 = 344 \text{ cm}$$

$$\omega_{c-mar} = 135 \text{ cm}$$

$$A_{G_1} = L_{c-mar} \cdot \omega_{c-mar} = 349 \cdot 135 = 47115 \text{ cm}^2$$

$$A_{G_2} = L_{c-mar} \cdot \omega_{c-mar} = 344 \cdot 135 = 46440 \text{ cm}^2$$

$$A_{N_1} = 33508,79 \text{ cm}^2$$

$$A_{N_2} = 32782,99 \text{ cm}^2$$

$$I_{c-mar_1} = \frac{A_{N_1}}{A_{G_1}} \cdot 100\% = \frac{33508,79}{47115} \cdot 100\% = 71,12\%$$

$$I_{c-mar_2} = \frac{A_{N_2}}{A_{G_2}} \cdot 100\% = \frac{32782,99}{46440} \cdot 100\% = 70,59\%$$

## 2.3 Paigutuste tegemine Gerber Technology programmiga

### AccuMark®

Lekaalid on loodud Optitex PDS programmiga, mistõttu tuli neid Gerberi programmi AccuMark® üleviimiseks konverteerida. Loodud *zip* failid tuli seejärel importida AccuMark Explorerisse ja kohandada programmile vastavaks. Selleks tuli luua AccuMark Exploreris igale mudelile oma V9 *Storage area* kaust, et mudelite detaile eraldada, sest detailide nimetused kattusid kõikidel mudelitel, näiteks esiosa, seljaosa, varrukas, jne. Seejärel tuli imporditud mudelite detailide nimetused muuta ühise süsteemi järgi. Selleks valiti järgnev loogika: mudeli nimetus – detaili lühend – lisaviide. Lühendite selgitus on toodud tabelis 2.1.

Tabel 2.1 Detailide nimetuste selgitus

Detail	Lühend
Esiosa	EO
Seljaosa	SO
Varrukas	V
Pikk varrukas	V-P
Lühike varrukas	V-L
Seljaosa püksid	SO-P
Esiosa püksid	EO-P

Konverteeritud failide importimine oli sujuv, kuid ilmnasid mõningad vead, nagu detailide puudumine, mis olid lisamaterjalist (trikotaaž, kumm). Lisaks tuli muuta mudelikirjelduse all kategooriat, kirjeldust, kangast ja paigutuskorda. Lisas 7 on toodud näited, kuidas nad automaatselt

üle tulid. Kanga nimetused on selgitatud tabelis 2.2. Lõikamiskord määrati mudelite kaupa nagu toodud lisa 8.

Tabel 2.2 Kanga nimetuste selgitus

Lühend	Kangas
P1	Põhimaterjal 1 (pits)
P2	Põhimaterjal 2 (trikotaaž)
K1	Kumm 1
K2	Kumm 2

Paigutuste loomisel kasutati Gerberi programmi Easy Marking. Selleks oli eelnevalt tarvis luua paigutamise seaded:

- Määrata, milline tekst läheb paigutuses detailidele (*Annotation Editor*): määrati mudeli nimi, tükide arv
- Määrata, kuidas kangas on ladestatud ja kas kangas seab lekaalide paigutamisele piiranguid (*Lay Limits Editor*): määrati, et lubada lekaali 180° pöörata, kuid mitte pöörata peegelduses; kangas ladestatud lahtiselt, üks kiht teise järel
- Määrata, kuidas joonistatakse lekaalidele vastasmärgid (*P-Notch*): tække sügavuseks määrati 0,4 cm
- Määrata plottimise parameetrid (*Marker Plot Editor*)
- Määrata puhvri reegel (*Block Buffer*): määrati 1 mm puhver lekaali ümbruses

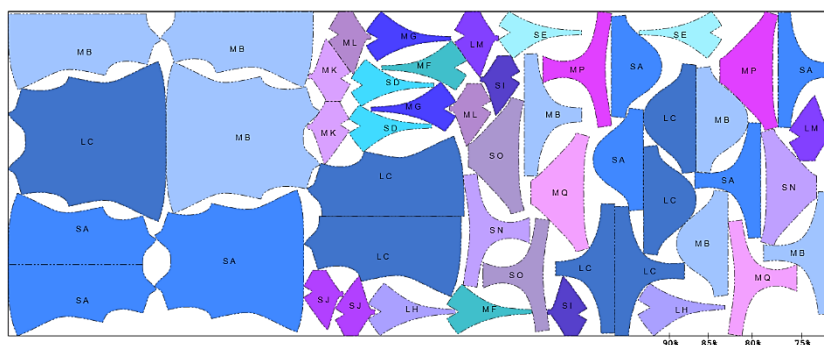
Seejärel tuli koostada paigutuse tellimus programmis AccuMark Explorer, kus on oluline märkida paigutuse nime, kasutatava kanga laiuse, eelnevalt määratud paigutamise seaded, seejärel valida kõik mudelid, mis moodustavad ühe paigutuse, ning valida suurusnumbrid ja suuruste komplektide arv.

### 2.3.1 Paigutus 1: käsitsi tehtud paigutuse jäljendamine tarkvaraga

Tabelites 2.3 ja 2.4 on välja toodud paigutatud komplektide arvud ja paigutuse pikkused ning efektiivsused. Paigutusi illustreerivad joonised 2.1 ja 2.2. Paigutuse varuna on lisatud 6 cm ühe paigutuse kihi peale, mis on arvestatud veniva kanga mõõtude stabiliseerimiseks, et paigutuste pikkuseid oleks võimalik võrrelda käsitsi tehtud paigutusega. See lisa väljendub paigutuse kogupikkuses ning seda on rakendatud ka järgnevate paigutuste puhul. Kõik programmiga tehtud paigutused on tehtud lademele, kus on kokku 5 kihti kangast, kui selle kohta ei ole teisiti märgitud.

Tabel 2.3 Paigutus 1 esimene paigutuskeem

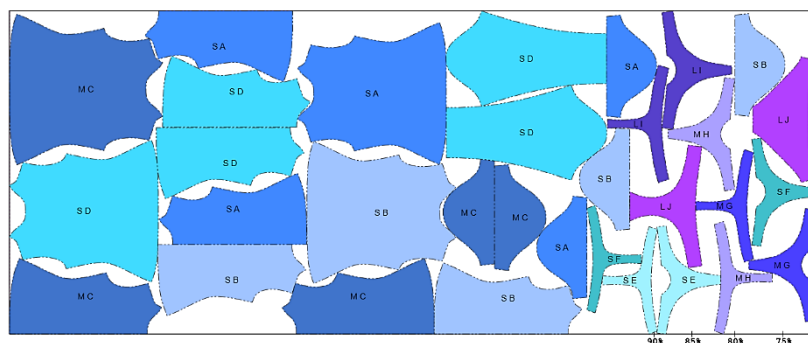
Jrk nr	Toode	S	M	L	Kokku tk
1	Susan lace body	1	1	1	3
2	Alison lace bra	2	2	1	5
3	Piret lace bra	2	2	1	5
4	Maike puff knickcers	2	2	-	4
Pikkus					3,44
Paigutuse kogupikkus					3,50
Efektiivsus					72,08%



Joonis 2.1 Paigutus 1 esimene paigutuskeem

Tabel 2.4 Paigutus 1 teine paigutuskeem

Jrk nr	Toode	S	M	L	Kokku tk
1	Susan lace top (lüh.var.)	2	1	-	3
2	Susan lace top (pikk var.)	1	-	-	1
3	Piret lace thongs	2	2	1	5
4	Maike knickers	-	-	1	1
Pikkus					3,37
Paigutuse kogupikkus					3,43
Efektiivsus					71,97%



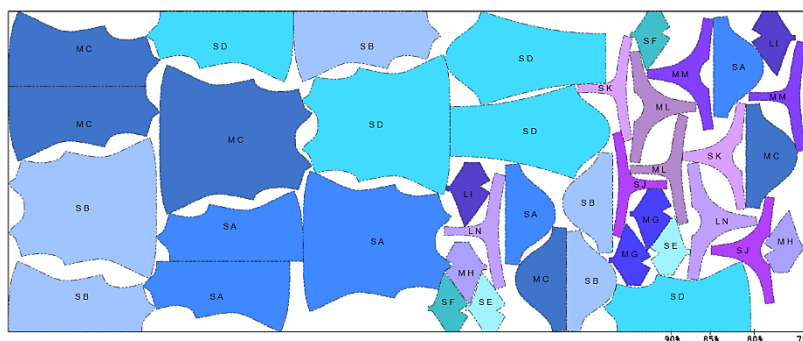
Joonis 2.2 Paigutus 1 teine paigutuskeem

## 2.3.2 Paigutus 2: pesukomplektide põhjal

Käsitsi paigutades jäi mulje nagu pesukomplekte oleks efektiivsem paigutada koos, mis väljendus selles, et aluspükste lekaalide vahele jäid alad, kuhu oleksid rinnakorvid sobilikult mahtunud. Selle järelduse põhjal paigutatud tooted on välja toodud tabelites 2.5 ja 2.6. Paigutusi illustreerivad joonised 2.3 ja 2.4.

Tabel 2.5 Paigutus 2 esimene paigutuskeem

Jrk nr	Toode	S	M	L	Kokku tk
1	Susan lace top (lüh var)	2	1	-	3
2	Susan lace top (pikk var)	1	-	-	1
3	Piret lace bra	2	2	1	5
4	Piret thongs	2	2	1	5
Pikkus					3,36
Paigutuse kogupikkus koos varuga					3,40
Efektiivsus					74,75%



Joonis 2.3 Paigutus 2 esimene paigutuskeem

Tabel 2.6 Paigutus 2 teine paigutuskeem

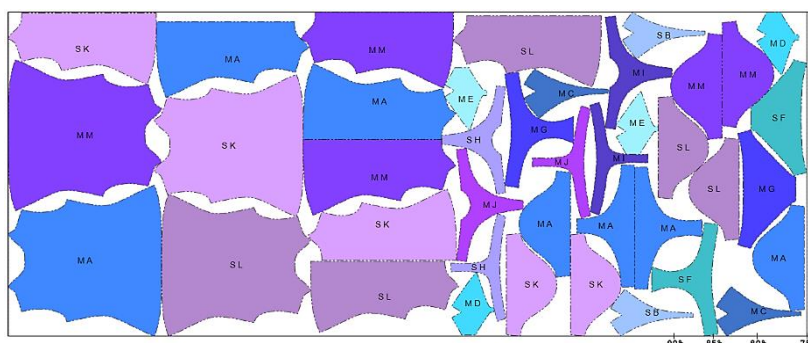
Jrk nr	Toode	S	M	L	Kokku tk
1	Susan lace body	1	1	1	3
2	Alison lace bra	2	2	1	5
3	Maike knickers	2	2	1	5
Pikkus					3,37
Paigutuse kogupikkus koos varuga					3,43
Efektiivsus					71,19%





Tabel 2.8 Paigutus 3 teine paigutuskeem

Jrk nr	Toode	S	M	L	Kokku tk
1	Susan lace body	-	1	-	1
2	Alison lace bra	1	1	-	2
3	Piret lace bra	-	2	-	2
4	Maike knickers	1	1	-	2
5	Piret lace thongs	1	2	-	2
6	Susan lace top (lüh var)	2	1	-	2
Pikkus					3,33
Paigutuse kogupikkus koos varuga					3,36
Efektiivsus					75,04%



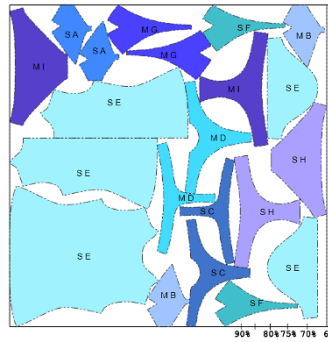
Joonis 2.6 Paigutus 3 teine paigutuskeem

### 2.3.4 Paigutus 4: astmeline lade

Astmelisele lademele tehti paigutus, kuna ettevõtte rakendab ka sellist kanga ladestamise meetodit ja see annaks hea ülevaate selle efektiivsusest võrreldes teistega. Selle tarbeks tehti kolm erinevat paigutust: esimene toodetest, mida lõigatakse 2 komplekti, kuid paigutatakse 1 komplekt, sest selle tarbeks ladestatakse 10 kihti kangast (tabel 2.9, joonis 2.7); teine toodetest, mida lõigatakse 1 komplekt, lõigatakse 5 kihist ja on sobiliku pikkusega, st saab paigutada koos esimese paigutusega arvestades ladestuslaua pikkust (tabel 2.10, joonis 2.8), ja kolmas toodetest, mis jäid üle, ning lõigatakse 1 komplekt 5 kihist eraldi (tabel 2.11, joonis 2.9).

Tabel 2.9 Paigutus 4 esimene paigutuskeem

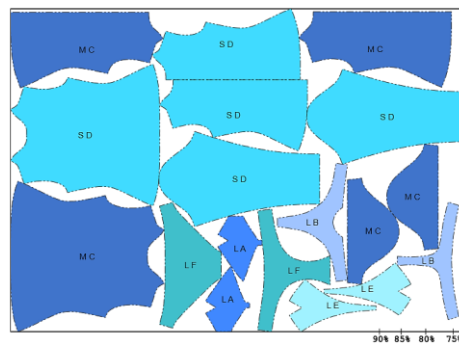
Jrk nr	Toode	S	M	L	Kokku tk
1	Piret lace bra	1	1	-	2
2	Piret lace thongs	1	1	-	2
3	Susan top (lüh var)	1	-	-	1
4	Alison lace bra	1	1	-	2
5	Maike knickers	1	1	-	2
Pikkus					1,33
Paigutuse kogupikkus koos varuga					1,36
Efektiivsus					65,74%



Joonis 2.7 Paigutus 4 esimene paigutuskeem

Tabel 2.10 Paigutus 4 teine paigutuskeem

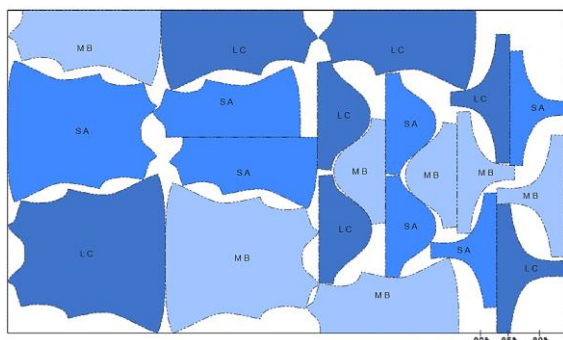
Jrk nr	Toode	S	M	L	Kokku tk
1	Piret lace bra	-	-	1	1
2	Piret lace thongs	-	-	1	1
3	Susan lace top (lüh var)	-	1	-	1
4	Susan lace top (pikk var)	1	-	-	1
5	Alison lace bra	-	-	1	1
6	Maike knickers	-	-	1	1
Pikkus					1,91
Paigutuse kogupikkus koos varuga					1,94
Efektiivsus					72,66%



Joonis 2.8 Paigutus 4 teine paigutuskeem

Tabel 2.11 Paigutus 4 kolmas paigutuskeem

Jrk nr	Toode	S	M	L	Kokku tk
1	Susan lace body	1	1	1	3
Pikkus					2,33
Paigutuse kogupikkus koos varuga					2,39
Efektiivsus					76,18%



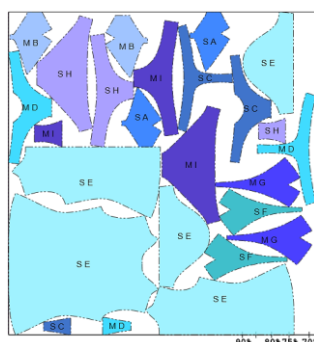
Joonis 2.9 Paigutus 4 kolmas paigutusskeem

### 2.3.5 Paigutus 5: lekaalide analüüsi põhjal astmelisele lademele

Toodete analüüsi tulemusena koostati uued mudelid (Piret lace thongs 2 ja Maike knickers 2), mille põhjal eeldati paigutuse efektiivsuse suurenemist. Kuna läbilõigete tulemusena saadakse eraldi detailid, mille välja lõikamiseks kulutatakse lisanduvat aega, siis paigutati kahekordsed komplektid ühekordselt ehk ladestamisel kasutati astmelise ladestamise meetodit, mille tulemusena lõigatakse kahe detaili asemel välja üks (vt tabel 2.12, joonis 2.10). Need tooted kombineeriti paigutusega, mille pikkus oleks sobilik, ja kahe paigutuse pikkus oleks kokku alla juurdelõikuslaua pikkuse (3,5 m) (vt tabel 2.13, joonis 2.11). Kolmanda paigutusena lisati kõige suuremat efektiivsust andev paigutus ehk mudeli Susan lace body kõikide suuruste paigutuse, mis loodi eelmise paigutuse all (vt tabel 2.11 ja joonis 2.9).

Tabel 2.12 Paigutus 5 esimene paigutusskeem

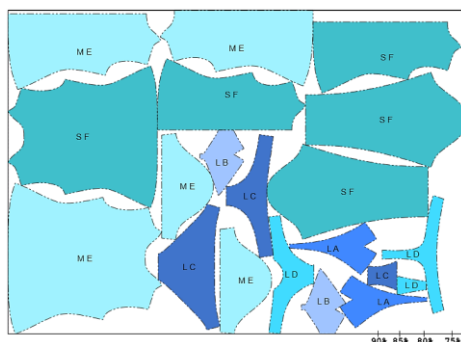
Jrk nr	Toode	S	M	L	Kokku tk
1	Piret lace bra	1	1	-	2
2	Piret lace thongs 2	1	1	-	2
3	Susan top (lüh var)	1	-	-	1
4	Alison lace bra	1	1	-	2
5	Maike knickers 2	1	1	-	2
Pikkus					1,28
Paigutuse kogupikkus koos varuga					1,31
Efektiivsus					68,55%



Joonis 2.10 Paigutus 5 esimene paigutuskeem

Tabel 2.13 Paigutus 5 teine paigutuskeem

Jrk nr	Toode	S	M	L	Kokku tk
1	Piret lace bra	-	-	1	1
2	Piret lace thongs 2	-	-	1	1
3	Susan lace top (lüh var)	-	1	-	1
4	Susan lace top (pikk var)	1	-	-	1
5	Alison lace bra	-	-	1	1
6	Maike knickers 2	-	-	1	1
Pikkus					1,91
Paigutuse kogupikkus koos varuga					1,94
Efektiivsus					72,60%



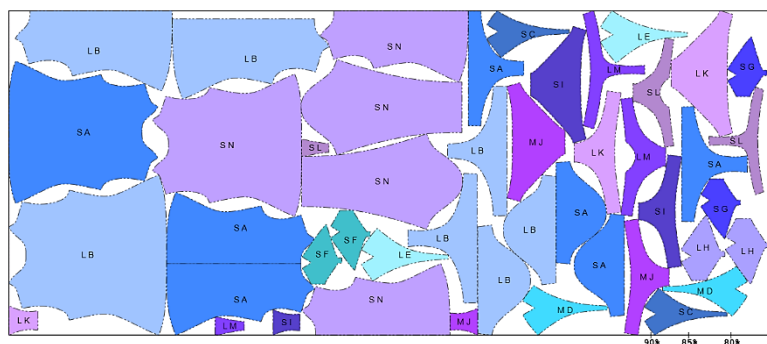
Joonis 2.11 Paigutus 5 teine paigutuskeem

### 2.3.6 Paigutus 6: lekaalide analüüsi ja suuruste põhjal

Ühte parimat efektiivsust andvat paigutust (vt pkt 2.3.3 Paigutus 3: suuruste põhjal paigutamine) otsustati jäljendada läbilõigatud detailidega, et vaadata, kas paigutust saaks veelgi enam efektiivistada (vt tabel 2.14 ja 2.15, joonis 2.12 ja 2.13).

Tabel 2.14 Paigutus 6 esimene paigutuskeem

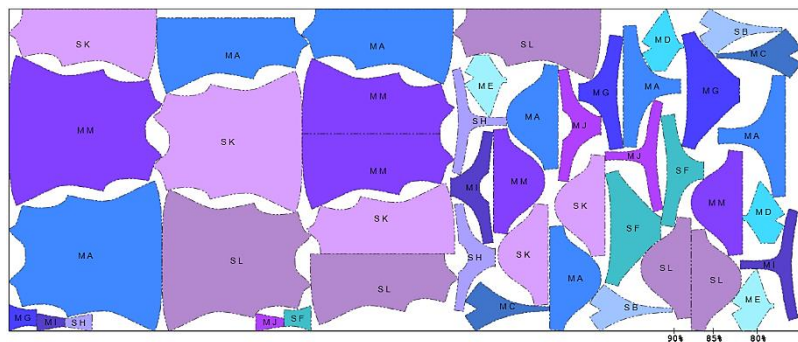
Jrk nr	Toode	S	M	L	Kokku tk
1	Susan lace body	1	-	1	2
2	Alison lace bra	1	1	1	3
3	Piret lace bra	2	-	1	3
4	Maike knickers 2	1	1	1	3
5	Piret lace thongs 2	1	-	1	2
6	Susan lace top (pikk var)	1	-	-	1
Pikkus					3,18
Paigutuse kogupikkus koos varuga					3,24
Efektiivsus					75,96%



Joonis 2.12 Paigutus 6 esimene paigutuskeem

Tabel 2.15 Paigutus 6 teine paigutuskeem

Jrk nr	Toode	S	M	L	Kokku tk
1	Susan lace body	-	1	-	1
2	Alison lace bra	1	1	-	2
3	Piret lace bra	-	2	-	2
4	Maike knickers 2	1	1	-	2
5	Piret lace thongs 2	1	2		3
6	Susan lace top (lüh var)	2	1	-	3
Pikkus					3,31
Paigutuse kogupikkus koos varuga					3,37
Efektiivsus					75,62%



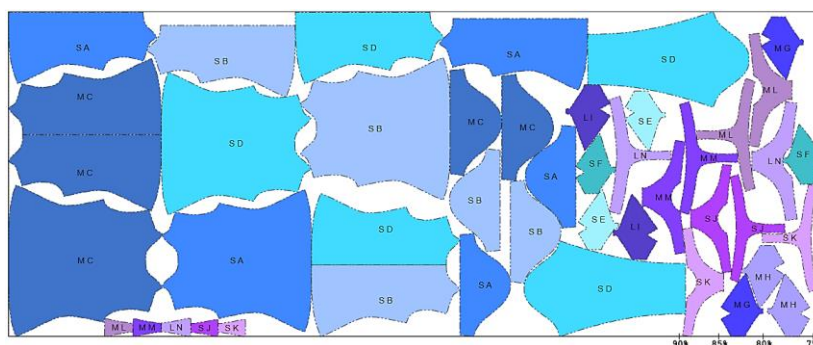
Joonis 2.13 Paigutus 6 teine paigutuskeem

### 2.3.7 Paigutus 7: lekaalide analüüsi ja pesukomplektide põhjal

Toodete analüüsi põhjal saadud mudelid katsetati ka kombineeritud mudelite paigutuse põhjal, sest kui suuruste paigutamise puhul tuleb enam tähelepanu pöörata suuruste jaotumisele kahe paigutuse vahel, siis mudelite paigutamisel ei ole ohtu, et miski välja ununeks (vt tabel 2.16 ja 2.17, joonis 2.14 ja 2.15).

Tabel 2.16 Paigutus 7 esimene paigutusskeem

Jrk nr	Toode	S	M	L	Kokku tk
1	Susan lace top (lüh var)	2	1	-	3
2	Susan lace top (pikk var)	1	-	-	1
3	Piret lace bra	2	2	1	5
4	Piret thongs	2	2	1	5
Pikkus					3,39
Paigutuse kogupikkus koos varuga					3,45
Efektiivsus					74,11%



Joonis 2.14 Paigutus 7 esimene paigutusskeem

Tabel 2.17 Paigutus 7 teine paigutusskeem

Jrk nr	Toode	S	M	L	Kokku tk
1	Susan lace body	1	1	1	3
2	Alison lace bra	2	2	1	5
3	Maike knickers	2	2	1	5
Pikkus					3,31
Paigutuse kogupikkus koos varuga					3,37
Efektiivsus					72,69%







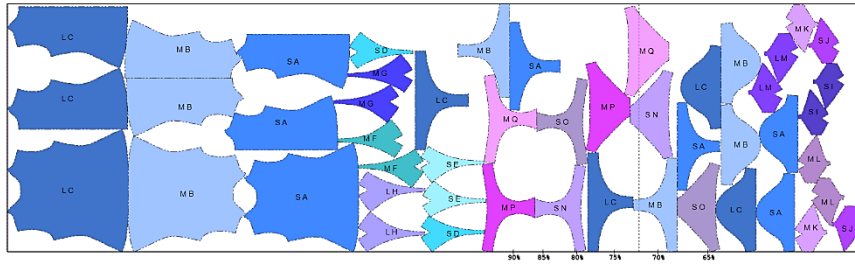
pöörata 180 ° ainult lõimesuunda arvestades, kanga mustri ei ole suunda ning paarisdetailid ei vaja peegeldamist.

Tehtud paigutustest on näha, et kõige kuluefektiivsemad paigutusviisid pesutoodetele on suurusnumbrite järgi paigutamine. Kahest numbrite järgi paigutamisest oli efektiivsem see, kus on läbilõikega eraldatud väiksem detail, et lihtsustada paigutamist. Suurt efektiivsust näitasid ka paigutused, kus oli paigutatud koos pesutoodete komplektid ehk rinnahoidjad ja aluspüksid nii, et ühel paigutusel oleks Piret lace bra ja Piret lace thongs ning teisel Alison lace bra ja Maike knickers. Tulemustest on ka näha, et mudeli Susan lace bodi ühte paigutusse kombineerimisel tuli kokkuvõttes kõige parem efektiivsuse protsent, mistõttu on neid sobilik koos lõigata olenemata tellimusest. Seetõttu oli järgnevate paigutuste (nr 8, 9) tegemisel kasutatud skeemina Susan bodide paigutusskeemi.

Paigutused astmelisele lademele polnud numbriliste näitajate poolest parimad, kuid nende eeliseks on väiksema arvu komplektide paigutamine ja sellest tulenevalt ka vähemate detailide väljalõikamine, mis on eriti oluline siis, kui paigutatakse läbilõigetega eraldatud detaile, mis iseenesest suurendavad detailide arvu. Tabelist on ka näha, et pikem laud ei annaks oluliselt paremat efektiivsust, et sellesse investeerimine ennast ära õigustaks ainult paigutuste efektiivistamise vaatepunktist.

Paigutusi luues arvestati ka aja faktoriga, mis avaldub detailide juurdelõikusel. Püüti detaile paigutada nii, et võimalikult palju oleks neid detaile, mille üks serv kattuks, et saaks välja lõigates teha kahe lõike asemel ühe. Seda oli võimalik teha varrukadetailide paigutamisel nii, et kattus alumine lõikeserv, bodi ja topi esiosade puhul kattus keskõmblusjoon ning bodi aluspükstel ülemine serv või kombineerides eelnevalt nimetatud servi omavahel.

Kuna eesmärk oli saavutada suurim efektiivsus, siis ei arvestatud paigutamisel kanga mustri suunaga ja ühe komplekti kõik detailid paigutati suunda arvestamata. Paigutuste loomise vahepeal ning lõpus kasutati tarkvara rakendust Compact Marker, millega programm muutis olemasolevat paigutust kompaktsemaks, tõstes tooted ümber, et vähendada paigutuse pikkust ja suurendada efektiivsust, kuid jättes paigutatud detailide üldise asetuse samaks. Kasutades Easy Marking automaatset paigutust, ei andnud tarkvara väga hea efektiivsusega paigutuse (vt joonis 2.18). Seega ei ole see tarkvara sobilik kasutamiseks automaatsete paigutuste loomisel ja vajab kogemusega töötajat.



Joonis 2.18 Paigutuse näide, mida tegi Easy Marking tarkvata automaatselt (efektiivsus 53,25%)

Paigutuste loomisel püüti paigutada ka nii, et suured detailid oleks läbisegi väiksematega, kuid sellisel juhul oli keeruline saada kõrge efektiivsusega paigutust, sest paljud väikesepinnalised detailid on lõimesuunas lühikesed ja koesuunas pikad, mistõttu oli neid efektiivsem paigutada nii, et võimalik oli kasutada tervet kanga laiust. Läbilõigetega eraldatud jalgevahedetailid paigutati koos või mitmekesi lähestikku, et väljalõikamisel ei oleks nende ununemise ohtu.

Tulemustest võib järeldada, et ettevõttel oleks võimalik säästa antud tellimuse peale kokku kuni 2,2 m kangast. See tähendaks ettevõttele 27,50 € kokkuhoidu, kui kanga meetri hind on 12,50 €.

## 2.4 Juurdelõikusprotsessi kirjeldus

Mudelite lekaalid on tellitud teenusepakkujalt või loodud vajadusel ettevõtte siseselt töötaja poolt, kes korraldab juurdelõikust ja tootmisplaneerimist. Konstrueerimisel kasutatakse tarkvara või digiteeritakse paberlekaalid. Teenuse sisseostmisel viiakse läbi ka lekaalide paljundamine ettevõtte poolt antud suurusetabeli põhjal.

Juurdelõikusprotsessi juhib ja viib läbi üks inimene. Ladestusprotsessil on abiks lisaks 1 töötaja. Juurdelõikusprotsess viiakse läbi siis, kui on kogunenud piisav arv tellimusi, mis lubab optimaalset juurdelõikust. Enamasti on selleks koguseks ühe suuruse puhul 5 tk või 10 tk, mille puhul saab ladestada 5 kihti kangast ja paigutada vastavalt 1 või 2 komplekti ühest suurusest. Või rakendatakse astmelist ladestust, mille puhul võtab paigutus vähem aega, sest lekaalide komplekte on vähem. Vajadusel lõigatakse välja tellimused, millega on kiire või mida lõigatakse ühest-kahest kangakihist.

Kangarull tuuakse laost käsitsi ühe töötaja poolt. Need on pits- või tüllkangad, mis on kergemad. Raskemate kangaste toomisel on üks lisatöötaja abiks. Kangarull asetatakse juurdelõikuslaua kõrval olevale vardale (vt joonis 2.19). Vardal saab korraga hoida ühte kangarulli, mistõttu tuleb rulli vahetada iga kord, kui tuleb lõigata teist kangast. Juurdelõikuslaud on 3,5 m pikk ja 2 m lai. Ettevõtte kasutab kangaid, mille laius erineb omavahel kuni 80 cm. Pitskangas tellitakse laiusega 125 cm, kuid erineb partiide vahel samuti ja võib olla 120, 130 või 135 cm. Veluurkanga laius on 190 cm ja trikootažkanga laius 120-150 cm. Kanga kasutatav laius on väiksem, kuna välja arvestatakse ultusserv. Juurdelõikuslaua kõrgus ei ole reguleeritav ja ulatub töötajale küünarnuki alla. Laua pind on puidust. Tööruumi põrand on kaetud vineeriga. Tööala põrand ei ole kaetud libisemisvastase alusmatiga. Elektrilised tööriistad on ühendatud vooluvõrku pikendusjuhtme abil, mis hetkel jookseb üle vahekäigu ja on kleebitud maha ohutusteibiga.



Joonis 2.19 Juurdelõikuslaua kõrval olev varras kangarullide hoidmiseks

Enne kanga ladestamist mõõdetakse kangas üle ja kontrollitakse parem-pahem pool. Kangas ladestatakse ühes suunas lahtiselt, parem pool ülespoole. Kanga ladestamisel paigutatakse kangas nii, et üks serv ühtib, sest kangas võib varieeruda laiuses ühel kangarullil. Kangakontroll viiakse läbi ladestamise protsessi käigus, kuid enamasti on kontroll läbi viidud kangatootja poolt, kes on defektid märkinud punaste plastik tekstiilpüstoli kinnitajatega. Suurepinnalised defektid lõigatakse defekti pikkuses ja terves kangalaiuses välja ning jäetakse alles väiksemate partiidega tellimusteks. Aja kokkuhoiu mõttes lõigatakse siiski ka väiksemad partiid kangarullist. Väikesed defektid märgitakse üles, tehakse paigutus ja vajadusel lõigatakse defektikohaga detail uuesti. Kuna tegu on väiketootmisega ja detailid on enamasti väikesepinnalised, siis ei teki rulli lõppu kangahulka, mida poleks võimalik kasutada. Ladestamisel arvestatakse 3-4 cm varu otstes, mis on tingitud sellest, et elastaani sisaldav kangas on kangarullis pinge all ja tõmbub laual kokku töö käigus.

Lekaalid paigutatakse käsitsi kogenenud töötaja poolt, kes tugineb paigutamisel eelnevale kogemusele. Lekaalide paigutamisel jälgitakse osaliselt ka mustri suunda. Kasutatud pitskangas on

väikese mustriga ja mustri erinevus mõlemalt poolt vaadatuna on silmale eristamatu. Mistõttu saab väikesepinnalisi sümmeetrilisi lekaale ühe komplekti jaoks paigutada nii nagu on või pöörates 180°, näiteks Alison lace bra rinnakorvid. Suurepinnalisi lekaale, nagu mudelite Susan lace body ja Susan lace top esiosade puhul, püütakse paigutada nii, et ühe komplekti detailid oleksid kõik ühes suunas, kui paigutuse efektiivsus seetõttu ei kannata. Lekaalid paigutatakse kanga kasutatava laiuse ulatuses, kuid paigutuse efektiivsustamiseks võidakse kasutada ka ultusserva lekaalide õmblusvaruna. Lekaalide vahele jäetakse 1 mm puhver, mis tagab, et lekaalid ei kattuks ja välja lõikamine oleks mugav ning ilma sisselõigeteta ümbritsevatesse lekaalidesse.

Lekaalid on trükitud kuumustundlikule liimitavale paberile ja eraldi välja lõigatud ning triikrauaga kinnitatud pealmisele kangakihile (vt joonis 2.20). Tagavaraks on välja trükitud mitu komplekti suuruste puhul, mida rohkem tellitakse. Lekaalid eemaldatakse pärast väljalõikamist kangalt ning neid saab taaskasutada kuni 10 korda. Pitskangale ei jäta nad liimijälgi, kuid mõne kanga puhul on oluline ladestada kangas pahempool ülespoole, näiteks trikotaaž, et ennetada lekaalidest jätavaid liimijälgi.



Joonis 2.20 Lekaalide kinnitamine triikraua abil

Kangas ladestatakse otse lauale ilma aluspaberita, sest lõikamiseks kasutatakse kvaliteetseid kangakääre ja paber kiirendaks kääride nürinemist. Selleks, et kangakihid lõikamise ajal teineteise suhtes ei nihkuks, kinnitatakse lekaalid kanga külge mõne nõõpnõelaga, pannakse peale raskused või kinnitatakse servadest klambritega. Proovitud on ka elektrilist ketaslõikurit (Texi Zorro 100), kuid see ei lõika õhukest elastaaniga pitskangast hästi ja ketas takerdub peenikestesse niitidesse ning põhjustab kihtide nihkumist. Ketaslõikur sobib kasutamiseks tüllkanga ja kõikide muude kangaste puhul. Ketaslõikurit kasutatakse pikkade lõigete tegemiseks ja nurkade lõikamist abistavad käärid. Ketaslõikuril on integreeritud sõrmekaitse (vt joonis 2.21). Väljalõikamine viiakse läbi laua ühe pikema serva poolt, kui kanga laius on väiksem laua laiusest. Esmalt lõigatakse välja servale kõige lähemal asuvad detailid ja seejärel nihutatakse kaugemad detailid lähemale ja teostatakse lõikamine.



Joonis 2.21 ettevõttes kasutatav ketaslõikur

Juurdelõikuse teostamisele järgneb komplekteerimine ja jääkide sorteerimine. Komplekteerimisel jaotatakse detailid mudeli ja suuruse põhiselt, näiteks mudeli Susan lace body kõik suuruse S detailid pakitakse kokku. Ühele komplektile pannakse pael ümber ja pealmisele detailile pannakse peale info, mis kirjeldab, mitu toodet pakis on ja milline suurusnumber on komplekteeritud. Seejärel liiguvad pakid õmblusprotsessi. Jääkide sorteerimine on lihtsustatud tänu valitud meetodile, kuna erinevaid materjale ei ole tarvis juurdelõikuse lõpus eraldada – detailide väljalõikamise etapis eraldatakse paberjäägid ja viimasena eraldatakse kangajäägid.

Juurdelõikust viiakse läbi umbes iga paari päeva tagant. Juurdelõikust läbiviival töölisel on ka muid töökohustusi, näiteks tootmistellimuste komplekteerimine ja planeerimine, toodete pressimine, vajadusel pakkimine, mistõttu võib tema töökohustusi kirjeldada kui vahelduvad. Seega ei koge ta pikaajalisi sundasendeid, mis koormavad ja pingestavad ühte kehaosa. Paigutamisel, väljalõikamisel ja lekaalide triikimisel tuleb kohati ülakeha välja sirutada, mis pingestab alaselga. Samuti on koormatud käed ja randmed, sest tooted koosnevad paljudest väikestest detailidest, millel on ebakorrapärased kujud ja vajavad keha pööramist külgedele ning randme painutamist. Üle ruumi jooksev pikendusjuhe ei võimalda mugavalt kasutada elektroonilisi töövahendeid, näiteks triikrauda ja ketaslõikurit.

## 2.5 Ettepanekud efektiivsuse suurendamiseks

Ergonoomika ja ohutuse vaatepunktist on oluline viia läbi meetmed, mis suurendaksid juurdelõikaja ohutust töökohal ja vähendaksid terviseriske, millega ta kokku puutub. Tööruumi põrand on kaetud puiduga, mis ei ole nii ohtlik kui betoonpõrand töötervishoiu seisukohast, kuid tema puudujäägiks

on kasutatud viimistlusvahendi (värvi) libe pinnas. See võib põhjustada libastumist ja kukkumist, kui põrandale kukub sile pitskangas, mis suurendab libastumisohtu sellele astudes. Selleks on oluline varustada tööpind kummist jalgematiga, mis lisaks vähendavad väsimust ja parandavad vereringet [15] ning eelkõige vähendavad riski libastumiseks kangajääkidel (vt joonis 2.22).



Joonis 2.22 Ettevõtte Becky poolt pakutav töökohamatt [20]

Ohutusteibiga maha kleebitud pikendusjuhtme oleks turvalisem viia laua kohale mugavamaks käsitlemiseks, näiteks laua kohalt jooksev kaabel, mille küljes on pikendusjuhe. Kaabli abil saaks elektrooniliste seadmete juhtmeid liigutada vastavalt vajadusele üle terve laua ulatuse. Juhtmete viimine põrandalt laua kohale võimaldaks liikumist kärudega. Ratastega käru oleks tarvis kangarullide vedamiseks laost tööruumi. Sellega saaks liigutada korraga mitu kangarulli, et vähendada transpordile kuluvat aega ja füüsilist koormust. Kangarullide transpordi aega ja tõstmise vaeva aitab vähendada ka uus kangarulli varras laua kõrvale, mis võimaldaks hoida mitu rulli korraga ja ei nõua kangarulli vahetamist iga uue kanga ladestamiseks (vt joonis 2.23).



Joonis 2.23 Ettevõtte Mivar poolt pakutav kangavarras [21]

Arvestades ettevõttes kasutatavate kangaste laiuste erinevust ei saa soovitada kitsamat lauda, kuigi see lihtsustaks kitsama pitskanga lõikamist. Küll aga võiks laud olla reguleeritava kõrgusega, mida saaks kohendada vastavalt tehtavale protsessile (näiteks kui lõikamisel võiks laud olla kõrgemal kui paigutamisel) ja vastavale töötajale, kui tulevikus on tarvis abitööjõudu. Kitsama kanga ladestamisel võiks kasuks tulla käepikendus, millega saab siluda kortse töötaja, kes töötab serva poolt, kus kangas on kaugemal, ilma, et ta peaks liialt ette kummardama. Üleminek rätsepakääridelt kergetele

elektrilisele lõikamisvahendile vähendaks käte koormust ja pingeid randmes ning kiirendaks väljalõikamist, näiteks elektrilised käärid (vt joonis 2.24). Kui ettevõtte aga otsustab kasutada elektroonilisi kääre, siis peaks juurdelõikajat varustama ka metallkindaga. Töövahendite hoiustamiseks võiks olla riiul või karp, mis tagaks, et töövahenditel oleks kindel koht ja alati üles leitavad. Töökeskkonna parandamise tulemusena võiks ettevõtte koostada juurdelõikusprotsesside töötajale ohutusjuhendi, kus oleks välja toodud keskkonnas valitsevad ohud ja meetmed, mis võimaldaksid neid ohte vähendada.



Joonis 2.24 Ettevõtte Armator AS poolt pakutavad elektrilised käärid [22]

Programmiga paigutamise kasuks räägib väiksem füüsiline koormus, sest käsitsi lekaalide asukohtade vahetamisel tuleb ette ja diagonaalis sirutada, kuid programmi puhul seda koormust ei teki, kui töökoht on ergonoomiline ja töötaja on teadlik oma kehaasendist. Eeliseks on ka kiirem paigutamine, sest ülevaade skeemist on parem, lekaali asetamine on hetkeline ja stabiilset lekaalidevahelist puhvrit arvestav, samuti on alati paigas lõimesuund, ning kõik lekaalid saab asetatud. Nii väiksele ettevõttele aga ei ole mõistlik investeerimine tarkvarasse, sest paigutamine viiakse läbi harvem kui see investering ära tasuks. Kui aga investeerida tarkvarasse, kuid mitte plotterisse, siis kuluks aega ettevõttega suhtlemisele, tellimisele ja paigutuste transpordile, mis muidu kuluks paigutamisele ja lõikamisele. Hetkel ei ole probleeme töäjõu ülekoormamisega ja ettevõtte töölised tulevad oma töökohustustega toime tootmiskoguste juures. Alles tootmiskoguste suurenedes ja ettevõtte laienedes tulevikus võib tarkvara ja riistvara osutada kasulikuks.

Ettevõtte saab aga efektiivsemaks muuta paigutuskeeme. Paigutuskeemide efektiivsust saab tõsta paigutades teatud mudeleid ja suurusnumbreid koos. Erinevaid paigutusi läbi tehes tuli välja, et kõige suurema efektiivsusega ja lühema pikkusega paigutus tuli siis, kui paigutada suurusnumbrite järgi või pesukomplektide koos paigutamine. Selline paigutamine võib tähendada kangasäästu kuni 2,2 m ja 27,50 € käsitletud tellimuse täitmise pealt.



## KOKKUVÕTE

Käesoleva bakalaureusetöö raames uuriti juurdelõikusprotsesse rõivatootmisettevõttes. Bakalaureusetöö eesmärgiks oli analüüsida juurdelõikusprotsesside ettevõttes CraftCats OÜ ja teha ettepanekuid efektiivsuse suurendamiseks. Töö teoreetilises pooles anti ülevaade protsessidest ja kirjeldati neid sõltuvalt ettevõtte suurusest ning võimalustest. Teises pooles uuriti juurdelõikusprotsesse väikeettevõttes CraftCats OÜ ja toodi välja arendamist vajavad kohad lekaalide paigutamisel, kanga ladestamisel ja juurdelõikusel. Ettepanekute aluseks võeti ettevõtte suurima kliendi pesubrändi Kriss Soonik Loungerie püsi kollektsiooni 7 mudelit.

Paigutusskeemide efektiivsuse analüüsiks võeti üks tellimus, millele tehti paigutused käsitsi ning seejärel jäljendati Gerber Technology tarkvaraga Easy Marking, et näha, kas programmiga tehtud paigutused annavad suuremat kangasäästu. Samuti uuriti erinevaid paigutamise kombinatsioone ja põhimõtteid, lähtudes kirjandusest ja jooksvatest tulemustest, et leida parima efektiivsusega paigutused ühe tellimuse tarbeks. Tulemuste põhjal leiti, et kõige tõhusam on paigutada suurusnumbrite, mudelite ja lekaalide analüüsi põhjal. Suurusnumbreid, mida on tõhus koos paigutada on suurim ja väikseim ühes paigutuses ning keskmine teises. Mudelid, mis annavad efektiivse paigutuse on pesukomplektid eraldi ja *body* kõik suurused omaette. Lekaalide analüüsi tulemusena eraldati kahe mudeli aluspükste jalgevahe detail, mille tulemusena vähenes esiosa pikkus ning suurenes paigutusskeemide efektiivsus.

Ladestamise ja juurdelõikuse ettepanekud kombineeriti teemaga ergonoomika ning eesmärgiks võeti lisaks protsessidele ka töötaja efektiivsuse suurendamine. Leiti, et tähelepanu tuleks pöörata töötaja füüsilise koormuse vähendamisele ja ergonoomilistele töövahenditele, mis tagaksid tervisliku kehahoiaku. Juurdelõikuse ettepanekute tegemiseks konsulteeriti juurdelõikuse töövahendeid vahendava ettevõttega Armator AS, kelle abil leiti mugavad ja efektiivsed töövahendid, mis sobivad pesubrändi valitud pitskangaga. Soovitati käru kangarullide transpordiks, mitut kangarulli hoidvat varrast, käepikendust juurdelõikuseks, reguleeritava kõrgusega juurdelõikuslauda, elektrilisi kääre, kummist töömatti, juhtmete viimist laua kohale trossi abil ja töövahenditele kindla koha leidmist. Ettevõtte saab bakalaureusetöös välja toodud riskide alusel koostada juurdelõikusel töötavale töölisel riskianalüüsi, mida veel tehtud ei ole.

On ka uurimisteemasid, mis bakalaureusetöösse ei mahtunud. Paigutamise puhul oleks selleks uurimine kanga laiuse mõju pesutoodete paigutusskeemide efektiivsusele, kuna pesubrändi tellitud pitskangad varieeruvad laiuses. Sellisel juhul oleks olnud võimalik võrrelda, milline laius

annab kõige paremat kangasäästu. Ladestamise, juurdelõikuse ja ergonoomika all oleks võrdluseks kasuks tulnud mõõdetavate suuruste väljatoomine. Juurdelõikuse ja ladestamise puhul on selleks ajakulu. Ergonoomika all näiteks müra- ja valgustingimuste numbriline uurimine ja standarditega võrdlemine. Kuna tegemist oli noore väikeettevõttega, siis ei olnud protsesse võimalik mõõta ja normeerida nende tegevuste ebakorrapärasuse tõttu. See tuleks ettevõttele kasuks, kui tulevikus on eesmärk koosseisu ja tootmismahu suurendamine.

Bakalaureusetöös esitatud ettepanekute rakendamine ettevõttes võib tähendada kangasäästu 0,6-2,2 m kangast ja kuni ligi 30 € säästu ühe tellimuse pealt. Samuti paraneks tulemusena töötaja efektiivsus, seeläbi ka juurdelõikusprotsesside üldine efektiivsus. Seega võib lugeda bakalaureusetöö eesmärgi täidetuks.

## SUMMARY

The current bachelor's Thesis studies the cutting and spreading processes in a clothing manufacturing company. The aim of the thesis is to analyse these processes in CraftCats OÜ – a small company providing subcontracting services – and offer recommendations to improve the effectiveness of their production. The first part of the Thesis gives an overview of the cutting and spreading processes as well as observes how they differ depending on the size and possibilities of a company. The second part looks at how they are conducted in the company CraftCats and brings forth the shortcomings in marker making, spreading and cutting. The suggestions were based on the company's biggest client lingerie brand Kriss Soonik Loungerie and their 7 models from the permanent collection that make up most of the company's production volume.

Studying marker making efficiency was based on one order that was used for comparison between different markers. First a manual marker was made, then followed by completing the order with Gerber Technology software Easy Marking to see if there would be a difference. In order to find out which method is most effective 9 different marker ideas were conducted with the named software. Marker making was based on literary sources and empirical results. The end results showed that the most effective markers were ones that were based on size, where one marker had the largest and smallest size and the second the middle size. Additionally, markers that were based on combining lingerie kits showed improved fabric utilization. As a result of analysing the patterns it was decided to divide the gusset from knickers and thongs in order to shorten the front of the undergarments. That decision allowed for improvement in marker making efficiency also.

The topics cutting and spreading were combined with ergonomics. The concluding aim was to offer suggestions on improving the efficiency of the worker. As a result of analysing the processes it was offered that attention should be given to means that reduce physical load and ergonomic cutting tools that enable healthy work postures. A consultation was conducted with the cutting supplier Armator AS to find ergonomic and more efficient cutting tools that work well with delicate lace. Other recommendations included a cart for fabric transportation, a rack that stores many fabrics simultaneously, a hand extension for spreading, an adjustable cutting table, electrical scissors, a rubber anti-fatigue mat, moving the electrical cords above the cutting table on a wire and storing tools in one known place. Based on the risks brought out in this Thesis the company can construct the risk analysis for the worker, which has not yet been done.

Applying the recommendations proposed in this Thesis may result in marker length reduction 0,6-2,2 m and fabric cost reduction up to 30 € per order. Additionally, the efficiency of the worker may increase, ultimately increasing the efficiency of the cutting and spreading processes.

## KASUTATUD KIRJANDUSE LOETELU

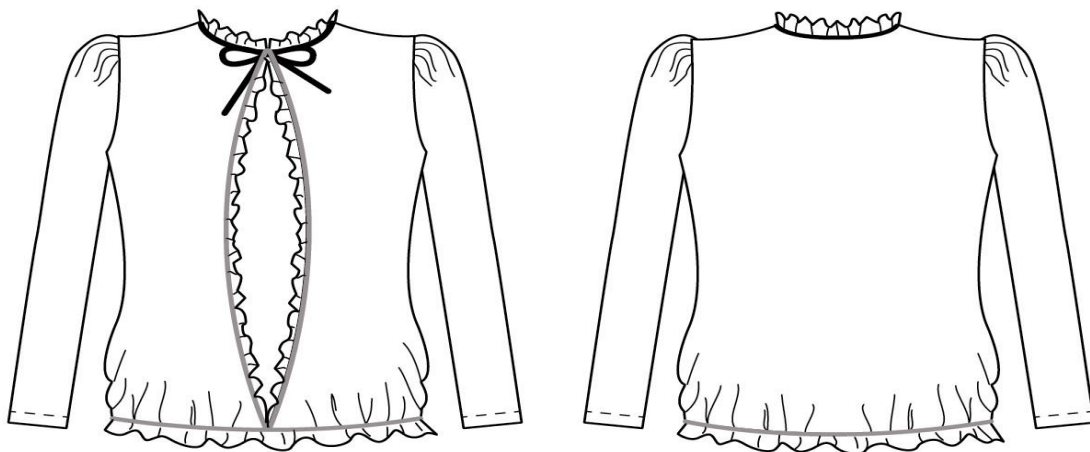
- [1] World Bank Group. Doing Business 2018: Reforming to Create Jobs. 15th ed. Washington, DC : World Bank Publications, 2018.
- [2] Gorelov, E., Hints, P., Kabanova, E., Rätsep, K., Viir, P. Naiste ja laste kergete rõivaste õmblemise tehnoloogia. Teine korduustrükk. Tallinn : Valgus, 1971.
- [3] Glock, R., Kunz, G. Apparel manufacturing: Sewn product analysis. 4th ed. New Jersey : Pearson/Prentice Hall, 2005.
- [4] Geršak, J. Design of clothing manufacturing processes: A systematic approach to planning, scheduling and control. Cambridge : Woodhead Publishing, 2013.
- [5] Garment manufacturing technology/ ed. R. Nayak, R. Padhye. Amsterdam : Elsevier/Woodhead Publishing, 2015.
- [6] Wong, W. K., Leung, S. Y. S. A hybrid planning process for improving fabric utilization - *Textile Research Journal*, 2009, 79 (18), 1680-1695
- [7] Optitex infoleht – O/Pro infoleht  
[https://2xf139ajics5mgyta8oh4p0j-wpengine.netdna-ssl.com/wp-content/uploads/2016/01/OPro\\_brochure\\_13Nov16\\_Web.pdf](https://2xf139ajics5mgyta8oh4p0j-wpengine.netdna-ssl.com/wp-content/uploads/2016/01/OPro_brochure_13Nov16_Web.pdf) (28.05.2018)
- [8] Tucatech koduleht – SMARTmark: Automatic Marker Making  
<https://www.tukatech.com/automatic-marker-making-software/SMARTmark> (28.05.2018)
- [9] Fraunhofer SCAI koduleht - AutoNester-T infoleht  
[https://www.scai.fraunhofer.de/content/dam/scai/de/documents/Mediathek/Produktblaetter/OPT\\_Autonester\\_T\\_EN.pdf](https://www.scai.fraunhofer.de/content/dam/scai/de/documents/Mediathek/Produktblaetter/OPT_Autonester_T_EN.pdf) (28.05.2018)
- [10] Polytropon koduleht - PoluPattern AutoMarker infoleht  
[http://www.polytropon.com/en/pdf/PolyPattern\\_AutoMarker.pdf](http://www.polytropon.com/en/pdf/PolyPattern_AutoMarker.pdf) (5.05.2018)
- [11] Haque, N. Impact of Different Sorts of Marker Efficiency in Fabric Consumption. - *International Journal of Textile Science*, 2016, 5 (5), 96-109

- [12] Gerber Technology koduleht - Gerber AutoMatch™ Increases Throughput by 75%; Cuts Labor Costs in Half  
<http://www.gerbertechnology.com/news/automatch-increases-throughput-cuts-labor-costs/> (5.05.2018)
- [13] Tint, P. Töökeskkond ja ohutus. Tallinn : Tallinna Tehnikaülikooli Kirjastus, 2007.
- [14] Tööelu koduleht - Töökeskkonnajuhend: Tekstiili- ja paberitööstus  
<http://www.tooelu.ee/et/Tegevusalapohised-juhendmaterjalid/tekstiili--ja-paberitoostus>  
(5.05.2018)
- [15] Mukund, A., Amanprasad, B. H., Rajeswara, R. K., Subramanya, K. N. Ergonomic evaluation of the work stations in a garment manufacturing industry - an exploratory study. - International Journal of Mechanical And Production Engineering, 2014, 2, 4, 54-57.
- [16] Occupational Safety & Health Administration koduleht - Sewing and Related Procedures: Scissor Work  
<https://www.osha.gov/SLTC/etools/sewing/scissorwork.html> (5.05.2018)
- [17] Colovic, G. Ergonomics in the garment industry. New Delhi : Woodhead Publishing India, 2014.
- [18] Riskianalüüsi koduleht - Ohutusjuhend kontoritöötajale  
<https://www.riskianaluus.ee/wp-content/uploads/2016/05/Ohutusjuhend-kontorit%C3%B6%C3%B6tajale.pdf> (5.05.2018)
- [19] Brändi Kriss Soonik Loungerie koduleht - Info ettevõttest  
<http://kriss-soonik.com/about/> (5.05.2018)
- [20] Ettevõtte Becky koduleht - Toode töökohamatt  
<https://becky.ee/toode/muud-tooted/tookohamatt-pvc-vahust-mt51/> (5.05.2018)
- [21] Ettevõtte Mivar koduleht - Toode kangarulli raam  
<http://www.mivar.ee/?mid=147&id=95> (5.05.2018)
- [22] Ettevõtte Armator koduleht - Toode elektrilised käärid  
<https://armastore.eu/ec-cutter-ec-1-electric-scissors-kit-220v> (5.05.2018)

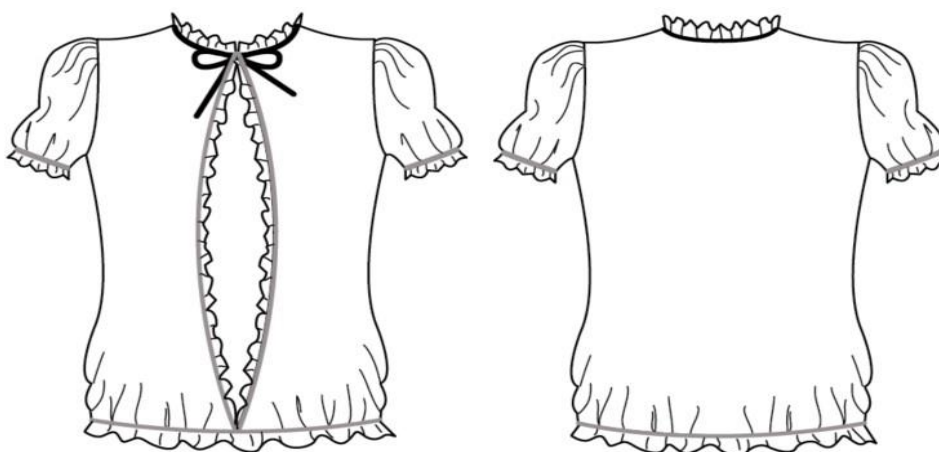
**LISAD**

## Lisa 1 Püsi kollektsiooni 7 mudeli tehnilised joonised

L1.1 Mudel Susan lace top (pikk varrukas)

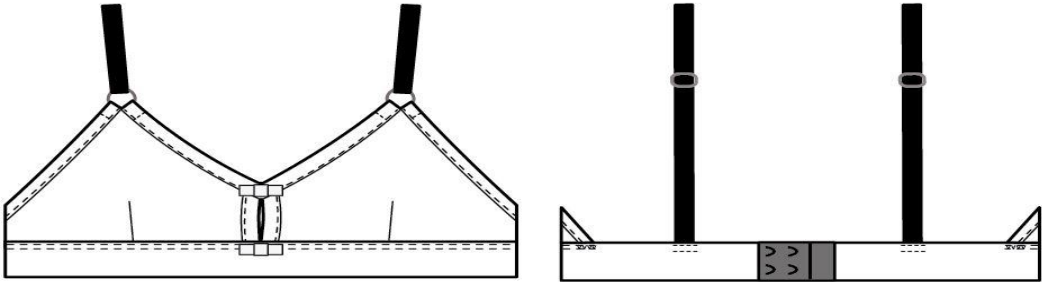


L1.2 Mudel Susan lace top (lühike varrukas)

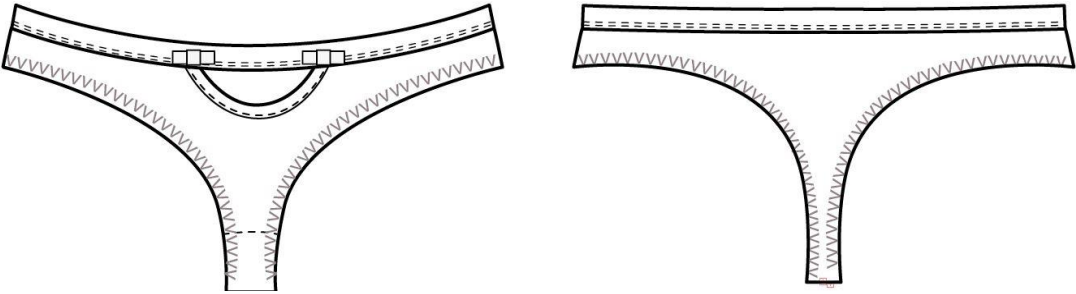




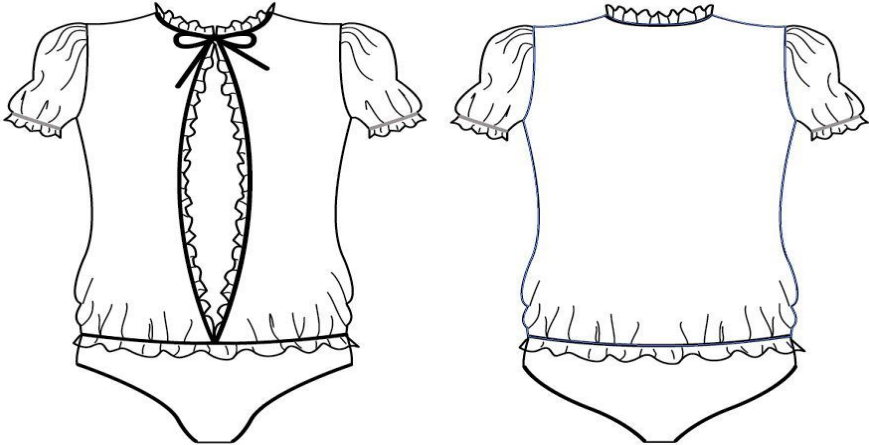
L1.3 Mudel Piret lace bra



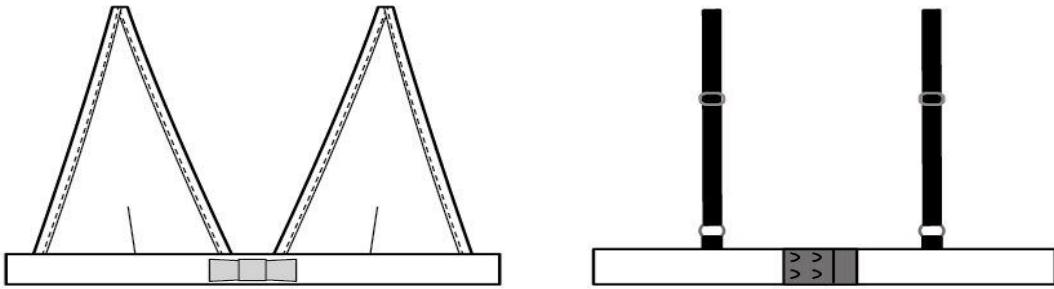
L1.4 Mudel Piret lace thongs



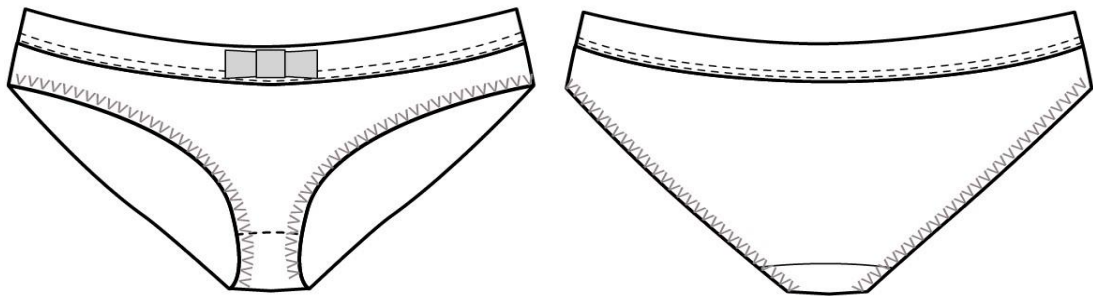
L1.5 Mudel Susan lace body



L1.6 Model Alison lace bra

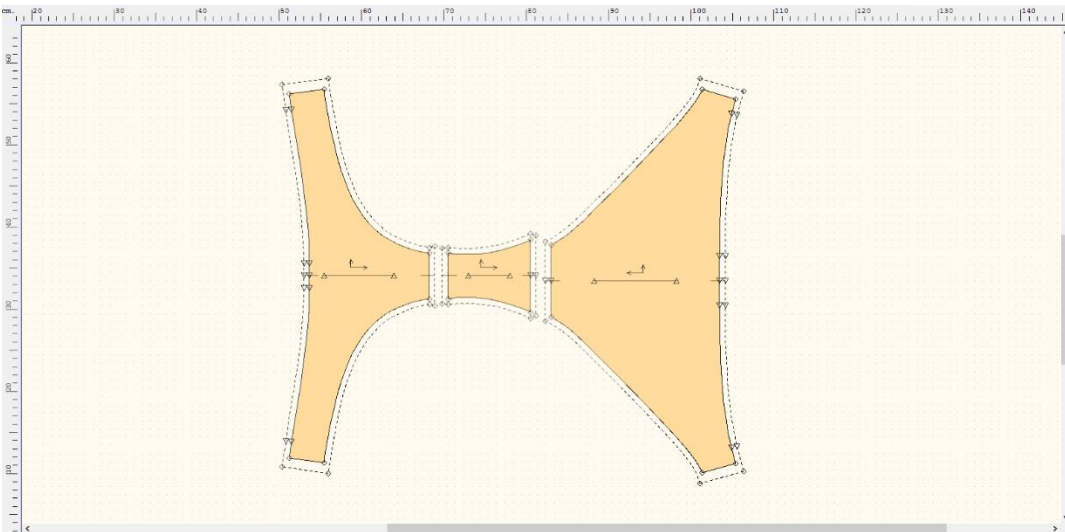
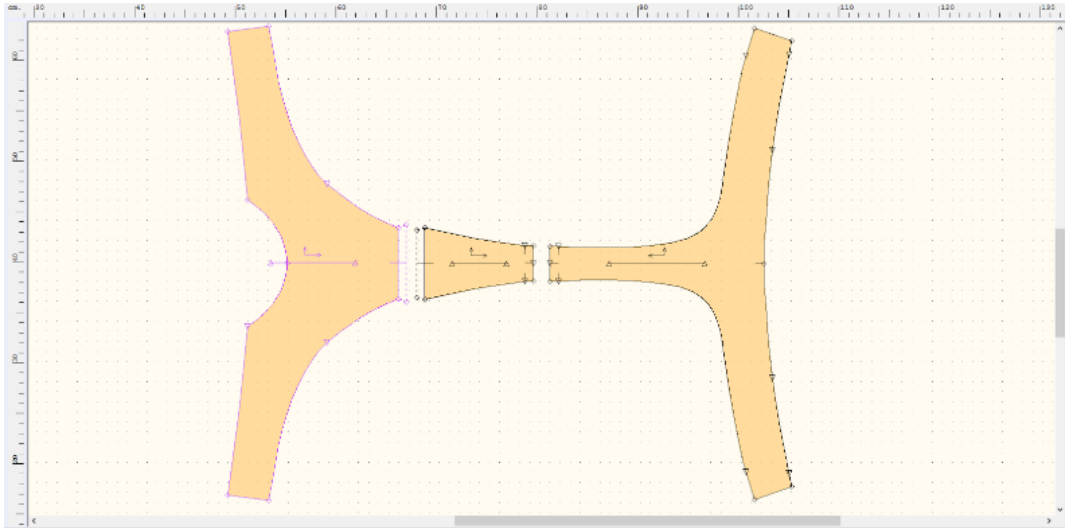


L1.7 Model Maïke knickers



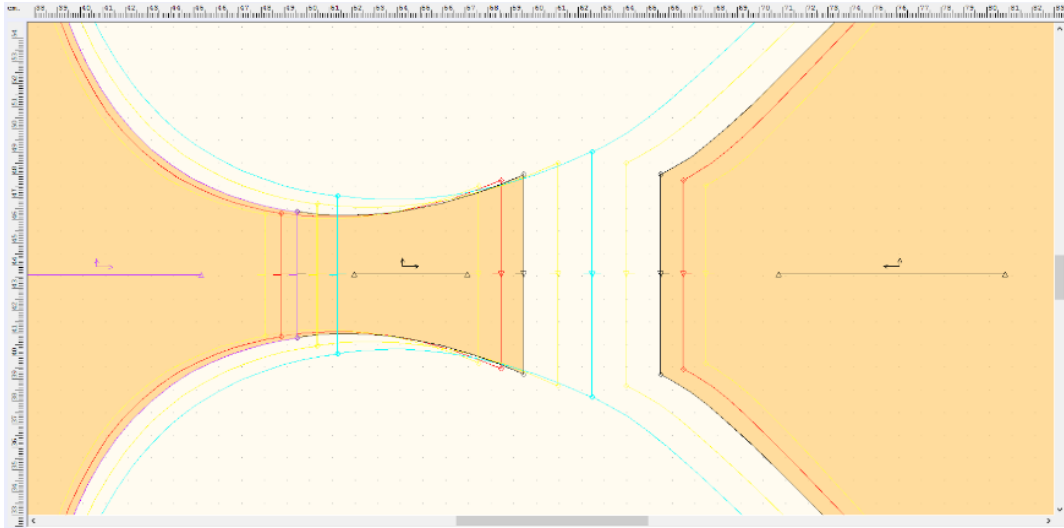
**Lisa 2 Läbilõikega eraldatud jalgevahedetail ja manuaalselt lisatud õmblusvarud**  
**vastavalt uuele tehnoloogiale**

Näited toodud mudelitele (ülevalt) Piret lace thongs ja Maike knickers



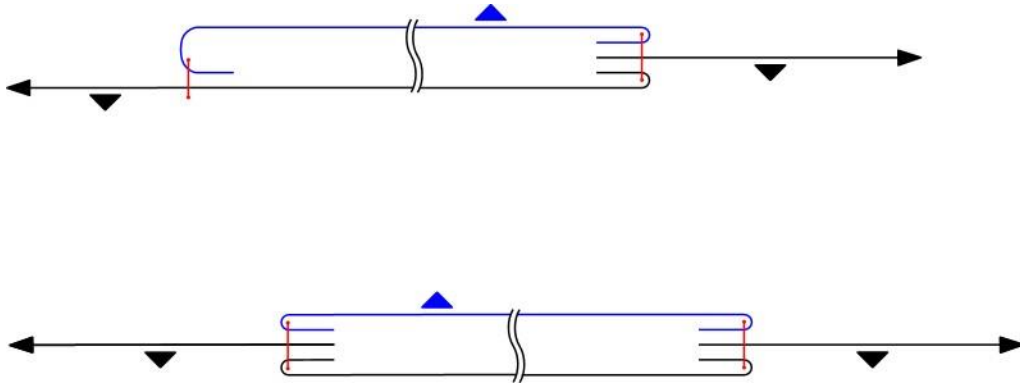
### Lisa 3 Suurendusreeglite kontrolli näide

Näide on toodud kõige suurema numbri puhul (sinine joon) mudeli Maike knickers näitel



#### Lisa 4 Tingtähised jalgevahedetaili ühendamise tehnoloogiast

Üleval tehnoloogia enne ja all pärast jalgevahedetaili eraldamist, kus sinisega on tähistatud trikootažist kangast ja mustaga põhimaterjal.



## Lisa 5 Manuaalse paigutuse tulemused

### L5.1 Tabel manuaalse paigutuse esimesest paigutuskeemist

Jrk nr	Toode	S	M	L	Kokku tk
1	Susan lace body	5	5	5	15
2	Alison lace bra	10	10	5	25
3	Piret lace bra	10	10	5	25
4	Maike puff knikckers	10	10	-	20
Paigutuse kogupikkus					3,55 m
Efektiivsus					71,12%

### L5.2 Joonis manuaalse paigutuse esimesest paigutuskeemist



### L5.3 Tabel manuaalse paigutuse teisest paigutuskeemist

Jrk nr	Toode	S	M	L	Kokku tk
1	Susan lace top (lüh.var.)	10	5	-	15
2	Susan lace top (pikk var.)	5	-	-	5
3	Piret lace thongs	10	10	5	25
4	Maike knickers	-	-	5	5
Paigutuse kogupikkus					3,50 m
Efektiivsus					70,59%

### L5.4 Joonis manuaalse paigutuse teisest paigutuskeemist







Lisa 6 Lekaalide pindalad



Mudel	Detail	S, cm <sup>2</sup>	M, cm <sup>2</sup>	L, cm <sup>2</sup>
Susan lace body	Esiosa	1294,13	1417,67	1546,14
	Seljaosa	2612,5	2858,93	3114,99
	Esiosa püksid	473,28	514,92	558,02
	Seljaosa püksid	510,42	553,94	598,93
	Varrukas	580,27	612,11	644,74
	Kokku mudel	7345,00	7987,35	8653,7
Alison lace bra	Rinnakorv	244,81	269,51	295,13
	Kokku mudel	489,62	539,02	590,26
Piret lace bra	Rinnakorv	219,99	244	269,2
	Kokku mudel	439,98	488	538,4
Maike knickers	Esiosa	451,25	477,56	534,41
	Seljaosa	634,39	677,22	764,61
	Kokku mudel	1085,64	1154,78	1299,02
Susan lace top pika varrukaga	Esiosa	1294,12	1417,67	1546,13
	Seljaosa	2612,5	2858,93	3114,99
	Pikk varrukas	1718,84	1795,07	1888,79
	Kokku mudel	8638,42	9284,41	9984,83
Susan lace top lühikese varrukaga	Esiosa	1294,12	1417,67	1546,13
	Seljaosa	2612,5	2858,93	3114,99
	Lühike varrukas	580,26	612,4	644,74
	Kokku mudel	6361,26	6919,07	7496,73
Piret lace thongs	Esiosa	335,25	379,45	426,06
	Seljaosa	243,3	275,77	310,36
	Kokku mudel	578,55	655,22	736,42







## Lisa 7 Näited mudelikirjeldustest, mis tulid automaatselt pärast konverteerimist

Ülevalt mudelid: Piret lace thongs, Piret lace bra, Susan lace top. Info, mis on veergudes *Piece Category*, *Fabric*, tuli automaatselt, kuid ei ole vastav programmi reeglitega. Samuti näha alumisel joonisel, et mõned detailid olid puudu. Samas korrektset tuleid üle detailide paigutamisreeglid (*Flips* veerg).

	Piece Name	Piece Image	Piece Category	Piece Description	Paste	Fabric		Flips					
								--	X	Y	X,Y		
1	ESIOSA X1		1		<input type="checkbox"/>	P	1			1	0	0	0
2	SELJAOSA X1		2		<input type="checkbox"/>	P	1			1	0	0	0
3	JALGEVAHE DET X1		3		<input type="checkbox"/>	P	2			1	0	0	0
4	KUMMI SHABLOON X1		4		<input type="checkbox"/>	A				1	0	0	0

	Piece Name	Piece Image	Piece Category	Piece Description	Paste	Fabric		Flips					
								--	X	Y	X,Y		
1	ESIOSA X2		1		<input type="checkbox"/>	P	1			1	1	0	0
2	RINNAALUNE KUMMI X1		A02		<input type="checkbox"/>	A				1	0	0	0

	Piece Name	Piece Image	Piece Category	Piece Description	Paste	Fabric		Flips					
								--	X	Y	X,Y		
1	SELJAOSA				<input type="checkbox"/>	P	1			1	0	0	0
2	ESIOSA				<input type="checkbox"/>	P	1			1	1	0	0
3	VARRUKAS PIKK				<input type="checkbox"/>	P	1			1	1	0	0
4	3/4 VARRUKAS				<input type="checkbox"/>	P	1			1	1	0	0
5	VARRUKAS				<input type="checkbox"/>	P	1			1	1	0	0
6					<input type="checkbox"/>								

## Lisa 8 Detailide lõikamiskord

Tabelis „-“ tähistab detaili nii nagu ekraanil näha, „X“ tähistab detaili pööramist ümber X-telje, „Y“ tähistab detaili pööramist ümber Y-telje.

Mudel	Detail	--	X	Y
Susan lace body	Esiosa	1	1	0
	Seljaosa	1	0	0
	Esiosa püksid	1	0	0
Alison lace bra	Seljaosa püksid	1	0	0
	Rinnakorv	1	1	0
Piret lace bra	Rinnakorv	1	1	0
Maike knickers	Esiosa	1	0	0
	Seljaosa	1	0	0
Susan lace top pika varrukaga	Esiosa	1	1	0
	Seljaosa	1	0	0
	Pikk varrukas	1	1	0
Susan lace top lühikese varrukaga	Esiosa	1	1	0
	Seljaosa	1	0	0
	Lühike varrukas	1	1	0
Piret lace thongs	Esiosa	1	0	0
	Seljaosa	1	0	0
Maike knickers	Esiosa	1	0	0
	Seljaosa	1	0	0

### Lisa 9 Kokkuvõte tarkvara abil tehtud paigutuste efektiivsusest

Jrk nr	Käsitsi paigutus	Paigutus 1	Paigutus 2	Paigutus 3	Paigutus 4	Paigutus 5	Paigutus 6	Paigutus 7	Paigutus 8	Paigutus 9
1. Pikkus, m	3,55	3,44	3,36	3,31	4,57 (1,33·2+1,91)	4,47 (1,28·2+1,91)	3,18	3,39	4,44	4,34
Efektiivsus, %	71,12	72,08	74,75	72,81	69,20	70,58	75,96	74,11	70,57	72,40
2. Pikkus, m	3,5	3,37	3,37	3,33	2,33	2,33	3,31	3,31	2,33	2,33
Efektiivsus, %	70,59	71,97	71,19	75,04	76,18		75,62	72,69	76,18	
Lisa, m	0	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12
Kogupikkus, m	7,05	6,93	6,85	6,76	7,02	6,92	6,61	6,82	6,89	6,79
Keskmine efektiivsus, %	70,9	72,0	73,0	73,9	72,7	73,4	75,8	73,4	73,4	74,3
Kanga sääst võrreldes käsitsi paigutusega (5 kihti), m	-	0,6	1	1,45	0,15	0,65	2,2	1,15	0,8	1,3