



TALLINNA TEHNIKAÜLIKOOL
INSENERITEADUSKOND

Materjali- ja keskkonnatehnoloogia instituut

PUIDUTEHNOLOOGIA LABORI KAITSERÕIVASTE VÄLJATÖÖTAMINE

DEVELOPMENT OF PROTECTIVE CLOTHING FOR THE
LABORATORY OF WOOD TECHNOLOGY

MAGISTRITÖÖ

Üliõpilane: Liis Puks

Üliõpilaskood: 163013KVEM

Juhendaja: Kersti Merimaa

Kaasjuhendaja: Tiia Plamus

Konsultant: Piret Mellik

Tallinn 2018

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 magistritööle esitatud nõuetele

“.....” 201.....

Juhendaja:

/ allkiri /

Kaitsmisele lubatud

“.....”201... .

Kaitsmiskomisjoni esimees

/ nimi ja allkiri /

MATERJALI- JA KESKKONNATEHNOLOGIA INSTITUUT

LÕPUTÖÖ ÜLESANNE

Üliõpilane: Liis Puks, 163013KVEM
Õppekava, peeriala: KVEM 12/15 – Puidu-, plasti- ja tekstiilitehnoloogia
Juhendaja: Insener, Kersti Merimaa +3726202904
Kaasjuhendaja: Lektor, Tiia Plamus, +37256211653
Konsultant: Lektor, Piret Mellik

Lõputöö teema:

(eesti keeles) „Puidutehnoloogia labori kaitserõivaste väljatöötamine“

(inglise keeles) „Development of protective clothing for the Laboratory of Wood Technology“

Lõputöö põhieesmärgid:

1. Puidutöötlemisel esinevate ohtude, kaitserõivaste nõuete, materjalide ning nende katsemeetodite uurimine.
2. Puidutehnoloogia labori kaitsekitli väljatöötamine vastavalt nõuetele. Lekaalide, tehnilise dokumentatsiooni ja tootenäidise valmistamine.
3. Puidutehnoloogia labori rinna- ja seljaosaga kaitsepükste väljatöötamine. Lekaalide, tehnilise dokumentatsiooni ja tootenäidise valmistamine.

Lõputöö etapid ja ajakava:

Nr	Ülesande kirjeldus	Tähtaeg
1.	I osa – kaitserõivaste nõuded, materjalid, katsemeetodid.	09.03
2.	Kaitsekitli väljatöötamine – toote kaardi ja konstruktsiooni loomine, lõigete kontrollimine, tehnoloogia kirja panemine, esikudeli õmblemine.	06.04
3.	Rinna- ja seljaosaga kaitsepükste väljatöötamine – toote kaardi ja konstruktsiooni loomine, lõigete kontrollimine, tehnoloogia ja esikudeli valmistamine.	26.04

Töö keel: eesti keel

Lõputöö esitamise tähtaeg: “ 30 ” mai 2018 a

Üliõpilane: Liis Puks “.....”2018 a
/allkiri/

Juhendaja: Kersti Merimaa “.....”2018 a
/allkiri/

Kaasjuhendaja: Tiia Plamus “.....”2018 a
/allkiri/

Konsultant: Piret Mellik “.....”2018 a
/allkiri/

SISUKORD

EESSÕNA.....	6
SISSEJUHATUS	7
1 PUIDUTEHNOLOOGIA LABORI KAITSERÕIVASTE NÕUDED	8
1.1 Puidutehnoloogia labor.....	8
1.2 Kaitserõivastele esitatud nõuded.....	9
1.2.1 Tervise ja ergonoomilised põhinõuded.....	9
1.2.2 Materjalidele esitatud nõuded.....	10
1.2.3 Kaitserõiva märgistuse nõuded.....	12
1.3 Kaitserõiva materjalid	13
1.3.1 Kaitserõivastes kasutatavad kiud	14
1.3.2 Materjali struktuur	17
1.3.3 Materjali viimistlusmeetodid	18
1.4 Materjalide katsemeetodid.....	19
1.4.1 Pindtiheduse määramine	19
1.4.2 Tõmbetugevuse katsed	20
1.4.3 Rebimistugevuse katsed.....	20
1.4.4 Värvipüsivuse katsetamine pesemise toimele.....	21
1.4.5 Värvipüsivuse katsetamine hõõrdumise toimele.....	22
1.4.6 Kokkumineku määramine	22
2 KAITSERÕIVASTE VÄLJATÖÖTAMISE ETAPID.....	24
2.1 Kaitserõiva materjalid	24
2.1.1 Kaitserõiva materjalide valik	24
2.1.2 Materjalide katsemeetodite tulemused	26
2.1.3 Kaitserõivastes kasutatavad materjalid ja furnituurid.....	28
2.2 Kaitserõivaste moekirjeldused	31
2.2.1 Kaitsekitli moekirjeldus	31
2.2.2. Rinna- ja seljaosaga kaitsepükste moekirjeldus.....	32
2.3 Kaitserõivaste tehnilised kaardid	34
2.3.1 Kaitsekitli tehniline kaart.....	34
2.3.2 Rinna- ja seljaosaga kaitsepükste tehniline kaart	35
2.4 Kaitserõivaste konstrueerimine	36
2.4.1 Kaitsekitli konstruktsioon.....	36
2.4.2 Rinna- ja seljaosaga kaitsepükste konstruktsioon	39

2.4.3 Kaitserõivaste lõigete kontrollmeetodid.....	43
2.5 Kaitserõivaste tehnoloogiline töötlemine.....	49
2.5.1 Kaitsekitli tehnoloogiline töötlemine	49
2.5.2 Rinna- ja seljaosaga kaitsepükste tehnoloogiline töötlemine	54
2.6 Kaitserõivaste materjalikulu arvestus	59
2.6.1 Kaitsekitli materjalikulu.....	59
2.6.2 Rinna- ja seljaosaga kaitsepükste materjalikulu	60
2.7 Kaitserõivaste märgistus	60
KOKKUVÕTE	62
SUMMARY	63
KASUTATUD KIRJANDUSE LOETELU	64
LISA 1 Materjalide katsemeetodite lisaandmed	66
LISA 2 Kaitserõiva materjalide näidised	Error! Bookmark not defined.
LISA 3 Konstrueerimiseks vajalikud mõõdud	68
LISA 4 Kontruktsioon Lectra Modaris programmis	69
LISA 5 Kitli tegumoe võimalikud variandid.....	71
LISA 6 Detailide ja lekaalide loetelu	72

EESSÕNA

Käesoleva töö teemaks on Puidutehnoloogia labori kaitserõivaste väljatöötamine. Antud lõputöö vajadus tulenes puidutehnoloogia laboris kasutusel olevate puidutööpinkidega töötamise kaitserõivaste kulumisest ja mitte vastavusest kaasajal kehtestatud ohutuse nõuetele. Puidutehnoloogia labor vajab uusi kaitserõivaid. Teema sõnastati Tallinna Tehnikaülikooli Polümeeride ja tekstiilitehnoloogia labori inseneri Kersti Merimaa algatusel ja teema käsitlemise osas konsulteeriti Puidutehnoloogia labori töötajatega.

Kaitserõivad on välja töötatud arvestades 2018. aasta Puidutehnoloogia labori seadmeid ja töötamisel esinevaid ohutegureid. Töö koostamisel on lähtutud Euroopa standardite nõuetest.

Töö autor soovib tänada oma juhendajat Kersti Merimaad, kaasjuhendajat Tiia Plamust, konstrueerimise konsultanti Piret Mellikut ning Puidutehnoloogia labori õppejõude Triinu Poltimäed, Jaan Kersi, Ahto Reiskat ja Heikko Kallakast.

Võtmesõnad: puidutöötlemine, kaitserõivad, väljatöötamine, magistritöö.

SISSEJUHATUS

Kaitserõivas on kaitset sisaldav rõivas, mis katab või asendab isiklikku rõivastust, ja mis on konstrueeritud osutama kaitset ühe või enama ohu vastu. Käesoleva magistritöö eesmärgiks on välja töötada kaitserõivad Puidutehnoloogia labori jaoks. Kasutusel olevate puidutööpinkidega töötamise kaitserõivaste kulumisest tingitult on vajadus uute kaitserõivaste järele. Kaitserõivaste väljatöötamisel on oluline määratleda töökeskkonnas esinevad ohutegurid, millest enim tekitavad probleeme müra, töövahendid, tolm, raskuste käsitsi teisaldamine ja kemikaalid. Puidutehnoloogia laboris puututakse kokku erinevate puidutöötlemise seadmetega, puidutolmu ja –osakestega. Kaitserõivas peab puidutöötlemisest tulenevad ohud miinimumini viima. Sobiva kaitse tagamiseks on loodud mitmeid standardeid, spetsifikatsioone ja juhendeid, mis kehtestavad nõuded kaitserõivastele. Puidutöötlemise kaitserõivaste väljatöötamisel on abiks Euroopa standard *EVS-EN ISO 510:1999 Liikuvate osade vahele kiskumise ohu korral kasutatava kaitseriietuse tehnilised andmed*, millest on lähtunud kaitsekitli ning rinna- ja seljaosaga kaitsepükste väljatöötamisel.

Magistritöö esimene osa keskendub Puidutehnoloogia labori tutvustamisele ja sealsete ohtude määratlemisele, kaitserõivale esitatud nõuetele, kaitserõiva materjalidele, nende omadustele ja omaduste katsemeetoditele. Kaitserõiva nõuetest on olulisim pakkuda kasutajale maksimaalset kaitset arvestades toote kandmise mugavust. Kaitserõivas peab saama sooritada erinevaid töövõtteid. Kaitserõiva materjalil on seejuures oluline roll. Materjali omadused tulenevad kiulisest koostisest, lõngast, sidusest ja töötlemisviisidest. Materjalide omaduste määramiseks või kontrollimiseks on mitmeid standardi kohaseid katsemeetodeid, millest osasid antud töös uuritakse.

Magistritöö teises osas leitakse kaitserõivaste valmistamiseks sobiv materjal ja töötatakse välja Puidutehnoloogia labori jaoks kaitsekittel ning rinna- ja seljaosaga kaitsepüksid. Töö eesmärgiks on luua toodetele lekaalid, tehniline dokumentatsioon ja valmistada tootenäidised. Sobiva materjali valimisel võrreldakse erinevaid kaitserõiva jaoks mõeldud tekstiilmaterjale teostatud katsetulemuste ja soovituslike miinimumnõuete alusel. Kaitserõiva nõudeid ja tellija soove arvesse võttes luuakse kaitsekitli ning rinna- ja seljaosaga kaitsepükste tegumood. Tegumoest tulenevalt valmivad toodete lõiked ja toote töötlemise tehnoloogia. Tehniliste jooniste tegemisel kasutatakse *Adobe Illustrator*'i tarkvara. Kaitserõivaste konstruktsioon luuakse *Lectra Modaris*'e 2D keskkonnas. Lõigete istuvust kontrollitakse proovitöö läbiõblemisel ja *Lectra Modaris*'e 3D keskkonnas. Kaitserõivaste baassuuruse järgi arvutatakse toodetele materjalikulu ja -hind.

1 PUIDUTEHNOLOOGIA LABORI KAITSERÕIVASTE NÕUDED

1.1 Puidutehnoloogia labor

Puidutehnoloogia labor kuulub Tallinna Tehnikaülikooli inseneriteaduskonna materjali- ja keskkonnatehnoloogia instituudi koosseisu ning asutati 1979. aastal Eesti puidutööstuse initsiatiivil. Õppetoolis saab omandada ja arendada teadmisi puidu- ja mööblitehnoloogiast. Õpingute eesmärgiks on valmistada ette kõrgharidusega insenere Eesti puidutöötlemise ja mööblitootmise ettevõtetele, arendada teadusuuringuid Eesti puiduressursi otstarbekaks kasutamiseks ning pakkuda ettevõtetele täiendkoolitusi, konsultatsioone ja katseteenuseid. Erialased teadmised antakse puidu mehaanilise töötlemise, puitplaatide, vineeri ja mööbli tootmise valdkonnast. Valikained võimaldavad ka spetsialiseerumist puidu keemilise töötlemise ja puitkomposiitide valdkonnas. Põhiline õppetöö toimub puidutöötlemise õppelaborites. Kokku on puiduhoones 4 laboratooriumit – õppetöökoda, mööblikatselabor, keemialabor, viimistluslabor [1].

Puidutöötlemisega kaasnevad erinevad ohud, mille eest tuleb üliõpilasel/töötajal end kaitsta. Riskide vältimiseks viiakse, enne laboris tööle asumist, läbi ohutusealane väljaõpe, mida kinnitatakse allkirjaga. Kasutusel on erinevad isikukaitsevahendid – kaitseprillid, kuulmiskaitseklapid, erinevad kindad (vedelikukindlad, kuumuskindlad), respiraatorid, ühekordsed kaitsekombinesoonid, kaitsepüksid rinna- ja seljaosaga ning kaitsekitlid.

Kaitserõivaste väljatöötamisel on vajalikud põhjalikud teadmised laboratooriumis esinevatest ohtudest. Õppetöokojas asub Eestis ainulaadne laboratoorne spooni treimise ja vineeri tootmise liin. Lisaks sellele erinevad puidutöötlemise seadmed: kuumpressid, CNC-pink, treipink, rihthöövel, lintlihvmasin, erinevad saed, paksusmasin, puur- ja freespingid. Tööpinkide kasutamisel on füüsiliste vigastuste oht, samuti masina liikuvate osade vahele jäämise oht. Puidu töötlemisel tekib puidutolmu ja võib lennata erinevas suuruses puiduosakesi. Töötlemismasinad on mürarikkad. Kasutaja peab olema korrektselt juhendatud ning kasutusel peavad olema isikukaitsevahendid. Rõivastuse kaitsmiseks kasutatakse kaitsekombinesoone või rinna- ja seljaosaga kaitsepükse. Pikad juuksed tuleb laboris kinnitada ning ohutuse jaoks tuleb ka ehted eemaldada [1, 2].

Viimistluslaboris töötab korraga 1-2 inimest. Kasutatakse ühekordseid mittekootud polüpropüleenist kaitseülikondi, respiraatoreid, kaitseprille. Värvidega töötamisel tuleb järgida erinevate kemikaalide ohutuse nõudeid.

Keemialaboris on kasutusel kuumade plaatidega press, kuivatusahjud, millega töötamisel tuleb kasutada kaitsekindaid, et vältida käte põletamist. Seadmete kasutamisel tuleb kinni pidada koostatud ohutusjuhenditest. Rõivaste kaitsmiseks on keemialaboris ja mööblikatseelaboris kasutusel kaitsekitlid.

1.2 Kaitserõivastele esitatud nõuded

Puidutehnoloogia labori kaitserõivaste väljatöötamisel on oluline tagada rõiva kasutaja maksimaalne kaitse laboris esinevate ohtude eest. Selleks on väljatöötatud hulgaliselt standardeid, spetsifikatsioone ja juhendmaterjale, mis kehtestavad nõuded kaitserõivastusele vastavalt kasutusotstarbele. Ohtlikult liikuvate masinate ja seadmetega töötamise kaitserõivastuse jaoks on kehtestatud standard *EVS-EN 510:1999 Liikuvate osade vahele kiskumise ohu korral kasutatava kaitseriieuse tehnilised andmed*. Antud standard sobib puidutöötlemise kaitserõiva väljatöötamise juhiseks. Standardi eesmärgiks on määrata kindlaks ohtlikult liikuvate masinate või seadmetega töötamisel või nende läheduses töötamisel kasutatava kaitserõivaste omadused. Kaitserõivas peab liikuvate osade vahele jäämise ohu miinimumini viima [3, 4, 5].

1.2.1 Tervise ja ergonoomilised põhinõuded

Kaitserõivas peab konstruktsioonilt kaasa aitama õige kehahoiaku tagamisele ning püsima omal kohal. Selleks peavad kaitserõivad olema vastavate suurustega või reguleeritavad, et kaitserõivas sobiks inimese morfoloogiaga. Konstruktsiooni puhul tuleb arvestada erinevate lisadega, et kehaosad ei paljastuks kandja liigutustega, näiteks ei tohiks kummardamisel selg paljaneda. Kaitserõivas peaks olema võimalikult kerge, arvestama tööasendite ja liigutuste mugavust, veeauruläbilaskvust, konstruktsiooni ja kaitsetaset. Tagatud peab olema mugavustase, mis vastab kaitsetasemele ette nähtud ohtude vastu, ümbritseva keskkonna tingimustele, kandja liikumisaktiivsuse tasemele ja kaitserõivaste prognoositud kestusele. Kaitserõivas ei tohi omada

karedaid, teravaid või kõvu pindu, mis ärritavad või kahjustavad kasutajat. Samuti olla nii liibuv, et verevool on takistatud, või olla nii lai ja raske, et segab liikumist. Võimalusel peaks kaitserõivastus olema tehtud suure õhuläbilaskusega materjalidest või olema piisavalt ventileeritav, minimeerimaks ebamugavust ja soojusstressi [3, 6].

1.2.2 Materjalidele esitatud nõuded

Kaitserõivaste valmistamiseks pakutakse erinevaid materjale, mille seas orienteerumiseks on oluline teada omadusi, mida nõutakse vastava ohu eest kaitse tagamiseks. Kaitserõiva materjali olulised omadused on kanga pindtihedus, tõmbetugevus, rebimistugevus, hõõrdekindlus, pillingukindlus, värvipüsivus ja kokkumine pesus. Erinevate puidutöötlemise kaitserõivaste materjalide seas orienteerumiseks on esitatud tabelis 1.2.2.1 kanga omaduste mõõteparameetrid ja soovituslikud miinimumnõuded [3, 4, 5, 6].

Tabel 1.2.2.1. Kaitserõivaste materjalide olulised omadused ja soovituslikud miinimumnõuded [3, 4, 5, 7].

Omadus	Parameeter, mis seda mõõdab	Standard, millega seda määratakse	Soovituslik miinimumnõue [4, 5, 7]
Pindtihedus	Pindtihedus (g/m ²)	EVS EN 12127:2000	-
Tõmbetugevus	Katkevuskoormus (N) ja katkepikenemine (%)}	ISO 13934-1:1999	250 N 12,5%-55%
Rebimistugevus	Rebimiskoormus (N)	EVS-EN ISO 13937-2:2000	18 N
Kulumiskindlus	Tsüklite arv	EVS-EN ISO 12947-2:2016	-
Pillingukindlus	5-palli standardiseeritud hindamissüsteem (1-5)	EVS-EN ISO 12945-1:2000	4 (kerge pilling)
Värvipüsivus pesemise toimele	Värvusmuutus hinnatuna hallskaalal (1-5).	EVS-EN ISO 105-C06:2010	Värvuse muutus 4, värvumine 4
Värvipüsivus hõõrdumise toimele	Värvusmuutus hinnatuna hallskaalal (1-5).	EVS-EN ISO 105-X12:2016	Värvumine: kuiv 4, märg 3
Kokkumine	Kanga mõõtmete muutumine protsentides (%)	EVS-EN ISO 5077:2008	2%
Antistaatilisus	Pindtakistus (Ω)	EVS-EN 1149-1:2006 EVS-EN 1149-5:2008	-
Süttimiskindlus	Järelpõlemisaeg (s)	EVS-EN ISO 6940 EVS-EN ISO 6941	-
Kortsuvus	Kortsude esinemise hulk hinnatuna 5 palli süsteemis.	ISO 9867:2009	4
Kanga õhuläbilaskvus	Õhuläbilaskvus (cm ³ /cm ² /s)	EVS-EN ISO 9237:2000	-
pH vastavus nõuetele	Vesiekstrakti pH määramine	EVS-EN ISO 3071:2006	3,5≤pH≤9,5

Kanga pindtihedust väljendatakse kui ühe ruutmeetri kanga kaal. Kanga paksus annab informatsiooni selle soojusest, raskusest ja jäikusest [8, 9].

Tõmbetugevus on maksimaalne jõud, mis mõjub katsekehale kuni selle purunemiseni. Tõmbetugevus iseloomustab kanga vastupidavust [9].

Rebimistugevust iseloomustatakse jõu suurusega, mis on vajalik toimiva jõu suunaga risti asetseva niitide süsteemi purustamiseks [9].

Kulumiskindlust iseloomustab hõõrdetugevus. Hõõrdetugevuse määramine toimub erilise seadme abil riideproovi hõõrumise teel mitmesuguste pindadega. Hõõrdetugevuse kriteeriumiks on võetud hõõrdetsüklite arv augu sissekulumiseni materjalis. Hõõrdetugevus iseloomustab materjali vastupidavust hõõrdumisele kasutamise käigus [9].

Pillingukindlust iseloomustab pillide ehk juhuslike, pinnale kinnituvate kiusõlmekeste kogunemist kanga pinnale. Esineb kiu liikumisel või väljalibisemisel lõngast, mis on nähtav kanga pinnal rõiva kandmisel ja materjalide hõõrdumisel. Pillingukindluse määramine toimub kahes etapis: pillide formeerimine laboratoorse katseseadmega ja pillingu hindamine. Pillingut hinnatakse subjektiivsel meetodil, võrreldes pillingulist näidist standardfotodega [7, 9].

Värvipüsivus pesemisel on tekstiilmaterjalide värvipüsivuse määramise standardiseeritud viis. Katses võrreldakse värvitud materjali katsetulemust algmaterjaliga ning määratakse värvuse muutus või testriide värvumine pesemise toimetel [7].

Värvipüsivus hõõrdumise toimetel on kuiva või märja testriide värvumine põhimaterjali testriidega hõõrudes. Antud katses kasutatakse puuvillast testriiet ja spetsiaalset seadet. Proove hõõrutakse eraldi lõime- ja koesuunas kuiva ja märja testriidega, misjärel hinnatakse värvumist hall etalonskaalaga võrdlemise teel [7, 9].

Kokkumine on kanga omadus muuta oma esialgseid mõõtmeid kasutamise ja hooldamise käigus. Kokkuminekut väljendatakse protsentuaalselt nii lõime- kui ka koesuunas. Kaitserõivaste puhastamisest tingitud mõõtmete muutus ei tohi ületada $\pm 3\%$ nii lõime- kui ka koesuunas. Kokkuminekukontrolli all hoidmiseks kasutatakse kuumtöötlust, mehaanilisi ja keemilisi viimistlusi. Kokkumine iseloomustab materjali hooldamist, väljanägemist [6, 7, 9].

Kortsuvus on kanga omadus moodustada mehaaniliste mõjutuste tagajärjel kortse. Mittekortsuvus iseloomustab materjali võimet vastu panna paindele, muljumisele ning taastada esialgne seisund pärast koormuse maha võtmist [9].

1.2.3 Kaitserõiva märgistuse nõuded

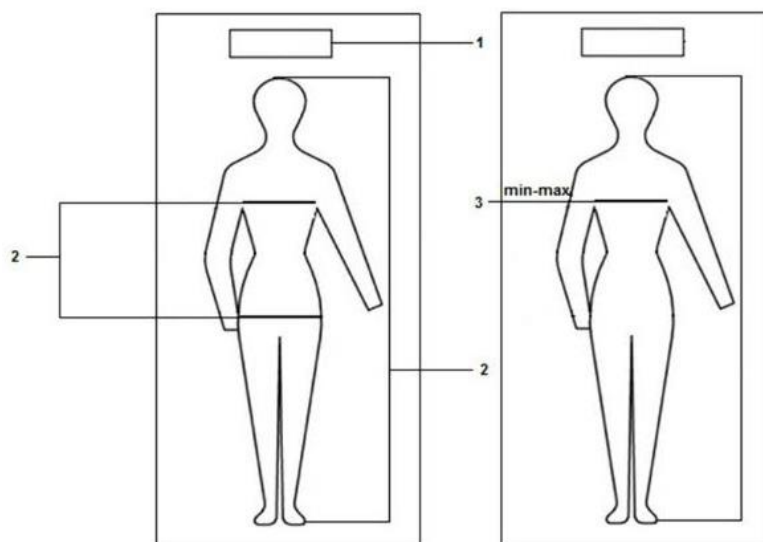
Kaitserõiva osadele on kohustus märkida tootja nimi või kaubamärk, toote tüübi tähistus, suurus, vastava Euroopa standardi number, piktogramm ja vajadusel toimimistasemed, hooldusetiketid. Märgistus peab olema sihtkohariigi ametlikes keeltes kas tootel enesel või tootele lisatud etikettidel. Informatsioon peab olema kinnitatud nii, et see on nähtav ja loetav. Soovitav on kasutada vähemalt 2 mm kõrguseid numbreid ja piktogramme, mis on vähemalt 10 mm suurused. Tootele märgitakse pesemis- ja puhastamisjuhised. Kui tootel on eriomadused, mis pesukordade jooksul vähenevad, siis tuleb tootele märkida puhastamisprotsesside maksimumarv sõna „max“ järel (näiteks max 25x) [4, 6].

Kaitseriietuse suurusnumbri märgistuse aluseks on keha mõõtmed sentimeetrites. Iga kaitseriietuse suurusnumbri tähistus peab sisaldama kontrollmõõtmeid, nagu on antud tabelis 1.2.3.1 [6].

Tabel 1.2.3.1. Kehamõõtmed kaitseriietuse suuruse määramiseks [6].

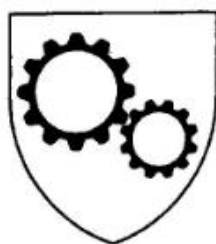
Nr.	Kaitseriietus	Kontrollmõõtmed
1	Jakk, mantel vest	Rinnaüumbermõõt ja pikkus
2	Püksid	Vööüumbermõõt ja pikkus
3	Kombinesoon	Rinnaüumbermõõt ja pikkus
4	Põll	Vöö- või rinnaüumbermõõt ja pikkus
5	Kaitsevarustus, näiteks põlvepadjad, seljakaitsed.	Rinna- või vööüumbermõõt või pikkus või kehamass või pikkus vööst vööni üle õla

Tootja võib lisada ka täiendavaid mõõtmeid, näiteks käsivarrepikkus, jala sisekülje pikkus või puusaüumbermõõt. Mõõtme väärtus vastab kehamõõtmete tegelikule väärtusele. Kaitseriietuse suurus tähistatakse piktogrammiga, mille kujundus on esitatud joonisel 1.2.3.1 [6].



Joonis 1.2.3.1. Näide rõivaste suurusmargistuse piktogrammi kujundamisest (1 – suurustähistus, 2 – ümbermõõdu ja kehapiikkuse asukohti tähistavad jooned, 3 – mõõteulatuse märkimine) [6].

Kaitserõivastele märgitakse vastava Euroopa standardi number, piktogramm ja vajadusel ka toimimistasemed. Liikuvate osade vahele kiskumise ohu korral kasutatavatele kaitserõivastele märgitakse standardi number EN 510 ja joonisel 1.2.3.2 esitatud piktogramm [4, 6].



Joonis 1.2.3.2. Liikuvate osade vahele kiskumise ohu korral kasutatava kaitserõivastuse piktogramm [4].

1.3 Kaitserõiva materjalid

Materjali omadused on mõjutatud kiu tüübist, lõnga ehitusest, kanga struktuurist ja töötlemisviisidest. Enam kasutatavad kiud kaitserõivaste materjalides on puuvill, polüester, polüamiid ning nende kiudude segu. Omaduste parandamiseks kasutatakse ka mõneprotsendiliselt erinevaid metall- või metalliseeritud kiude või süsinikkiude. Näiteks parandab süsinik- või metallkiu sisaldus kanga antistaatilisi omadusi. Hulga lisaomadusi saadakse veel erinevate viimistlusmeetoditega. Näiteks kiumolekuli vääristamisega tulekindla ainega saadakse tulekindlad kiud, kiudu fenoolühenditega töödeldes saadakse kuumuskindlad kiud. Materjali omadused

sõltuvad ka kiu jämedusest, ristlõike kujust, kiu pinna tekstuurst. Veelgi enam, kiudude/lõngade omavahelisel segamisel saadakse materjalile spetsiifilised ja unikaalsed omadused [3, 5].

1.3.1 Kaitserõivastes kasutatavad kiud

Puuvill kuulub looduslike kiudude alla, saadakse puuvillataime seemnekupardest. Igal seemnel on 10 000 – 20 000 seemnekiudu. Puuvilla kiud on värvuselt valge, 12-64 mm pikk ja 12-22 mikromeetrit jäme. Puuvill on üsna tugev kiud, tõmbetugevus on olenevalt liigist 18-52 cN/tex. Katkevenivus on 3-7%, mistõttu puuvill on jäik kiud. Puuvilla hõõrdekindlus ja paindetugevus on üsna head. Samuti ei ole puuvilla pind aldis pillingule. Puuvilla tihedus on 1,55 g/cm³. Kuumusele on puuvill küllaltki vastupidav. Triikida võib puuvilla ilma kiudu kahjustamata 220 °C. Põlemisel meenutab paberit, süttib kergesti ja põleb kiiresti. Mitmesuguste ainete mõju puuvillale on esitatud tabelis 1.3.1.1 [8].

Tabel 1.3.1.1. Mitmesuguste ainete toime puuvillale [8].

Aine	Toime puuvillale
Vesi	ei mõjuta kiudu keemiliselt kuuma veeauru kestval toimel võib puuvillakiud kolletuda
Leelised	hea vastupidavusega, eriti lahjadele lahustele ja/või madalal temperatuuril temperatuuril üle 150°C lagundab leeliselahus tselluloosi
Happed	kahjustavad puuvilla tselluloos laguneb
Oksüdeerivad pleegitusvahendid	vähendavad puuvilla tugevust
Orgaanilised lahustid	hea vastupidavusega
Vaskoksiidammoniaagi lahus Cu(NH ₃) ₄ OH ₄	parim tselluloosi lahustaja
Päikesevalgus	ultraviolettkiirgus mõjub oksüdeerivalt: kiud kolletub ja selle tugevus väheneb
Värvained	puuvill on üldiselt kergvärvitav kiud

Soojapidavus on puuvillal halb, kuna puuvillakius ei ole isoleerivaid õhukihte. Materjalina on puuvill olenevalt toote struktuurist ja viimistlemisest suhteliselt hea õhuläbilaskvusega. Puuvill ei lase niiskust läbi samal viisil kui sünteeskiud, tavaliselt on sel üsna hea niiskuse kinnipidamise võime, mistõttu kuivamine võtab aega. Niiskusimamisvõime tõttu sobib puuvill hästi naha vastu, sest hoiab naha kuivana. Veel üks hea omadus tulenevalt niiskussisaldusest on see, et puuvill ei elektriseeru. Negatiivseks on aldisus hallituse ja seente kahjustustele, kuid pleegitamise ja viimistlemisega on võimalik tagada kaitse [8].

Polüester moodustub polütereftalaadist, koosneb kristalsetest ja amorfsetest osadest. Kristallilisust saab kergelt suurendada kuumuse ja venitamise abil. Ehituselt on polüester väga tihed ja keemiliselt üsna püsiv. Seetõttu on kiud hea vastupidavusega kemikaalide toime ja atmosfääri mõjutuste suhtes, kuid kahjuks halvasti värvitav. Kiudude järeltöötlusega saadakse kahesuguseid kiude: tavatugevusega ja ülitugevaid. Rõivatööstuse tarbeks toodetakse filamentkiude tavajämedustes 22-167 dtex [5, 8].

Polüester on keskmise raskusega kiud, selle tihedus on 1,38 g/cm³. Kiud on tugev ning niiskus ei mõjuta tugevusomadusi. Polüestri tõmbetugevus on 30-70 cN/tex, olenevalt kiu järelvenituse määrast. Samuti on kiud hea hõõrdekindlusega. Polüestri sirgestuvus ja kortsumatus on head. Neid omadusi kasutatakse ära polüestri segamisel kortsuvate kiududega (näiteks puuvillaga), kui soovitakse saada hõlpsasti hooldatavaid tooteid. Polüester pehmeneb temperatuuril 230-240°C ja sulab temperatuuril 250-260 °C. Triikimistemperatuuriks soovitatakse 140-175 °C. Põlemisel polüester sulab, süttib halvasti. Põlemisjäägiks on kõva mittehõõgav kera. Keemiliselt on polüester püsiv, täpsem ainetes toime on antud tabelis 1.3.1.2 [5, 8].

Tabel 1.3.1.2. Mitmesuguste ainete toime polüestriale [8].

Aine	Toime polüestriale
Vesi	ei mõjuta polüestri omadusi
Leelised	kanged leelised kuumalt kahjustavad polüestrit
Happed	lahjad happed külmalt ei kahjusta polüestrit, kuid juba toasoe väävelhape kahjustab kiudu
Orgaanilised lahustid	kemopuhastus ja plekieemaldusvahendid polüestrit ei kahjusta
Pleegitusvahendid	ei kahjusta polüestrit
Värvained	tiheda ehituse ja keemilise stabiilsuse tõttu värvub polüester halvasti saab värvida madalmolekulaarsete dispersioonivärvidega värvimisel on vajalik kasutada kõrgrõhku või kiirendeid
Päikese ultraviolettkiirgus	polüester talub suurepäraselt päikesevalgust

Polüestri soojapidavus oleneb üksnes sellega seotud õhu kogusest. Seetõttu on parimad soojapidavusomadused peenikestel ja õõnsatel kiududel ning tekstureeritud kiududel. Polüestri puuduseks on madalast niiskussisaldusest (vaid 0,5%) tingitud elektriseeruvus. Samas tuleneb madalast niiskussisaldusest hea vormi- ja mõõdupüsivus. Ka hallitus, mikroorganismid ja kahjurputukad ei kahjusta polüestrit [8].

Polüestrit kasutatakse looduslike kiududega segatuna selle tugevuse, mõõdupüsivuse, sirgestuvuse ja hõlpsa hooldatavuse tõttu. Tavalistes kaitserõiva materjalides segatakse puuvilla ja polüestri kiud. Polüester vähendab kortsumist ja kokkuminekut, suurendab tugevust, hõlbustab hooldamist. Puuvill vähendab elektriseeruvust ja suurendab materjali niiskusimavust [8].

Polüamiid ehk nailon koosneb lineaarsetest makromolekulidest, mis sisaldavad korduvaid amiidrühmi, millest väjemalt 85% on ühendatud alifaatsete või tsükloalifaatsete lülidega. Polüamiidfilamente toodetakse monokiududena jämedustes 6,7-33 dtex. Multifilamendi jämedused varieeruvad olenevalt kasutusotstarbest 56 dtex trikoolõngal kuni 33 000 dtex autotööstuses kasutatavatel materjalidel. Staapelkiudude jämedused on vahemikus 1,6-22 dtex. Polüamiidkiudude tugevus- ja venitusnäitajad varieeruvad 24-90 cN/tex, 70-98%, olenevalt kiu keemilisest ehitusest ning järelvenitusest. Niiskus omadusi ei mõjuta, märgtugevus on 77-98%. Ka hõõrdekindlus ning paindetugevus on kiul head. Iseloomulikuks on aga pillingunähtus, eriti staapelkiududes [5, 8, 9].

Polüamiidi vastupidavus sõltub jällegi kiu keemilisest ehitusest. Tavaline triikimistemperatuur on 110°C. Põlemisel kiud sulab, moodustab lõnga otsa kera ja põleb. Ilma leegita põlemine tavaliselt ei jätku. Ilmastikutingimuste suhtes on polüamiid hea vastupidavusega, erinevate ainete mõju on toodud aga tabelis 1.3.1.3 [5, 8].

Tabel 1.3.1.3. Mitmesuguste ainete toime polüamiidile [8].

Aine	Toime polüamiidile
Vesi	ei põhjusta polüamiidides keemilisi või füüsikalisi muutusi
Leelised	taluvad leeliseid hästi
Happed	lahjasid happeid taluvad hästi, kanged happed võivad katkestada molekulaahela, mistõttu kiud laguneb
Orgaanilised lahustid	enamik orgaanilisi lahusteid polüamiide ei kahjusta. Triklooreteen võib polüamiidi lahustada, samuti fenooliühendid.
Pleegitusvahendid	ei kahjusta polüamiide
Värvained	polüamiide on suhteliselt hõlbus värvida, see seletub polüamiidide keemilise koostise ja suhteliselt kõrge niiskussisaldusega.
Päikese ultraviolettkiirgus	päikesevalgus kahjustab polüamiidkiude, nende tugevus väheneb ja kiud kolletub

Soojapidavus on polüamiididel üsna väike, kuid seda saab parendada kiule või lõngale liikumatu õhu lisamisega. Seda tehakse kas tekstureerimisega või kiujämedust vähendades. Külmas ja higistama ajavas kuumuses tundub sünteeskiud külmana, mis on peamiselt tingitud kiudude väikesest niiskusimamisvõimest. Seetõttu kiud ka elektriseeruvad kergesti, seda saab aga vähendada kiu modifitseerimisega või antistaatilise töötlemisega [8].

Tänapäeval toodetakse polüamiide modifitseerituna teatavat kasutusotstarvet silmas pidades, see tähendab kiudude kasutusotstarbe seisukohalt halbade omaduste parandamist. Sellised kiud on näiteks parema värvitavusega polüamiidid, antistaatilised kiud, UV-kiirgusele vastupidavad kiud, profileeritud kiud, õõnsad kiud, mirkokiud. Polüamiidi kasutatakse nii puhtal kujul kui ka segatuna

teiste kiududega. Polüamiidi lisatakse eesmärgiga suurendada toote tugevust ja hõõrdekindlust ning kiirendada toote kuivamist. Just suure tõmbetugevuse ja hõõrdekindluse tõttu kasutatakse polüamiidi kaitserõivaste materjalis [5, 8].

Metallkiud on metallist või metalli ühenditest venitatud lõngad või metallilehest lõigatud kitsad ribad, mida saab kasutada tekstiilides. Sellised ained on kuld, hõbe, vask, teras ja pronks. Metalliseeritud kiud on metallist või metallisegudest ja mittemetalsest aineist moodustatud kiud, kus metall on südamikus või pinnal [5, 8, 9].

Metall-lõnga kasutatakse tehnilisel otstarbel, metalliseeritud lõnga või keemilisi kiude kaunistamise eesmärgil. Näiteks kasutatakse terasstaaplit kaitserõivaste materjalist staatilise elektrilaengu eemaldamiseks töökohtades, kus sädemed võivad tulekahju põhjustada [5, 8, 9].

Süsinikkiud on kiud mida saadakse teatavaid orgaanilisi kiude (nt polüakrüülnitriili või tsellulooskiude) termiliselt töödeldes. Peamiselt koosneb kiud süsinikust, seda toodetakse kiukujulistest polümeerimaterjalidest neid karboniseerides või grafiitides. Karboniseerimine tähendab kiu termilist töötlemist selliselt, et kiust eemaldub esmalt vesi ja siis võimalikult suur kogus muid aatomeid. Grafiitimine toimub temperatuuril 2500-3000°C, mil eemalduvad ka muud järelejäänud võõraatomid. Ühtlasi kiudu venitatakse, mis suurendab tugevust. Süsinikkiud on tugev ja elastne, eriti suure tõmbetugevusega. Paindetugevus on aga väga madal. Tegemist on kerge, termiliselt vastupidava kiuga, mis ei lahustu ja on hea elektrijuhtivusega. Seetõttu kasutatakse süsinikkiudu antistaatilistes materjalides [5, 8].

1.3.2 Materjali struktuur

Kiud on vastavalt oma pikkusele, kas filamentkiud või staapelkiud. Kiud kedratakse lõngaks kas filamentkiududest, staapelkiududest või erinevate kiudude kombineerimisel, näiteks kasutades filamendi kooslust staapelkiududega või erinevate staapelkiudude segamist omavahel. Lõngasüsteemist (koelõng ja lõimelõng), mis ristuvad teatud korrapära järgi, luuakse kangas. Seda süsteemi, kuidas koe- ja lõimelõngad ristuvad, nimetatakse siduseks [9, 10].

Puidutöötlemisel kasutatavate kaitserõivaste materjalid on tavaliselt kootud labases või toimses siduses. Labase siduse korral ristub iga koelõng iga lõimelõngaga 90 kraadise nurga all. Labase sidusega materjal on hargnev, kortsuv, tugev, laseb hästi õhku läbi ja katsudes on kergelt teralise

iseloomuga. Jämedate lõngade korral on antud materjal väga vastupidav. Toimse siduse korral ristuvad koelõngad üle kahe või enama lõimelõnga järel. Toimset sidust iseloomustavad diagonaalsed toimejooned, mille nurgakraad sõltub koe- ja lõimelõngade suhtest. Iseloomulikud omadused on hargnevus, kortsuvus, painduvus, head tugevusomadused, vastupidavus õhu ja vee läbivusele. Toimse siduse korral on materjali pahem ja parem pool erineva välimusega, kuid labase siduse korral on mõlemad pooled ühesugused. Toimse siduse puhul ei paista määrdumine ja plekid materjalil nii hästi välja kui labase sidusega materjali puhul. Siiski materjali omadusi mõjutavad suurel määral kasutatavad lõngad ja erinevad viimistlusmeetodid [9, 11].

1.3.3 Materjali viimistlusmeetodid

Materjali välimust ja omadusi parendatakse erinevate viimistlusmeetoditega. Viimistlusmeetodid jagatakse viimistlusviisi järgi mehaanilisteks või keemilisteks viimistlusteks. Mehaanilised viimistlusmeetodid on näiteks kalandrimine, laiendamine, dekateerimine. Keemilised viimistlusmeetodid kasutavad kemikaalide lisamist materjalile, üheks meetodiks on näiteks apreterimine ehk kanga katmine spetsiaalsete lahustega. Apreterimine annab kangale vastupidavuse, parema välimuse ja veidi karedust, mis kergendab töötlemist. Materjali viimistletaksegi, et rõhutada või vähendada kanga loomulikke omadusi, nagu pehmus, jäikus, peegelduvus, läige. Samuti, et anda kangale uusi omadusi, nagu süttimis- ja tulekindlus, et suurendada kanga eluiga ja vastupidavust kasutamisel või et anda kangale värvipüsivus ja kindel kuju [9, 12].

Kaitserõivaste materjalide puhul on olulised ka eriviimistlused, nii funktsionaalsed, esteetilised kui ka hooldamist lihtsustavad viimistlused. Funktsionaalsete viimistluste korral kasutatakse näiteks materjalide katmist polümeeridega, mis aitavad materjale kasutatavat inimest kaitsta päikese, tuule, vihma, kemikaalide, soojuse, tule ja bakterite toime eest. Üks oluline materjali omadus on antistaatilisus, mille tagamiseks on mitmeid meetodeid. Esiteks, polümeeri sulamassi võib lisada süsinikku või mõnda teist antistaatikut. Teiseks, kiu pinda võib katta mõne metalli (näiteks Ni, CuS) õhukese kihiga. Kolmandaks valmistatakse kiud roostevabast terasest, alumiiniumist, hõbedast või mõnest muust metallist. Neil kolmel meetodil valmistatud kiud kootakse riide struktuuri, et saavutada staatilise laengu liikumine [12].

1.4 Materjalide katsemeetodid

Kaitserõivaste valmistamisel on oluline materjali kvaliteet, mille tagamiseks on välja töötatud erinevad standardiseeritud katsemeetodid. Standardite kohane katsetamine võimaldab kontrollida materjali omadusi ja nende vastavust esitatud nõudmistele. Samuti aitab materjali katsetamine määrata tootele kasutus- ja hooldusjuhised. Erinevaid materjalidele teostatavaid katseid on palju ja nende kõigi teostamine pole vajalik. Seetõttu tuleb kindlaks määrata toote otstarve ja sellest tulenevad olulised materjali omadused, millele teostatakse katsed. Järgnevalt käsitletakse puidutöötlemise kaitserõivastuse jaoks olulisemaid katsemeetodeid, mis kontrollivad materjali tugevust ja vastupidavust [13, 14].

1.4.1 Pindtiheduse määramine

Pindtiheduse katsemeetod on kirja pandud standardis *EVS-EN 12127:2000 Tekstiil. Kangasmaterjalid. Pindtiheduse määramine väikeproovidest*. Katse sooritatakse standardsetes tingimustes temperatuuril $20 \pm 2^\circ\text{C}$, õhuniiskusel $65\% \pm 4\%$, mis on kindlaks määratud standardis *EVS-EN ISO 139:2005*. Enne katse teostamist on oluline hoida kangaid standardtingimustel pingevabas oleks vähemalt 24 h enne katse sooritamist. Katsetamiseks lõigatakse vähemalt 5 katsekeha suuruses 100 cm^2 . Kääridega lõikamise korral võetakse kolm mõõtu nii pikkuse kui ka laiuse suunas täpsusega 1 mm. Keskmisest pikkusest ja laiusest arvutatakse lõikeala väärtus. Katsekehad pindalaga 100 cm^2 kaalutakse ja kaal märgitakse üles täpsusega 1 mg. Iga katsekeha jaoks arvutatakse pindtihedus (g/m^2), kasutades valemit:

$$M = \frac{(m \times 10000)}{A}, \quad (1.4.1.1)$$

kus M – pindtihedus, g/m^2 ,

m - katsekeha mass, g,

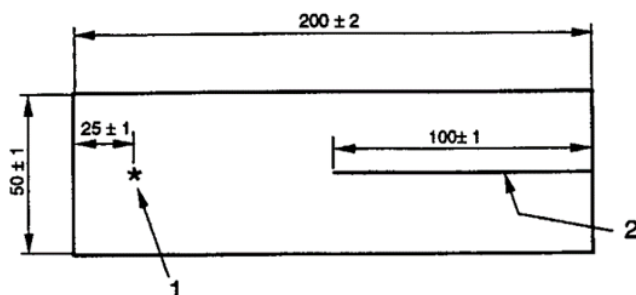
A - katsekeha pindala, cm^2 [15, 16].

1.4.2 Tõmbetugevuse katsed

Tõmbetugevuse katsetamiseks on standard *EVS-EN ISO 13934-1:2013 Textiles – Tensile properties of fabrics – Part 1: Determination of maximum force and elongation at maximum force using the strip method*, mis määrab maksimaalse tõmbetugevuse ja piknemise tõmbel kasutades ribameetodit. Katse sooritatakse standardkliima tingimustes temperatuuril $20 \pm 2^\circ\text{C}$, õhuniiskusel $65\% \pm 4\%$. Enne katse teostamist lastakse kangastel seista vähemalt 24 h pingevabas olekus [14]. Seejärel lõigatakse katsetatavast kangast nii lõime kui ka koesuunas 5 katsekeha, nii et ühe koesuuna katsekehad ei sisaldaks samu lõimelõngu. Katsekeha laius on 50 mm ja pikkus piisav, et kinnituskohdade vahe oleks 100 mm. Katsetamiseks sätitakse tõmbemasina tõmbe kiirus 50 mm/min. Katsekeha kinnitatakse klambrite külge, nii et kanga keskpunkt on kohakuti kinnitite keskkohaga. Katse teostatakse kuni katkemispunktini ning märgitakse üles katkekoormus (N) ja katkepiknemine (%) [17].

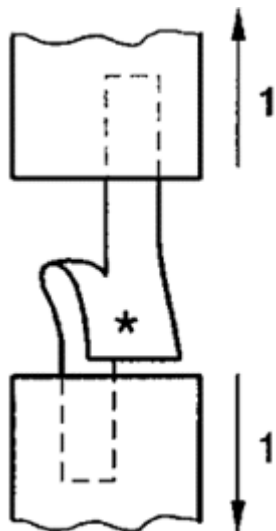
1.4.3 Rebimistugevuse katsed

Rebimistugevuse katse on kirjeldatud standardis *EVS-EN ISO 13937-2:2000 Textiles. Tear properties of fabrics. Part 2: Determination of tear force of trouser-shaped specimens (Single tear method)*, mis määrab rebimistugevuse määramise protseduuri pükste-kujulisele katsekehale. Katse sooritatakse standardsetes tingimustes temperatuuril $20 \pm 2^\circ\text{C}$, õhuniiskusel $65\% \pm 4\%$. Enne katse sooritamist lastakse kangastel seista vähemalt 24 h pingevabas olekus. Seejärel lõigatakse 10 katsekeha, igaüks 200 mm pikk ja 50 mm lai. Viis katsekeha võetakse piki koesuunda ja teised viis lõimesuunas. Katsekehale tehakse sisselõige piki keskoond 100 mm, kuni katsekeha keskpunktini. Teise otsa märgitakse rebenemise lõpp-punkt 25 mm kaugusele kangaäärest (vaata joonist 1.4.3.1) [15, 18].



Joonis 1.4.3.1. Katsekeha märkimisviisi näidis [17].

Katse teostamiseks sätitakse seadme kiiruseks 100 mm/min ja klambrite vahemaaks 100 mm. Katsekeha kinnitatakse klambrite külge nii nagu näidatud joonisel 1.4.3.2. Üks sisselõike pool pannakse ühe klambri külge ja teine teise klambri külge arvestades, et kanga keskpunkt jääb kohakuti kinnitite keskkohaga [18].



Joonis 1.4.3.2. Katsekeha kinnitusviis [18].

Katse teostatakse kuni rebenemispunktini ning märgitakse üles rebimiskoormus (N). Katse tulemusena arvutatakse iga katsetatud koesuuna rebimiskoormuse aritmeetiline keskmine [18].

1.4.4 Värvipüsivuse katsetamine pesemise toimele

Värvipüsivust saab katsetada erinevatele toimetele, millest üks olulisemaid pesemine. Värvipüsivus koduse ja pesumajas pesemise toimele on kirjas standardis *EVS-EN ISO 105-C06:2010 Tekstiil. Värvipüsivuse katsetamine. Osa V06: Värvipüsivus koduse ja pesumajas pesemise toimele*. Katse jaoks lõigatakse katsematerjalist ja mitmekiulisest testriidest katsekehad mõõtmetega 10 ± 2 mm \times 40 ± 2 mm. Mõlemad kangad asetatakse paremad pooled vastamisi ja õmmeldakse ühest lühemast küljest kokku. Pesemiseks valmistatakse pesulahus lisades 4 g standardpesupulbrit 1 liitri vee kohta. Pesulahus valatakse pesukonteinerisse ja lisatakse 10 teflonkuuli ja katsekeha. Pesu kestvus on 30 minutit. Pesuprotsessi lõppedes loputatakse katsekeha kaks korda 1 minut 100 ml vees, mis on 40°C. Seejärel lastakse kangal kuivada õhu käes. Värvuse muutust hinnatakse hall-etalonkaala järgi [19].

1.4.5 Värvipüsivuse katsetamine hõõrdumise toimele

Teine oluline toime värvipüsivusele on hõõrdumine, mille katsemeetod on kirjas standardis *EVS-EN ISO 105-X12:2016 Textiles – Tests for colour fastness – Part X12: Colour fastness to rubbing*. Enne katse teostamist lastakse kangastel seista 4 tundi standardis ettenähtud temperatuuri ja õhuniiskusega ruumis (temperatuur 20 ± 2 °C, õhuniiskus $65\% \pm 4\%$). Samades standardsetes tingimustes teostatakse ka katse. Katsetatavast kangast lõigatakse 2 katsekeha värvipüsivuse määramiseks kuivale hõõrdele ja 2 katsekeha värvipüsivuse määramiseks märjale hõõrdele. Katsekehad on suurusega 115 mm × 155 mm. Üks katsekeha paar lõigatakse piki lõime suunda ja teine piki koesuunda. Katse teostamiseks tõstetakse ülemine seadmekeha üles ning paigaldatakse hõõrdepaberi peale valge testriie (50×50 mm ± 2 mm), mis kinnitatakse metallist klambriga. Märja katse korral kastetakse valge testriie destilleeritud vette, nii et vee imavus oleks 95-100%. Selleks kaalutakse testriie enne vette kastmist ning kastmise järgselt. Katsetatav kangas asetatakse alumise seadmekeha ja metallplaadi vahele. Katse teostamiseks lastakse ülemine seadmekeha alumisse positsiooni ja liigutatakse ülemist katsepead 10 korda edasi ja 10 korda tagasi. Katse lõppedes tõstetakse ülemine seadmekeha ülemisse positsiooni, eemaldatakse valge testriie ja alumine katsekeha. Märjkatse näidistel lastakse enne hindamist kuivada. Valge testriide hindamiseks asetatakse selle alla kolm kihti valget testriiet. Katsekehi hinnatakse hall-etalonkaala järgi sobiva valguse käes. Värvuse muutuse määramiseks võib kasutada kolorimeetrit. Sel juhul määratakse kolorimeetriga katsekehade värvuskoordinaadid enne ja pärast katse teostamist vähemalt kolmest eri punktist [20].

1.4.6 Kokkumineku määramine

Kanga kokkuminekut kajastab standard *EVS-EN ISO 5077:2008 Tekstiil. Mõõtmete pesemis- ja kuivatusjärgse muutuse määramine*. Katse sooritatakse standardsetes tingimustes temperatuuril 20 ± 2 °C, õhuniiskusel $65\% \pm 4\%$. Katsetatavaid kangaid hoitakse standardtingimustes vähemalt 4 h enne katse sooritamist. Katsekehad lõigatakse mõõtudes 500×500 mm. Võimaluse korral lõigatakse kangast kolm katsekeha, kuid piisavas koguses kanga puudumisel sobib ka 1-2 katsekeha. Hargneva kanga korral äärestatakse katsekeha äärestusmasinal. Katsekehal määratakse algne laius ja pikkus. Seejärel pestakse ja kuivatatakse katsekehad standardis *EVS-EN ISO 6330:2012* spetsifitseeritud protseduuri kohaselt. Pärast pesemist ja kuivatamist mõõdetakse katsekeha laius ja pikkus vastavalt standardis *EVS-EN ISO 3759:2011* esitatud juhendile. Tulemuseks arvutatakse keskmiste mõõtude muutuse väärtus nii laiuses kui ka pikkuses, kasutades valemit:

$$\frac{x_t - x_0}{x_0} \times 100, \quad (1.4.6.1)$$

kus x_0 - algupärane mõõt, cm,

x_t - mõõt pärast katse läbiviimist, cm.

Mõõdud ümardatakse väärtuseni 0,5%. Mõõtude vähenemine märgitakse miinus märgiga (-) ja suurenemine plus märgiga (+) [21].

2 KAITSERÕIVASTE VÄLJATÖÖTAMISE ETAPID

Käesoleva töö eesmärgiks on välja töötada kaitserõivad Puidutehnoloogia laborisse. Esimese ülesandena hinnatakse laboris esinevaid ohte. Teisena valitakse välja asjassepuutuvad normid ja juhendid. Seejärel valitakse kaitserõiva jaoks vajaliku suutlikkusega tekstiilmaterjalid, mida katsetatakse vastavalt standardite juhenditele, et veenduda materjali vastavuses nõudmistele. Toote disaini välja töötamisel arvestatakse nii materjali omadusi ka kui ka teisi olulisi tegureid nagu rõivas töötamise võimalikkus, mugavus, hind, vastupidavus, hooldatavus ja väljanägemine [3]. Puidutehnoloogia laboris esinevaid ohte, kaitserõivale esitatud nõudeid ja katsemeetodite juhendeid käsitleti töö eelmises peatükis. Käesolevas peatükis tegeletakse sobiva kaitserõivaste materjali välja selgitamise ja kaitsekitli ning rinna- ja seljaosaga kaitsepükste väljatöötamisega.

2.1 Kaitserõiva materjalid

Kaitserõiva valmistamiseks pakutakse erisuguseid puuvillast ja/või polüestrist materjale, mis on pindtiheduse vahemikus 165-360 g/cm² ja labase või toimse sidusega (kude 1/1, 2/1 või 3/1) [22]. Nende seast valmistatava toote jaoks parima materjali leidmiseks katsetati ja võrreldi erinevaid materjale nii omavahel kui ka määrati nende omaduste vastavus tabelis 1.2.2.1 välja toodud soovituslikele miinimumnõuetele.

2.1.1 Kaitserõiva materjalide valik






Kangaste edasimüüjatelt hangiti 5 erinevat materjali, mida katsetada ja võrrelda nii omavahel kui ka soovituslike miinimumnõuetelega. Erikangaste müügiga tegelevad Eestis mitmed ettevõtted, mõningad neist on välja toodud tabelis 2.1.1.1.

Tabel 2.1.1.1. Erikangaste müügiga tegelevad Eesti ettevõtted.

Ettevõtte nimi	Tegevusala
Edutex Grupp OÜ	Kvaliteetsete kangaste ja lisamaterjalide jae- ja hulgimüük.
Veks Invest OÜ	Kõrgekvaliteediliste töö- ja ametirõivaste kangaste pakkuja Eestis, Lätis ja Leedus tegelevad ainult hulgimüügiga.
Trixel OÜ	Kangaste ja õmblustarvikute hulgimüügiettevõtte (teatud kangaid on võimalik ka väiksemates kogustes soetada).
Kangadzungel OÜ	Kangaste ja õmblustarvikute jaemüük.
AS Abakhan Fabrics Eesti	Kangaste ja õmblustarvikute jaemüük.

Kaitserõivaste väljatöötamiseks sobivaima materjali välja selgitamiseks viidi läbi standardikohased katsetused, mis teostati TTÜ Polümeeride ja tekstiilitehnoloogia labori katseseadmetega. Osadele materjalidele on tootja poolt koostatud spetsifikatsiooni kaardid. Nende materjalide katsetulemusi saab võrrelda ka tootja andmetega. Välja valitud materjalid on esitatud tabelis 2.1.1.2, koos teadaolevate omaduste väärtustega. Kuna iga materjali omaduste väärtusi ei ole teada, siis tulebki teostada materjalikatsetused.

Tabel 2.1.1.2. Materjalide valik kaitserõivale.

Kangas	Materjal 1	Materjal 2	Materjal 3 („Premium“)	Materjal 4	Materjal 5 („Tomboy“)
Foto					
Vahendaja	Kangadzungel OÜ	AS Abakhan Fabrics Eesti	Trixel OÜ	Trixel OÜ	Veks Invest OÜ
Koostis	100% polüester	100% puuvill	55% puuvill, 45% polüester	100% puuvill	65% polüester, 35% puuvill
Laius	150 cm	150 cm	150 cm	150 cm	150 cm
Pindtihedus	180 g/m ²	210 g/m ²	250 g/m ²	310±10 g/m ²	245 g/m ²
Värvus	Sinine	Sinine	Tumesinine läikega	Oliiv	„Como“ sinine
Tõmbetugevus (ISO 13934-1:1999)	-	-	-	Koesuunas 470 N, lõimesuunas 1100 N	Koesuunas 800 N, lõimesuunas 1400 N
Rebimistugevus (ISO 13937-3:2000)	-	-	-	-	Koesuunas 30 N, lõimesuunas 35 N
Kokkutõmbuvus (ISO 6330:2001, 1 A/D)	-	-	-	3%	2%
Värvipüsivus hõõrdumise toimele (ISO 105-X12:1995)	-	-	-	Värvumine: kuiv 4-5, märg 3	Värvumine: kuiv 4, märg 3

2.1.2 Materjalide katsemeetodite tulemused

Tekstiilmaterjalide katsemeetodeid on palju ning kõiki teostada ei ole otstarbekas. Katsete sooritamine on nii materjali- kui ka ajakulukas, mistõttu on välja valitud Puidutehnoloogia labori kaitserõivaste materjalide jaoks olulisemad. Katsemeetodite valikul on lähtutud ka katse sooritamise võimalikkusest TTÜ Polümeeride ja tekstiilitehnoloogia labori katselaborites. Valitud katsed aitavad välja tuua kõige paremate omadustega materjali, mida kasutada kaitsekitli ning rinna- ja seljaosaga kaitsepükste valmistamisel. Katsed teostatakse eelmises punktis välja valitud materjalidele. Katsemeetodeid käsitleti töö esimeses osas, siinkohal tuuakse välja vaid olulisemad tegevused ja katsetulemused.

Pindtiheduse määramise katse teostatakse standardi *EVS-EN 12127:2000 Tekstiil. Kangasmaterjalid. Pindtiheduse määramine väikeproovidest* juhiste järgi. Igast materjalist lõigatakse 5 katsekeha, millelt võetakse mõõdud nii koe- kui lõimesuunas kolmest eri kohast. Seejärel kaalutakse kangad 1 mg täpsusega ning arvutatakse pindtihedused [16]. Mõõtetulemused pikkusele ja kaalule on esitatud lisas nr 1. Tulemused on välja toodud tabelis 2.1.2.1.

Tabel 2.1.2.1. Katsekehade pindtiheduse määramise tulemused.

Katsekeha nr	Pindtihedus, g/m ²				
	Materjal 1	Materjal 2	Materjal 3	Materjal 4	Materjal 5
1	177	210	252	298	250
2	178	218	256	300	250
3	178	211	256	299	250
4	178	213	253	299	249
5	178	218	254	298	251
Keskmine	178	214	254	299	250

Tulemuste kohaselt on esimesed kaks materjali õhemad, kolmas ja viies keskmise paksusega ja neljas kangas suhteliselt paks. Kaitserõiva kandmise mugavust arvesse võttas on neljas kangas liiga paks siseruumides töötamiseks [9].

Rebimistugevuse katse käik on kirjas standardis *EVS-EN ISO 13937-2:2000 Textiles. Tear properties of fabrics. Part 2: Determination of tear force of trouser-shaped specimens (Single tear method)*. Materjalidest lõigatakse katsekehad nii lõime kui ka koe suunas. Sooritatakse katse ning saadakse arvutiprogrammi tulemused, millest leitakse iga materjali keskmised rebimiskoormused Newtonites. Rebimiskoormuse graafiku näidis on esitatud lisas 1. Graafikul jaotatakse tulemused nelja ossa, millest esimest ei arvestata. Teistest võetakse kokku 12 rebimiskoormust (igast osast 2 kõrgemat ja 2 madalamat), mille järgi arvutatakse keskmine rebimiskoormus. Rebimiskoormuse

tulemused on esitatud tabelis 2.1.2.2. Kokkuvõttes on materjal 5 parima rebimiskoormusega, ligikaudu 35 N lõimesuunas ja 39 N koesuunas. Materjal 3 puhul ei saanud sooritada katset koesuunas, kuna rebenemine toimus mitte piki sisselõiget vaid ristipidi ehk lõimesuunas [18].

Tabel 2.1.2.2. Rebimistugevuse määramise katsemeetodi tulemused.

Katsekeha	Rebimiskoormus, N									
	Materjal 1		Materjal 2		Materjal 3		Materjal 4		Materjal 5	
	Lõim	Kude	Lõim	Kude	Lõim	Kude	Lõim	Kude	Lõim	Kude
1	22,22	20,43	25,67	18,88	19,62	-	21,24	22,92	34,75	38,15
2	21,94	20,18	27,88	23,70	19,35	-	21,10	23,23	35,66	39,57
3	23,17	19,68	24,16	21,28	19,46	-	21,18	23,43	35,44	38,20
Keskmine	22,44	20,10	25,90	21,29	19,48	-	21,17	23,19	35,28	38,64

Värvipüsivuse katsetamine hõõrdumise toimele teostatakse standardi *EVS-EN ISO 105-X12:2016 Textiles – Tests for colour fastness – Part X12: Colour fastness to rubbing* järgi. Materjalist lõigatakse 4 katsekeha (2 lõimesuunas ja 2 koesuunas). Igale koesuunale sooritatakse nii kuiv katse kui ka märg katse. Täpsete värvumistulemuste saamiseks kasutatakse katsekehade värvuskoordinaatide määramist kolorimeetriga. Värvuse muutuse hindamise skaala põhimaterjalile on esitatud standardis EVS-EN 20105-A02:2000 ja skaala valgele testriidele standardis EVS-EN 20105-A03:2000. Materjalide värvipüsivuse hindeks viie palli süsteemis saadakse tabelis 2.1.2.3 esitatud hinnangud [20]. Iga katsekeha tulemus on välja toodud lisa 1.

Tabel 2.1.2.3. Põhimaterjali värvipüsivuse ja testriide värvumise katsetulemused hõõrdumise toimele.

Värvipüsivus hõõrdumise toimele (ISO 105-X12:2016)	Materjal 1		Materjal 2		Materjal 3		Materjal 4		Materjal 5	
	Lõim	Kude	Lõim	Kude	Lõim	Kude	Lõim	Kude	Lõim	Kude
Põhimaterjal (kuiv/märg)	5/5	5/5	5/4	5/5	5/4	4/4	5/4	5/5	5/5	5/5
Valge testriie (kuiv/märg)	5/4	5/5	5/3	5/3	5/3	5/3	4/3	5/3	4/3	5/3

Kokkuminek määrati standardi *EVS-EN ISO 5077:2008 Tekstiil. Mõõtmete pesemis- ja kuivatusjärgse muutuse määramine* kohaselt pesumajas pesemisel temperatuuril 40 kraadi koos trummelkuivatusena keskmisel temperatuuril. Katsekehad võetakse suurusega 50x50 cm, millel märgitakse 35x35 cm laiune ruut. Katsekehalt võetakse täpsusega 0,01 mm mõõdud enne ja pärast katse sooritust ning arvutatakse muutuse protsent [21]. Tulemused on esitatud tabelis 2.1.2.4. Materjal 1 kogusest ei piisanud kokkumineku katse teostamiseks, seega jäeti see valikust välja.

Tabel 2.1.2.4. Kokkumineku katsetulemused.

Omadus	Materjal 2		Materjal 3		Materjal 4		Materjal 5	
	Lõim	Kude	Lõim	Kude	Lõim	Kude	Lõim	Kude
Kokkumineku, %	-1%	6%	2%	2%	4%	3%	1%	0%

Kaitserõiva materjalide **katsetulemuste kokkuvõtte** on esitatud tabelis 2.1.2.5. Katsete tulemusena on tugevaim ja vastupidavam materjal nr 5, mida kasutatakse kaitserõivaste väljatöötamiseks. Antud materjalil on väga hea rebimistugevus ja hea kokkumineku näitaja. Rõiva kasutamisel ja hooldamisel tuleb vaid arvestada materjali värvi ülekandumist märjale heledale materjalile. Materjal nr 1 on õhuke, materjal nr 4 aga paks, samuti on sel kokkumineku üsna suur nagu ka materjal nr 2 puhul. Materjal nr 3 on rebimistugevuselt kehvem kui materjal nr 5, kuigi soovituslike miinimumnõuetega võrreldes sobiks kaitserõivaste valmistamiseks nii materjal nr 5 kui ka materjal nr 3.

Tabel 2.1.2.5. Kaitserõiva materjalide katsetulemuste koondtabel.

Omadus	Materjal 1		Materjal 2		Materjal 3		Materjal 4		Materjal 5		Miinimumnõue*
	Lõim	Kude	Lõim	Kude	Lõim	Kude	Lõim	Kude	Lõim	Kude	
Pindtihedus (EVS-EN 12127:2000)	178 g/m ²		214 g/m ²		254 g/m ²		299 g/m ²		250 g/m ²		-
Rebimistugevus (EVS-EN ISO 13937-2)	22 N	20 N	26 N	21 N	19 N	-	21 N	23 N	35 N	39 N	18 N
Värvipüsivus hõõrdumise toimele (kuiv/märg)	5/5	5/5	5/4	5/5	5/4	4/4	5/4	5/5	5/5	5/5	-
Valge kangas (ISO 105-X12:2016)	5/4	5/5	5/3	5/3	5/3	5/3	4/3	5/3	4/3	5/3	4/3
Kokkumineku pesemisel (40°C)	-	-	-1%	6%	2%	2%	4%	3%	1%	0%	2%

*Soovituslik miinimumnõue kaitserõiva materjali omadustele, mis kehtib nii lõime- kui ka koesuunas.

2.1.3 Kaitserõivastes kasutatavad materjalid ja furnituurid.

Kaitserõivaste põhimaterjal valiti välja katsetulemuste põhjal. Valituks osutus materjal nr 5 „Tomboy“ tootjalt Carrington, mille katsetulemused olid mitte ainult võrreldavatest materjalidest paremad vaid ka paremad kui materjali enda spetsifikatsiooni kaardil (vaata tabel 2.1.3.1.).

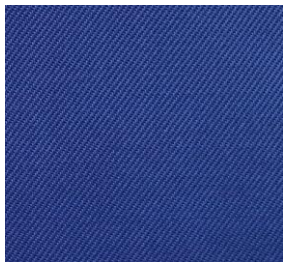




Tabel 2.1.3.1. „Tomboy“ materjali katsetulemuste võrdlus spetsifikatsiooni lehe andmetega.

Omadus	Materjal 5 „Tomboy“	
	Tootja andmed	Katsetulemus
Pindtihedus (EVS-EN 12127:2000)	245 g/m ²	250 g/m ²
Rebimistugevus (EVS-EN ISO 13937-2) (lõim/kude)	30 N / 35 N	35 N / 39 N
Värvipüsivus hõõrdumise toimele (ISO 105-X12:2016) (kuiv/märg)	4/3	4-5/3
Kokkumine pesemisel (40°C) (lõim/kude)	2%/2%	1%/0%

Materjal erines tootja andmetest pindtiheduselt, kuid sellele on lubatud kõrvalekalle -4% kuni +6% [7]. Rebimistugevus ja värvipüsivus hõõrdumise toimele on katsetulemuste põhjal parem, samuti materjali mõõtmete stabiilsus pesemisel. Võrreldes teiste materjalidega oli antud materjal ka visuaalselt kõige parema väljanägemisega.

Kaitserõivaste valmistamiseks vajalikud materjalid ja furnituurid on välja toodud järgnevates tabelites. Tabel 2.3.3.2 põhimaterjali ja selle oluliste näitajate kohta, tabel 2.3.3.3 abimaterjalide ja furnituuri kohta. Kaitserõivaste moekirjeldused ja joonised on esitatud järgmises alapeatükis.

Tabel 2.1.3.2. Õmblusmaterjalide valik ja iseloomustus.

Materjali näidis	Materjali omadused	Väärtused
	Põhimaterjal: materjal 5 „Tomboy“ (Carrington, Veks Invest OÜ)	
	Kanga koostis	65% polüester, 35% puuvill
	Kanga värvus	„Como“ sinine
	Kanga kaal	245 g/m ²
	Kanga kasutatav laius	147 cm
	Sidusus	2/1 toimne sidus
	Kanga hooldus	    Except White

Vastavalt põhimaterjalile ja toote tegumoele valiti välja sobivad abimaterjalid ja furnituurid, mis on tabelisse koondatud mõlema kaitserõiva valmistamise jaoks. Nii kaitsekittel kui ka rinna- ja seljaosaga kaitsepüksid on valmistatud „Tomboy“ materjalist. Kaitserõivaste õmblemise jaoks kasutatakse niite nr 120, nr 100 ja nr 50 värvitoonis C7915 tootjalt COATS. Furnituurist on kaitsekitlil kasutusel 4 auguga nõöbid, mis on läbimõõduga 20 mm. Rinna- ja seljaosaga kaitsepükste jaoks kasutatakse samu niite mis kaitsekitli puhul. Lisaks kasutatakse kahte erineva laiusega kummipaela, kahe kelguga tõmblukku ja kahte plastpannalt. TTÜ logoga tikandid on tellitud ettevõttest Käty Tikand OÜ, mistõttu on vajaminevad niidid abimaterjalide loetelust välja jäetud.

Tabel 2.3.3.3. Abimaterjalide ja furnituuri valik ja iseloomustus.

Materjali/furnituuri näidis	Omadused ja väärtused
	<p>Niit C7915 (COATS)</p> <p>Kirjeldus: 100% polüester, Nr 100 ja tex 30; nr 120 ja tex 24; nr 50 ja tex 60</p>
	<p>Värvli kummipael (Trixel OÜ)</p> <p>Kirjeldus: 3 cm lai, Värvus must Tugevus keskmine</p>
	<p>Rihmade kummipael (Trixel OÜ)</p> <p>Kirjeldus: 5 cm lai Värvus must Tugevus keskmine</p>
	<p>Kahe kelguga tõmblukk (Trixel OÜ)</p> <p>Kirjeldus: Pikkus 60 cm Ülevalt ja alt avatav</p>
	<p>Kinniti (Trixel OÜ)</p> <p>Kirjeldus: Plastikust Laius 4 cm</p>
	<p>Nööp (Karnaluks OÜ)</p> <p>Kirjeldus: 20 mm lai 4 auku</p>

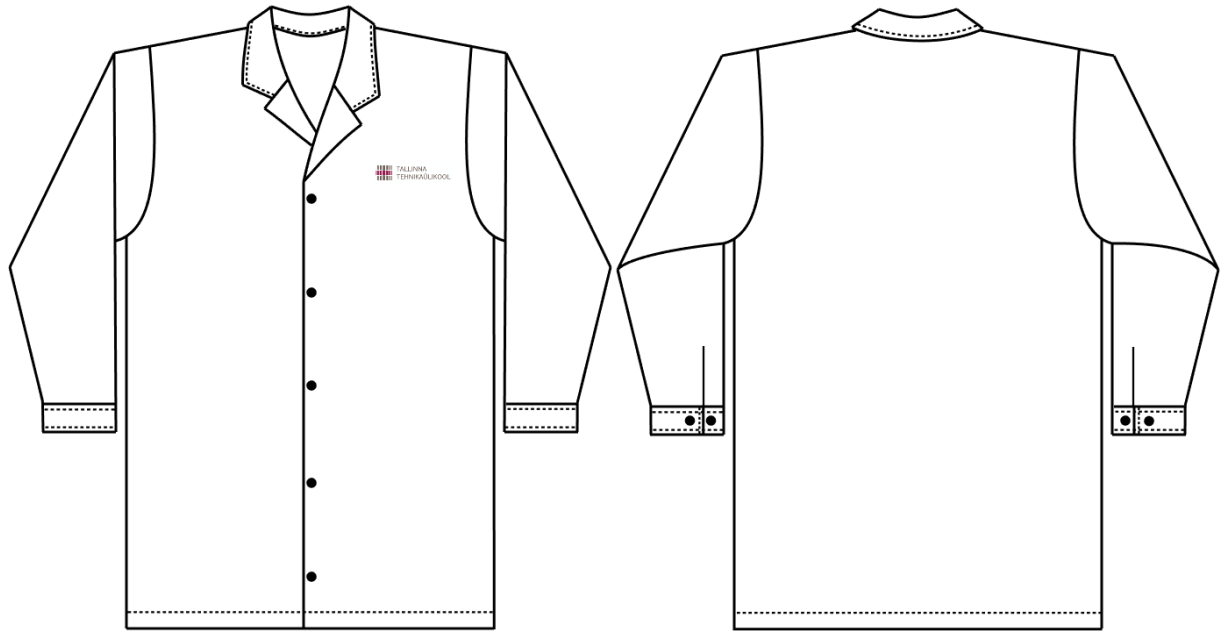
2.2 Kaitserõivaste moekirjeldused

2.2.1 Kaitsekitli moekirjeldus

Puidutöötlemise labori kaitserõivaks on pikkade varrukatega kaitsekittel (vaata joonis 2.2.1.1). Toode on konstrueeritud meeste baassuuruste süsteemi järgi [23]. Kitli peamine funktsioon on praktiline. Toode peab pakkuma kandjale kaitset ümbruskonnas esinevate ohtude eest. Samuti peab kaitserõivas arvestama füüsilise ergonoomiaga. Kaitserõivas peab saama sooritada erinevaid töövõtteid. Kaitserõiva materjaliks on ettevõtte Carringtoni kangas „Tomboy“, mis on 2/1 toimse sidusega ja sisaldab 65% polüestrit ja 35% puuvilla. Materjal on kulumiskindel, väga hea rebimistugevusega ja vastupidav.

Kaitsekittel on tegumoelt sirge lõikega ja ulatub allapoole puusa. Varrukad on pikad, allosas kitsenevad, kandiga töödeldud lõhiku ja mansetiga. Mansetid on suletavad kahel erineval kaugusel, kinnituseks nõöp. Käeaugukaar on avar, varruka laius rinnajoone sügavusel lai. Kaelus on töödeldud reväärkraega. Hõlm on suletav üherealiste nõopidega, vasak hõlm parema peal. Katteriide lõikeserv on äärestatud. Kinnise esimene nõöp on 13 cm kaugusel ülaservast, teised neli on võrdsete vahedega. Kaitsekitli alläär on töödeldud kahekordse palistusega. Lahtised lõikeservad on äärestatud. Kaitsekitli vasakul hõlmal on Tallinna Tehnikaülikooli logo (joonis 2.2.1.2).

Kaitsekitli tegumood juhindub liikuvate osade vahele kiskumise ohu korral kasutatava kaitseriietuse tehniliste andmete (EVS-EN 510:1999) standardist, mis määrab kaitserõiva omadused, et viia liikuvate osade vahele jäämise oht miinimumini. Disainile esitatud nõuete kohaselt ei tohi olla toode liiga avar, toode peab katma alusrõivad, toote välispind on sile ehk puuduvad pealeõmmeldud taskud ja mansetid on reguleeritavad [4].



Joonis 2.2.1.1. Kaitsekitli joonis.



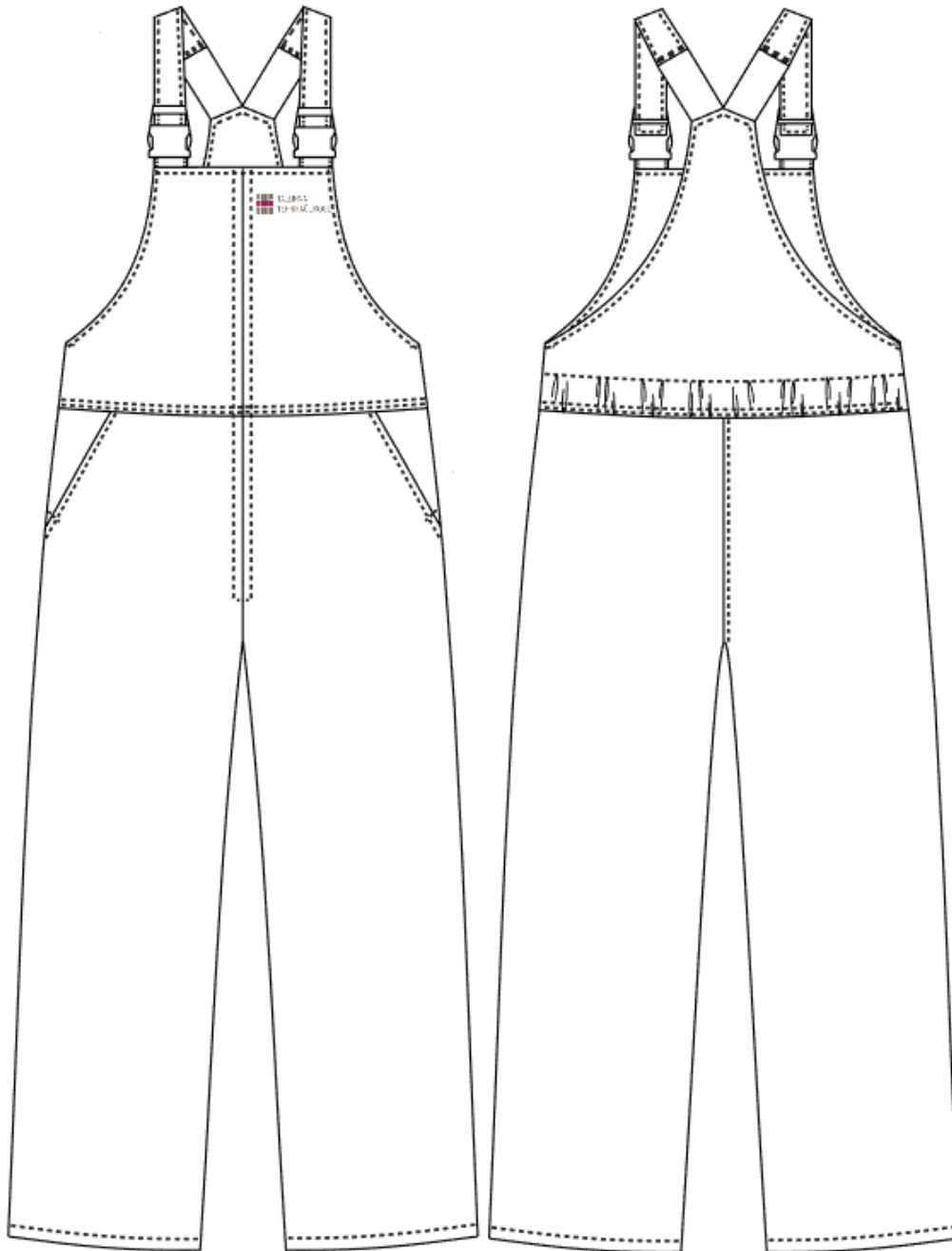
Joonis 2.2.1.2. TTÜ logo tootele tikkimiseks [1].

2.2.2. Rinna- ja seljaosaga kaitsepükste moekirjeldus

Rinna- ja seljaosaga kaitsepüksid on mõeldud kasutamiseks Puidutehnoloogia labori õppetöös. Toode on konstrueeritud meeste standardsuuruste tabeli järgi, mis arvestab kasvu muutust erinevate suurusnumbrites vahel. Materjaliks on ettevõtte Carrington kangas „Tomboy“, mis on 65% polüestri ja 35% puuvilla sisaldusega. Antud materjal on hea rebimistugevusega, mis on oluline kaitsepükstes erinevate töövõtete sooritamise jaoks.

Tegumoelt on kaitsepüksid koos rinna ja seljaosaga ning pikkus on reguleeritav üle õla suunduvate rihmadega. Mugavuse jaoks on seljaosa rihmadele õmmeldud kummipael. Parema istuvuse jaoks on seljaosa vööjoonel kahe kangakihi vahele õmmeldud tunnel kummipaela jaoks. Pükstel on põhimaterjalist sisseõmmeldud küljetaskud, millel taskuava nurkades riiliõmblused. Rinna- ja seljaosa detailid on kahekihilised. Rihmad on õmmeldud kahe kihi vahele. Rihmad on suletavad plastpandlaga. Toode on suletav kahe kelguga tõmblukuga. Vastupidavuse jaoks on säärtes allääred

töödeldud kahekordse palistusega ja ühendusõmblused on läbi kapitud. Küljeõmbluse ülaääres on riiliõmblus. Rinnaosa ülemisse vasakusse nurka on tikitud Tallinna Tehnikaülikooli logo. Rinna- ja seljaosaga kaitsepükste tegumood on esitatud joonisel 2.2.2.1.



Joonis 2.2.2.1. Rinna- ja seljaosaga kaitsepükste joonis.

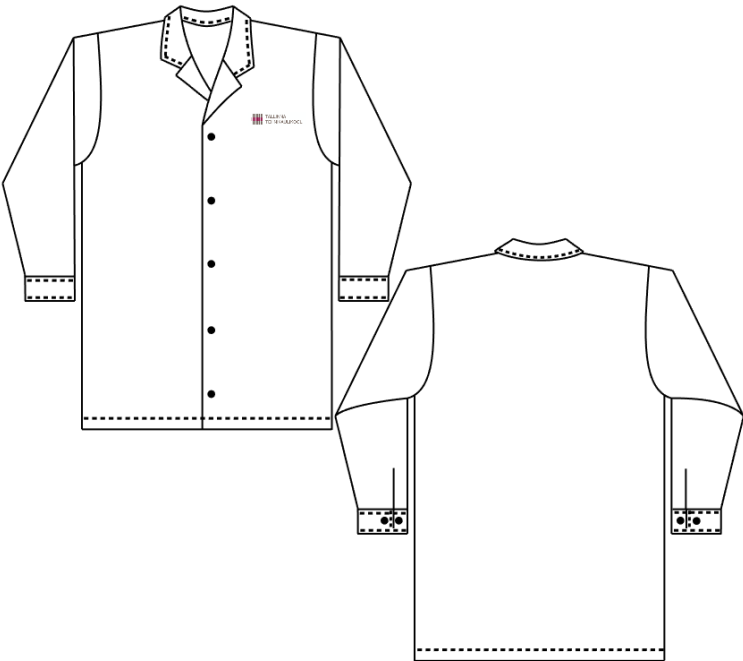
2.3 Kaitserõivaste tehnilised kaardid

Tootele koostatakse tehniline kaart, kuhu pannakse kirja toote tellija ja toote info, toote joonis, töötlemise eripärad, materjali informatsioon ja toote kasutamise tingimused.

2.3.1 Kaitsekitli tehniline kaart

Tellija	Toode	Hooaeg	Mudeli nr
TTÜ Puidutöötlemise labor	Kaitsekittel	Aastaringne	1

Kanga art	Koostis	Laius	Pindtihedus	Tootja	Edasimüüja
Materjal 5 „TOMBOY“	65% polüester, 35% puuvill	147 cm	245 g/m ²	Carrington	Veks Invest OÜ

	<p>KRAE: õ.v. 1,0 cm, teping 0,5 cm.</p> <p>HÖLMAD: katteriide lõikeserv äärestatud, piste 504. Katteriie on kinnitatud õlaõmbluse õ.v. külge, piste 301.</p> <p>ÕLG: õ.v. 1,0 cm, piste 516.</p> <p>VARRUKAS: õ.v. 1,0 cm, piste 516.</p> <p>LÕHIK: õ.v. 0,7 cm, piste 301.</p> <p>MANSETT: õ.v. 1,0 cm, tepingu laius 0,5 cm, piste 301.</p> <p>KÜLJEÕMBLUS: õ.v. 1,0 cm, piste 516.</p> <p>ALLÄÄR: I p.v. 1,0 cm, II p.v. 2,0 cm, õmbluse laius 1,8 cm, piste 301.</p> <p>NÖÖPAUGUD: Piste 304. Esimene n/a 13 cm kaelakaarest, n/a vahed 13,5 cm. N/a laius 2,5 cm, alguspunkt 1,5 cm murdejoonest.</p> <p>NÖÖP: 4 auku, piste 107.</p>
--	---

Märkused ja kommentaarid:

Pistepikkused – ühendusõmblused 4 p/cm, tepingud 3 p/cm.

DETAILID – Esiosa parem hõlm, vasak hõlm, tagaosa, varrukas, mansett, krae, lõhiku kant.

Nööp – tumesinine, nelja auguga, diameetriga 20 mm.

Nõel – nr 100.

Niit – 100% polüesterniit nr 120, nr 100 ja nr 50 värvitoonis C7915 tootjalt COATS.

Pesutingimused:

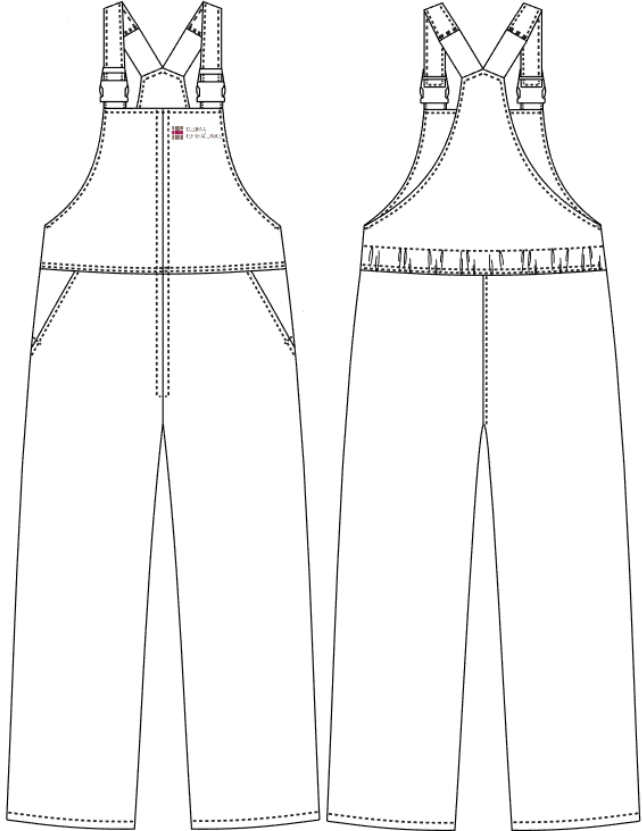


Pesta maksimaalselt 85 kraadiga (õrna pesu programm), trummelkuivatus madalal temperatuuril, triikimine keskmisel temperatuuril.

2.3.2 Rinna- ja seljaosaga kaitsepükste tehniline kaart

Tellija	Toode	Hooaeg	Mudeli nr
TTÜ Puidutehnoloogia labor	Rinna- ja seljaosaga kaitsepüksid	Aastaringne	2

Kanga art	Koostis	Laius	Pindtihedus	Tootja	Edasimüüja
Materjal 5 „TOMBOY“	65% polüester, 35% puuvill	147 cm	245 g/m ²	Carrington	Veks Invest OÜ

	<p>TRAKSID: õ.v. 1,0 cm, teping 0,5 cm, piste 301.</p> <p>KINNIS: õmbluse laius 0,7 cm, piste 301.</p> <p>RINNAOSA: õ.v. 1 cm, rihmad koos kinnitiga kinnitatud ülaseri ühendusõmbluse vahele. Tepingu laius 0,5 cm, piste 301.</p> <p>SELJAOSA: õ.v. 1,0 cm, traksid kumm ühendusõmbluse vahel. Tepingu laius 0,5 cm. Piste 301.</p> <p>KUMMITUNNEL: Õmbluse laius vööjoonest 4,0 cm. Piste 301.</p> <p>TASKUD: õ.v. 1,0 cm, tepingu laius 0,5 cm. Piste 516 ja 301.</p> <p>SÄÄRED: õ.v. 1,0 cm, kapingu laius 0,5 cm. Piste 516 ja 301.</p> <p>PÜKSTE ALLÄÄR: I ja II p.v. 1,0 cm, õmbluse laius 0,8 cm. Piste 301.</p>
--	---

Märkused ja kommentaarid:

Pistepikkused – ühendusõmblused 4 p/cm, tepingud 3 p/cm.

DETAILID – Esiosa parem hõlm, vasak hõlm, tagaosaga, esiosa vasak ja parem säär, tagaosaga vasak ja parem säär, esiosa küljedetail ja taskukott, seljaosa rihmad, esiosa rihmad.

Kummipael – värvli jaoks 3,0 cm lai, traksid jaoks 5,0 cm lai.

Lukk – 60 cm, kahepoolse kelguga.

Plastpannal – 4,0 cm lai.

Nõel – nr 100.

Niit – 100% polüesterniit nr 120, nr 100 ja nr 50 värvitoonis C7915 tootjalt COATS.

Pesutingimused:



Pesta maksimaalselt 85 kraadiga (õrna pesu programm), trummelkuivatus madalal temperatuuril, triikimine keskmisel temperatuuril.

2.4 Kaitserõivaste konstrueerimine

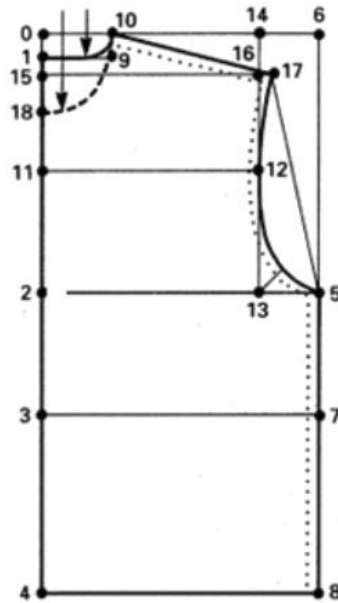
Rõivaste konstruktsioon on kindlaks määratud vormi, suuruse ja omadustega rõiva osade struktuur. Konstruktsiooni saavutamiseks on vajalik valmistada vormi pinnalaotus teades vormi mahulisi karakteristikuid. Kaitserõiva konstruktsioon peab olema piisavalt avar, et sooritada erinevaid liigutusi. Kaitserõivaste konstrueerimiseks kasutatakse Winifred Aldrich'i meeste rõivaste konstrueerimise juhiseid. Esiteks on vaja teada meeste suurusmõõde. Lisas 2 on esitatud meeste standardsuuruste tabel ja joonis, kus on näidatud kuidas võtta tähtsamaid mõõde meeste figuurilt. Joonisel esitatud tähised vastavad tabeli tähistele ja seletavad mõõdu võtmise asupaika. Individuaaltöö korral saab antud joonise järgi võtta vajalikud mõõdud inimese kehalt ja konstrueerida lõiked vastavalt kandja suurusmõõtudele. Puidutehnoloogia labori kaitserõivad on ette nähtud korduvaks kasutamiseks mitmete tudengite poolt, mistõttu kasutatakse konstrueerimisel meeste standardsuuruste tabeli andmeid (vaata lisa 2). Konstrueerimist alustatakse alati baaslõigete loomisega, mida seejärel modelleeritakse vastavalt toote tegumoele. Konstrueerimisel kasutatakse Lectra Modaris tarkvara. Loodud lekaalide istuvust kontrollitakse nii Lectra Modaris 3D keskkonnas kui ka proovitöö läbiõmblemisel [23, 24].

2.4.1 Kaitsekitli konstruktsioon

Kaitsekitli baaslõikeks on lihtne meeste jakk. Alljärgnevates tabelites on välja toodud etapiline konstrueerimise käik. Esiteks konstrueeritakse jaki kehaosa (tabel 2.4.1.1), nii esiosa kui ka seljaosa. Antud lõike kohaselt on esiosa ja seljaosa detailid ühtsed, erineb vaid kaelakaare sügavus (joonis 2.4.1.1) [23].

Tabel 2.4.1.1. Kehaosa konstrueerimise käik [23].

Lõik	Juhis
	Ristsirge punktist 0 nii paremale kui ka alla.
0-1	3cm.
1-2	Käeaugukaare sügavus pluss 5 cm.
1-3	Seljapikkus pluss 1 cm.
1-4	Kitli pikkus.
2-5	$\frac{1}{4}$ rinnaümberrõõrust pluss 8,5 cm; ristjoon üles (6) ja alla vööjoone (7) ja allääreni (8).
1-9	$\frac{1}{5}$ kaelaümberrõõrust pluss 0,2 cm, ristjoon 3 cm üles (10). Joonistada seljaosa kaelakaar.
1-11	$\frac{1}{2}$ pikkust lõigust 1-2, ristsirge paremale.
11-12	$\frac{1}{2}$ seljalaiust pluss 6,5 cm; ristsirge alla rinnajooneni (13) ja üles õlajooneni(14).
1-15	$\frac{1}{8}$ käeaugukaare sügavusest miinus 0,3 cm; ristsirge punkti 16.
16-17	1,5 cm; ühendada punktid 10 ja 17.
	Joonestada käeaugukaar läbi punktide 17, 12, 5.
1-18	$\frac{1}{5}$ kaelaümberrõõrust miinus 1,5 cm. Joonestada esiosa kaelakaar.

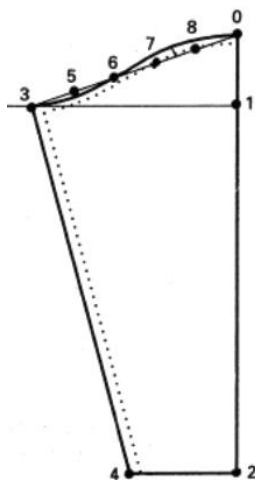


Joonis 2.4.1.1. Kehaosa baaskonstruksioon [23].

Järgnevalt konstrueeritakse pool varruka detaili, mis seejärel peegeldatakse (tabel 2.4.1.2, joonis 2.4.1.2). Antud juhiste järgi on osad õmblusvarud detailidele juba antud, joonisel on need jooned näha punktiirina.

Tabel 2.4.1.2. Varruka konstrueerimise käik [23].

Lõik	Juhis
	Joonestada punktist 0 sirgjoon alla.
0-1	1/3 kehaosa mõõdust 1-2; ristsirge vasakule.
0-2	Varruka pikkus miinus 6 cm.
0-3	Diagonaalmõõt kehaosa punktist 5 – 17 pluss 3 cm.
2-4	½ randmeümberrõõm mõõdust pluss 6 cm; ühenda punktid 3-4.
0-3	Jaota lõik 0-3 viieks osaks, märkida punktid 5, 6, 7 ja 8. Joonestada käeaugukaar, punktist 5 madalamal 0,75 cm, punkti 7 ja 8 vahel kõrgemal 1,5 cm.



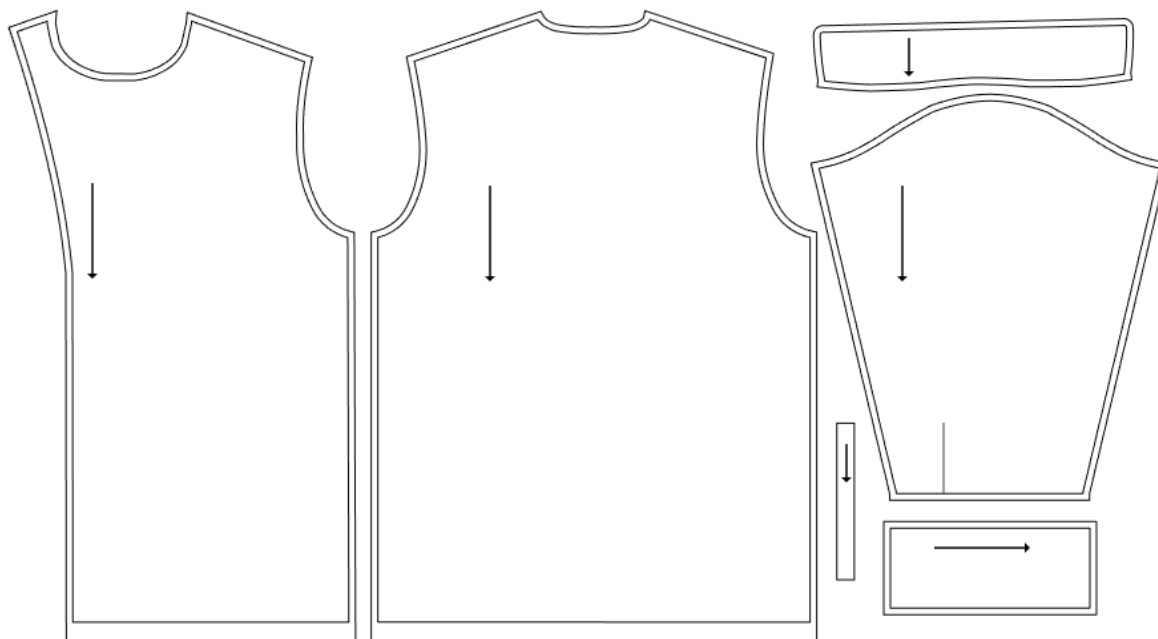
Joonis 2.4.1.2. Varruka baaskonstruksioon [23].

Kaitsekitli lõigete jaoks modelleeritakse saadud baaslõikeid. Modelleerimise juhised on antud tabelis 2.4.1.3. Esiosa laiendatakse katteriide võrra, esi- ja seljaosa pikendatakse soovitud pikkuseni. Lisaks konstrueeritakse tootele krae detail ja manseti detail, mille jaoks lühendatakse varrukate manseti laiuse võrra. Varrukale märgitakse lõhiku pikkus ja luuakse kant lõhiku töötlemiseks [23].

Tabel 2.4.1.3. Baaslõigete modelleerimise juhised kaitsekitli loomiseks [23].

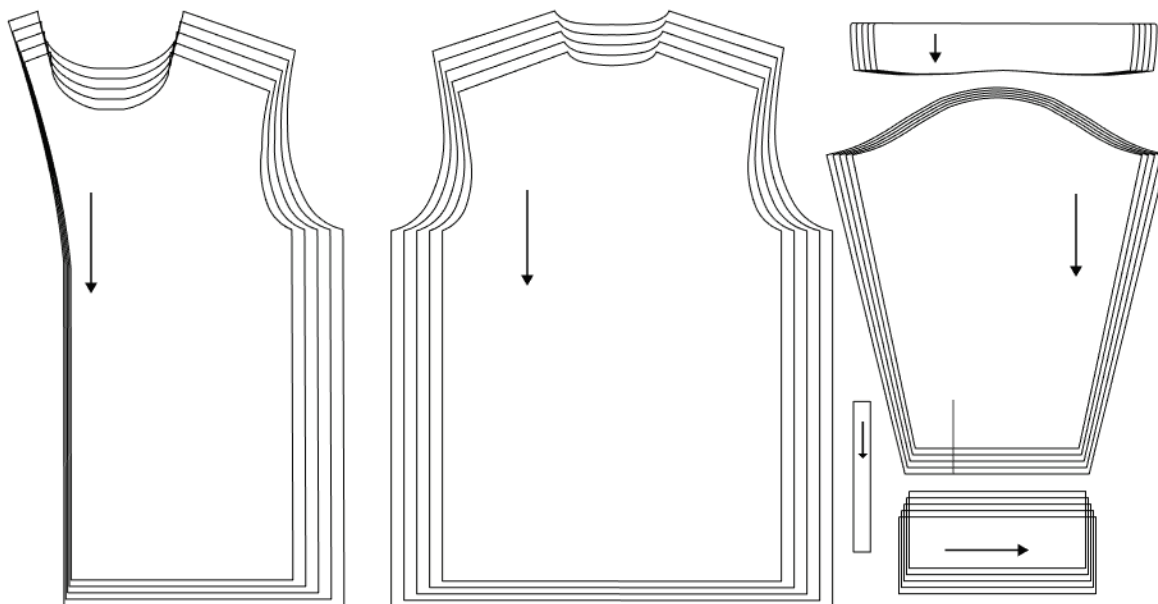
Sektsioon	Juhis
Kehaosa	Joonestatud kehaosa baaskonstruksiooni pikendatakse kehaosa vajaliku pikkuseni.
Esiosa	Konstrueeritakse katteriide pöördetaru. Alläärde lisatakse 3 cm õmblusvaru, katteriide lõikeservale ja kaelakaarele 1 cm õmblusvaru.
Tagaosa	Joonestatud seljaosa detail peegeldatakse lahti, lisatakse 3cm allääre ja 1 cm kaelakaare õmblusvarudeks.
Krae	Konstrueeritakse lihtne pööratav krae.
Varrukas	Lühendatakse manseti laiuse võrra, lisatakse õmblusvaru 1 cm, märgitakse lõhiku joon.
Mansett	Konstrueeritakse sobiva laiuse ja pikkusega mansett, lisatakse õmblusvaru 1 cm.
Lõhiku kant	Konstrueeritakse vastavalt lõhiku pikkusele ja töötlemise laiusele kant.

Joonisel 2.4.1.1 on esitatud Lectra Modarises konstrueeritud kaitsekitli lekaalide joonised. Kitli konstrueerimise juhistes olid juba teatud õmblusvarud detailidele lisatud nagu on näha eelpool olevatel joonistel. Tootmise jaoks nihutati neid jooni õmblusvaru võrra ja lisati õige funktsiooniga uued õmblusvarud. Õmblusvarud antakse 1 cm kaelakaarele, õlaõmblusele, küljejoonele, katteriide lõikeservale, käeaugukaarele, varruka ja manseti ühendamiseks, manseti töötlemiseks, krae töötlemiseks ja hõlmale ühendamiseks ning 3 cm kehaosa allääre töötlemiseks kahekordse palistusega. Esimeseks pöördetaruks 1 cm ja teiseks 2 cm. Detailidel on näidatud noolega lõimesuund.



Joonis 2.4.1.1. Konstrueeritud kaitsekitli lekaalid.

Kaitsekitli valmistamiseks konstrueeriti 6 lekaali: esiosa, tagaosa, varrukas, mansett, krae ja lõhiku kant. Baaslõige konstrueeriti L-suurusele, mille järgi valmistatakse ka tootenäidis. Tootmise jaoks loodi baaslõikele paljundused suurusest XS-XL. Joonisel 2.4.1.2 on näidatud joonised detailide paljundustest. Joonised on eksporditud Lectra Modaris programmist ning proportsioonid vastavad toote lõigetele. Joonise suhe tegelikele mõõtmetele on ligikaudu 1:12. Lisas 3 on välja toodud joonised Lectra Modaris programmi vaatest, kus on näha ka detailide vastasmärgid.



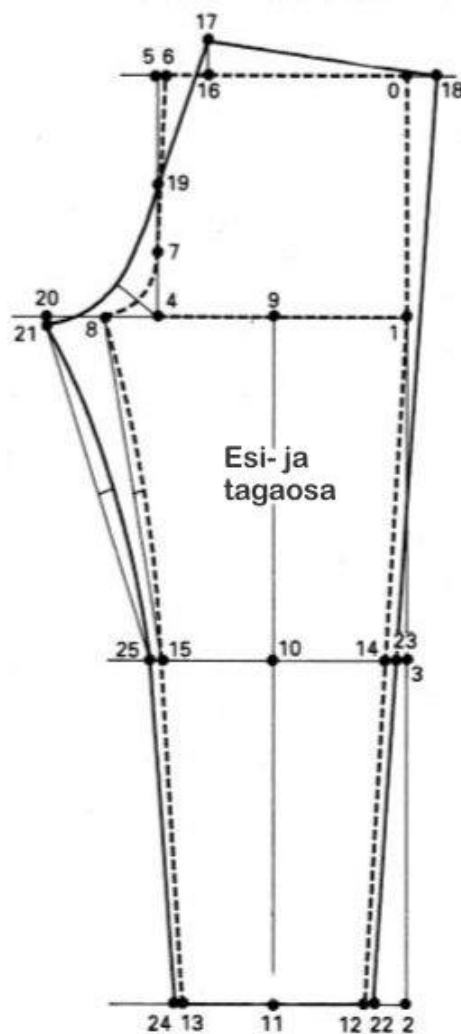
Joonis 2.4.1.2. Kaitsekitli lõigete paljundused suurusest XS-XL.

2.4.2 Rinna- ja seljaosaga kaitsepükste konstruktsioon

Rinna- ja seljaosaga kaitsepükste konstrueerimiseks kasutatakse kaheosaliste pükste konstrueerimise juhendit W. Aldrich'i raamatust „Metric Pattern Cutting for Menswear“. Konstrueerimiseks on vaja teada puusaümberrõõtu, sammupikkust ja istmikukõrgust, mis on antud meeste suurustetabelis (vaata lisa 2). Konstrueerimise etapiline käik on antud tabelis 2.4.2.1 ja tabelis 2.4.2.2. Konstrueerimise joonis on esitatud joonisel 2.4.2.1, kus pidevjoonega on märgitud tagaosa ja kriipsjoonega esiosa [23].

Tabel 2.4.2.1. Meeste pükste esiosa konstrueerimise juhend.

Lõik	Juhis
	Joonestada punktist 0 sirgjoon alla ja vasakule.
0-1	Istmikukõrgus miinus 2 cm, ristsirge vasakule.
1-2	Sammupikkuse mõõt, ristsirge vasakule.
1-3	$\frac{1}{2}$ mõõdust 1-2, ristsirge vasakule.
1-4	$\frac{1}{4}$ puusaübermõõdust pluss 4 cm, ristirsirge üles 5. punktini.
5-6	1 cm.
4-7	$\frac{1}{4}$ mõõdust 4-5.
4-8	$\frac{1}{4}$ mõõdust 1-4 miinus 0,5 cm.
	Ühendada 6-7 ja 7-8 kõverjoonega 3 cm punktist 4.
1-9	$\frac{1}{2}$ mõõdust 1-4 pluss 1 cm, ristsirge alla punkti 10 ja 11.
11-12	$\frac{1}{3}$ mõõdust 1-4 plus 1 cm.
11-13	=11-12. Ühendada 1-12, märkida põlvejoonele punkt 14.
10-15	=10-14.
	Joonestada sammupikkuse õmblus, ühendada 13-15 sirgjoonega, ühendada 8-15 kõverjoonega suunaga 1 cm sissepoole.



Joonis 2.4.2.1. Kaheosaliste pükste konstruksiooni joonis [23].

Tabel 2.4.2.2. Meeste pükste tagaosa konstrueerimise juhend.

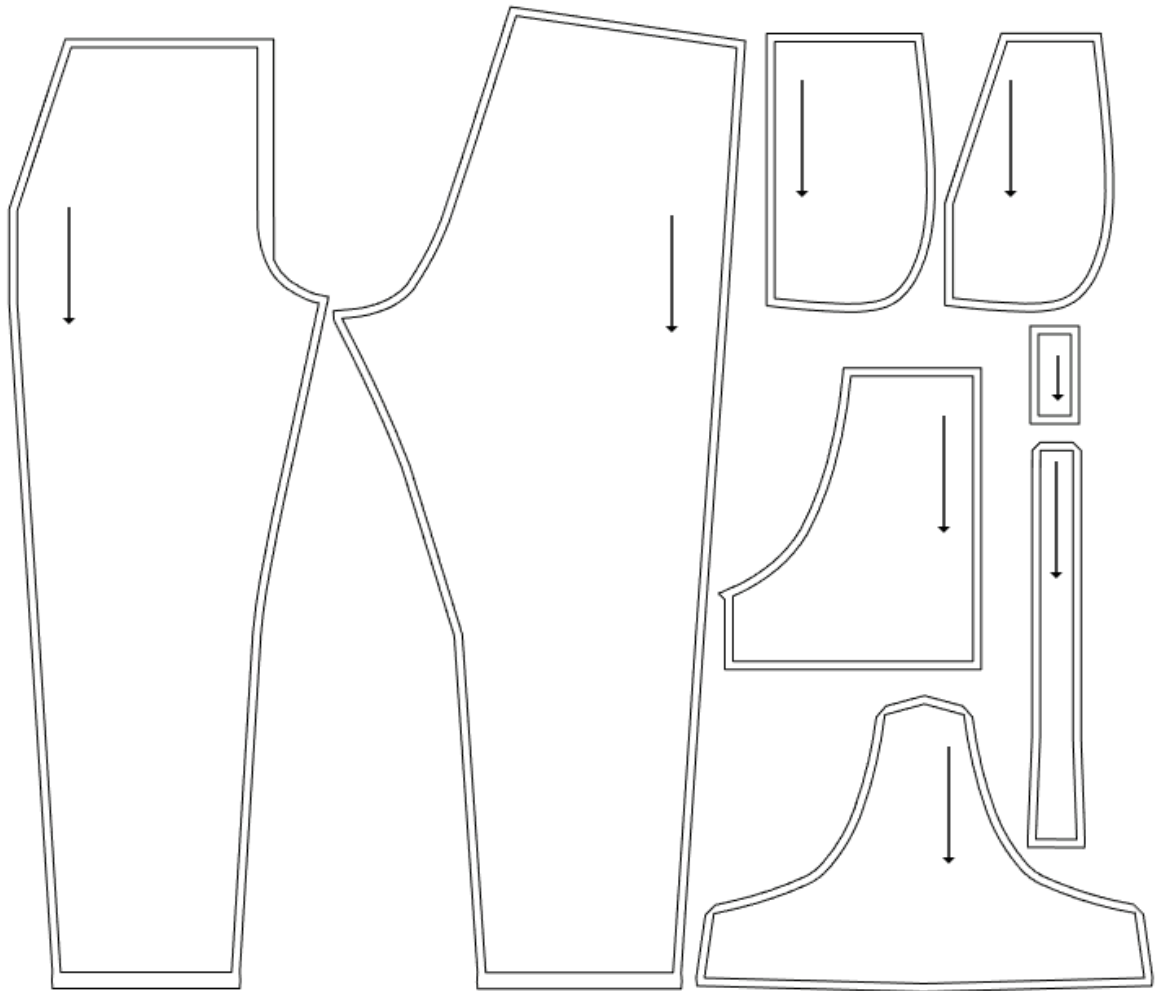
Lõik	Juhis
6-16	5 cm.
16-17	4 cm, 0-18 = 35 cm, ühendada 17-18.
4-19	½ mõõdust 4-5.
8-20	Mõõt 4-8 pluss 0,5 cm.
20-21	1 cm. Ühendada 17-19 ja 19-21 kõverjoonega 5,5 cm punktist 4.
12-22	1 cm. Ühendada 18-22, märkida punkt 23 põlvejoonele.
13-24	1 cm. 15-25 = 14-23.
	Joonestada sammupikkuse õmblusjoon, ühendada 24-25 sirgjoonega, 21-25 kõverjoonega suunaga 2 cm sissepoole.

Konstrueeritud meeste pükste lõigetest tuletatakse rinna- ja seljaosaga kaitsepüksid. Vastavalt pükste ülääre mõõdule konstrueeritakse rinnaosa ja seljaosa. Pükste esiosa modelleeritakse küljetasku lisamiseks, keskjoonele lisatakse luku jaoks pöördevaru 2 cm. Konstrueeritakse rihmad plastpandla kinnitamiseks ja trakside moodustamiseks. Tabelis 2.4.2.3 on kirjas modelleerimise juhised.

Tabel 2.4.2.3. Baaslõigete modelleerimise juhised rinna- ja seljaosaga kaitsepükste loomiseks [23].

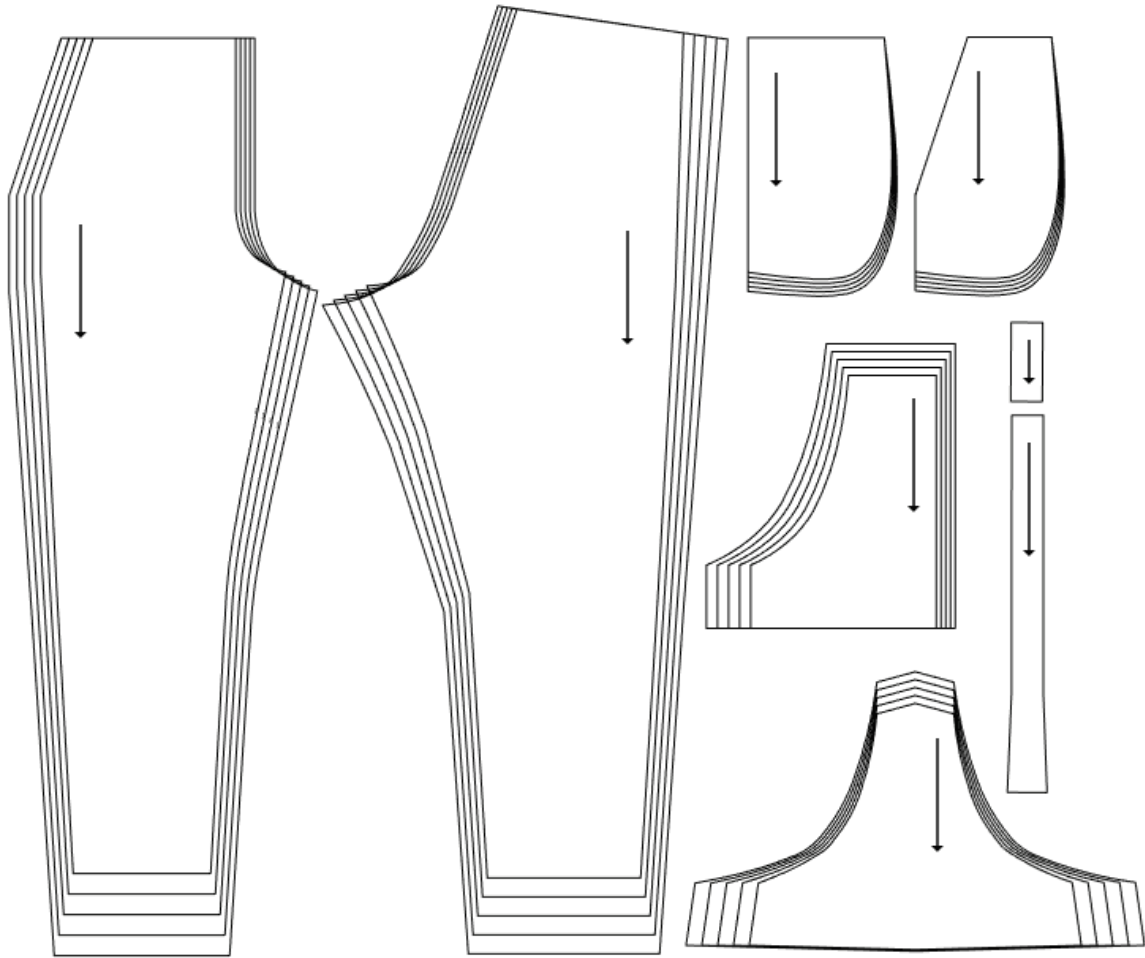
Detail	Juhis
Pükste esiosa	Märkida küljetasku, luua küljedetail, taskukott ja modelleerida pükste esiosa vastavalt taskuavale. Esikeskjoonele lisada õmblusvaru 2,0 cm.
Rinnaosa	Pükste esiosa ülääre laiuse järgi konstrueerida rinnaosa (esikeskjoon 35 cm, külg 8 cm), õ.v. 1 cm.
Küljedetail	Konstrueerida vastavalt märgetele kõverjoonega, õ.v 1 cm.
Taskukott	Konstrueerida taskukoti detail vastavalt küljedetailile ja taskuavale, õ.v 1 cm
Pükste tagaosa	Lisada alläärde õmblusvaru 2 cm, teistele joontele 1 cm.
Seljaosa	Konstrueerida vastavalt pükste tagaosa ülääre laiusele seljaosa detail, külgjoon 8 cm, õ.v 1 cm.
Rihmad	Rinnaosa jaoks 4x10 cm, seljaosa jaoks pikkusega 48 cm, ülaosa laiusega 4 cm, alläär 5 cm laiusega.

Joonisel 2.4.2.2 on rinna- ja seljaosaga kaitsepükste detailid, mis on eksporditud Lectra Modaris programmist. Noolega on märgitud lõimesuund. Õmblusvaru on antud 1 cm, välja arvatud pükste esiosa keskjoonel ja pükste allääres, kus õmblusvaru on 2 cm. Joonise suhe tegelikele mõõtmetele on 1:9.



Joonis 2.4.2.1. Rinna- ja seljaosaga kaitsepükste lekaalid.

Rinna- ja seljaosaga kaitsepükste lõikeid suurendatakse-vähendatakse koordinaatide meetodil – konstruktsiooni äärepunkte ja sisepunkte nihutatakse mööda vertikaalset või horisontaalset koordinaati. Nihke suurused arvutatakse suuruste tabelis olevate mõõtude järgi (vaata lisa 2) [25]. Tehniliste paljundustega lõigete joonised on esitatud joonisel 2.4.2.2, kus kõige väiksem detail vastab suurusele XS ja suurim suurusele XL. Lisas 3 on välja toodud ka joonised Lectra Modaris programmi vaatest, kus on näha detailidele lisatud vastasmärgid.



Joonis 2.4.2.2. Rinna- ja seljaosaga kaitsepükste paljundused.

2.4.3 Kaitserõivaste lõigete kontrollmeetodid

Konstrueeritud lõikeid saab kontrollida Lectra Modaris 3D programmis või proovitöö läbiõblemisel ja istuvuskontrolli teostamisel. Kaitserõivaste lõigete kontrolliks õmmeldi nii proovitööd kui ka kontrolliti istuvust 3D programmis. Mõlema kontrolli teostamine aitab tagada originaallõigete parema istuvuse. Samuti on võimalus võrrelda omavahel kahte kontrollmeetodit.

Lõigete proovitöö jaoks lasti ettevõttes Fortextile OÜ lekaalid välja trükkida. Kangale paigutati lekaalid käsitsi, kinnitati nõõpnõeltega, joonestati joonlaua ja lekaalide abil lõigete kontuurid ning lõigati välja kääridega [28]. Kaitsekitli proovitöö õblemiseks kasutati sarnase pindtihedusega materjali. Rinna- ja seljaosaga kaitsepükste jaoks kasutati materjalide katsemeetoditest üle jäänud materjali nr 3. Joonisel 2.4.3.1. on välja toodud kaitsekitli proovitöö ja tootenäidis. Joonisel 2.4.3.2 on rinna- ja seljaosaga kaitsepükste proovitööd ja tootenäidis.



Joonis 2.4.3.1. Kaitsekitli proovitöö (vasakul) ja tootenäidis (paremal).

Kaitsekitli proovitöö õmmeldi enne standardi EVS-EN ISO 510:1999 juhiste kasutusele võtmist, mistõttu on proovitöö pealeõmmeldud taskutega. Standardi kohaselt ei tohi olla liikuvate osade vahele kiskumise ohu korral kaitserõival pealeõmmeldud taskuid [4]. Lisas 4 on välja toodud võimalikud kitli tegumoe variandid, kui ei järgita antud standardi juhiseid. Taskuid mitte arvestades sobis proovitöö istuvuse kontrolli sooritamiseks. Proovitöö istuvust kontrolliti subjektiivse hindamise meetodil baassuuruses mehe seljas. Istuvuskatse käigus imiteeriti puidutöötlemisel kasutatavaid töövõtteid [26]. Vastavalt istuvuskontrollile tehti kaitsekitlil järgnevad muudatused: kaitsekitli pikkust lühendati, laiust vähendati kokku 8 cm, vähendati nööpide arvu, varrukatele lisati lõhik ja mansetid, kaotati taskud ja lisati TTÜ logo tikand vasakule hõlmale.



Joonis 2.3.4.2. Rinna- ja seljaosaga kaitsepükste proovitööd (vasakul) ja tootenäidis (paremal).

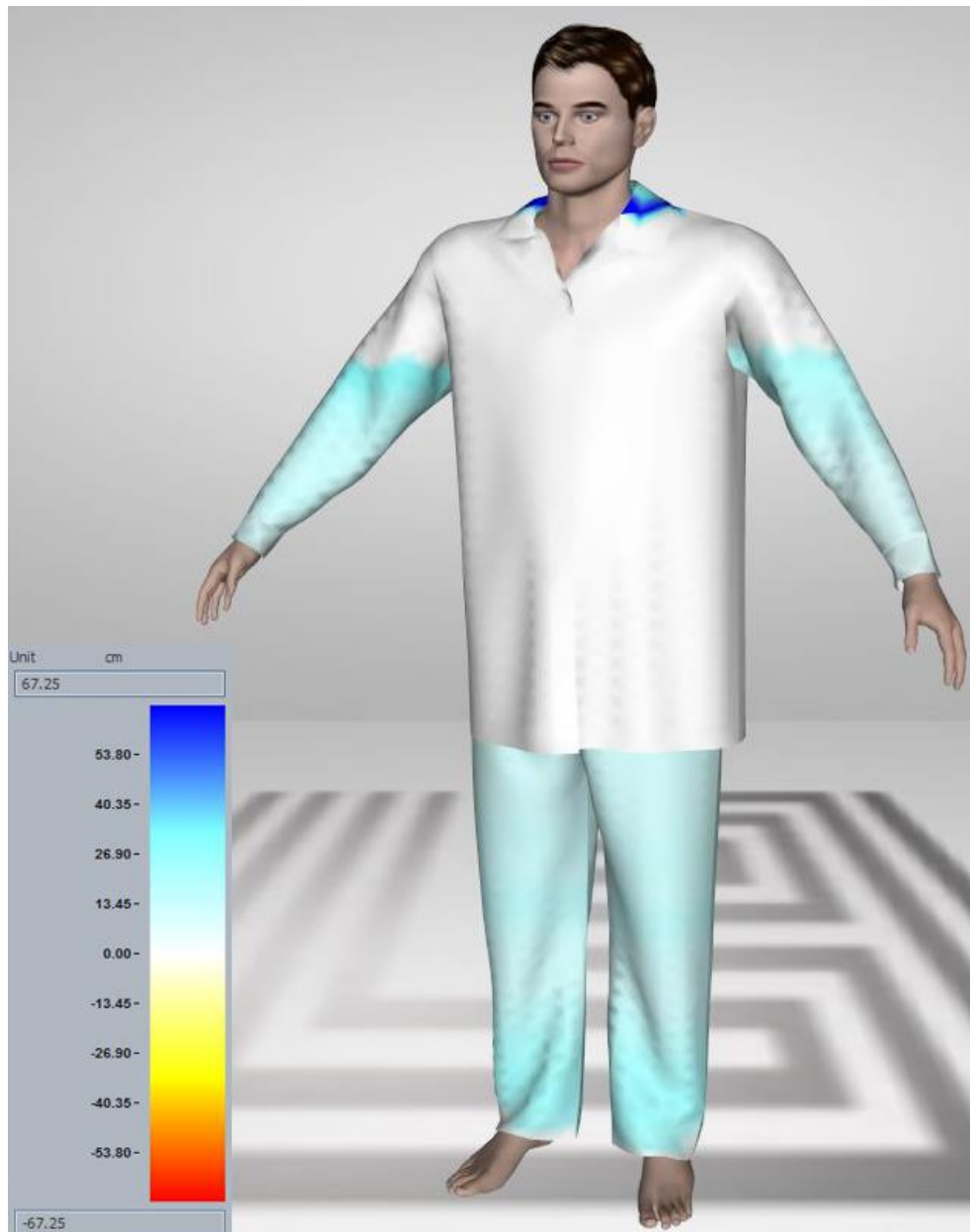
Rinna- ja seljaosaga kaitsepükste lõigetel muudeti seljaosa alläär sirgemaks, seljaosa kummitunnel tõsteti ülespoole vööjoont, rinnaosa ja seljaosa pikendati, seljaosa ja rihma vahele lisati kummipael, küljetaskuid süvendati, rinnaosa ja seljaosa muudeti kahekihiliseks, istmikujoont muudeti kitsamaks. Kuna muudatusi tuli teha üsna palju õmmeldi veel teinegi proovitöö. Teisel proovitööl asendati plastpannal kinnitiga, et võrrelda kahte reguleeritavat furnituuri. Tootes otsustati siiski plastpandla kasuks, mis muudab kaitserõiva kasutamise mugavamaks. Toote näidisele lasti ka Tallinna Tehnikaülikooli logo tikkida.

Lectra Modaris 3D keskkonnas saab virtuaalselt selga proovida 2D keskkonnas loodud lõiked. Selleks tuleb lõiked 2D keskkonnas 3D jaoks sobilikumaks muuta, nii öelda kokku õmmelda ja libisemispunktid lisada, mille järgi mudelid mannekeenile selga visualiseeritakse. 3D keskkonnas tuleb kõigepealt mannekeeni mõõte muuta vastavalt baassuurusele, alles seejärel võib mudeli selga stimuleerida. 3D virtuaalse proovi jaoks kasutati proovitööde järgseid, juba kohandatud, lõikeid, et kontrollida muudatuste sobivust. Pärast õiges suuruses mannekeeni loomist saab mudeli jaoks valida sobivate omadustega kanga. Erinevatest materjalidest on kokku pandud ka näidiste raamat „Fabric for Fashion. The Swatch Book“, mis on abiks materjali valikul 3D keskkonnas [27]. Programmi saab tuua ka teisi objekte. Joonisel 2.4.3.1 on näha kaitserõivad 3D mannekeenil. Õige kanga visualiseerimiseks on programmi imporditud „Tomboy“ materjali foto ning tikandi imiteerimiseks TTÜ logo. Nööbid saab valida programmist ja asetada 2D keskkonnas märgitud asukohtadele. Disaini korralduse alt saab valida ka sobivad pistetüübid ja asetada mudelile tepingute õmblusjooned. Õmblustel saab muuta ka niidi värvi, kuid et tumedal materjalil õmblusjooni paremini esile tuua on need 3D keskkonnas heleda kuvaga (vaata joonis 2.4.3.1).



Joonis 2.4.3.1. Kaitserõivaste visualiseerimine Lectra Modaris 3D programmis.

Lectra Modaris 3D keskkonnas saab kontrollida mudeli istuvust, näiteks avarust. Selleks on käsklus *ease*, mis kuvab mudeli mannekeenil värviliselt. Värvid väljendavad vastavalt värviskaalale mudeli avarust. Kaitserõivaste avarus 3D keskkonnas on kujutatud joonisel 2.4.3.2. Kujutis näitab, et kaitserõivad ei ole mannekeenil seljas ei kitsad ega ka liiga laiad. Varrukad on piisava avarusega, et sooritada erinevaid liigutusi, samuti on püksid avarad. Kehaosade avarus on väiksem, mis sobib kaitserõivastele esitatud nõuetega. Liiga avar toode segab kaitserõivas töövõtete sooritamist ja suurendab ohte töökeskkonnas.



Joonis 2.4.3.2. Kaitserõivaste avaruse illustatsioon Lectra 3D programmis.

Lisaks on 3D keskkonnas võimalik muuta mannekeeni positsiooni ja kontrollida sellega näiteks varruka või pükste säärite pikkust. Mudeli detailide istuvust saab kontrollida kui visualiseerida detailid eri värvidega. 3D mudeli baasil lõigetele enam suuri muudatusi ei tehtud, tõsteti vaid TTÜ logo tikandi asukoht algupärasest kõrgemale.

Joonisel 2.4.3.3 on esitatud kaitserõivad 3D mannekeenil ja tootenäidised meesmodellil. Mõlemad on originaallekaalidega ehk esiklekaalidega. Joonise põhjal saame võrrelda virtuaalset mudelit mannekeenil ja tootenäidist modellil. Võrdlemisel tuleb siiski arvestada mõningast mannekeeni ja modelli erinevust. 3D keskkonnas on keeruline paika panna täpseid mannekeeni mõõte. Samuti on

jooniselt näha erinevus kanga langevuses, kuigi 3D keskkonnas on valitud põhimaterjalile sarnaste omadustega kangas - 2/1 toimse sidusega ja pindtihedusega 245 g/m². Kokkuvõttes on siiski kaitserõivad sarnased nii virtuaalsel mannekeenil kui ka modellil.






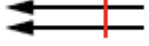
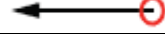


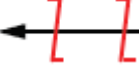




Joonis 2.4.3.3. Kaitserõivaste istuvus 3D mannekeenil vs istuvus meesmodellil.

2.5 Kaitserõivaste tehnoloogiline töötlemine

Alljärgnevas tabelis 2.5.1 on kirjas tehnoloogilise töötlemise jooniste tingtähised, mis on kasutusel nii kaitsekitli kui ka rinna- ja seljaosaga kaitsepükste tehnoloogilise töötlemise kirjeldamisel. Esitatud on nii tähtsamate sõlmede tehnoloogiline töötlemine kui ka töötlemise tehnoloogiline järjestus. Kaitserõivaste detailide ja lekaalide loetelu on esitatud lisas 5. Toote kohta koostatakse loetelu tabelina, kus tuuakse välja kõikide kasutatavate materjalide lekaalid. Ühe mudeli lekaalid nummerdatakse läbiva numeratsiooniga. Tabelisse märgitakse ka lekaali nimi ehk kodeering, mis tagab arvuti lekaalidega kooskõla [28, 29].

Tabel 2.5.1. Tehnoloogilise töötlemise tingtähiste seletused.

Selgitus	Tingmärk
Läbilõike asukoht ja suund	
Tähis	A-A
Materjali parem pool	
Kummipael	
Katkestatud joon, mis jätkub	
Jätkuv materjal	
Lihtühendusõmblus	
Äärestusõmblus	
Äärestus-ühendusõmblus	
Riiliõmblus	
Nööpauk	
Nööp	
Lukk	

2.5.1 Kaitsekitli tehnoloogiline töötlemine

Järgmise etapina kirjeldatakse kaitsekitli valmistamise tehnoloogiat. Sel puhul võetakse arvesse nii etapi lihtsust kui ka kvaliteedinõudeid. Tehnoloogias kasutatud tingmärgid on seletatud tabelis 2.5.1. Kaitsekitli sõlmede töötlemise tehnoloogia on kirja pandud tabelis 2.5.1.1 [28, 29].

Tabel 2.5.1.1. Kaitsekitli sõlmede tehnoloogiline töötlus.

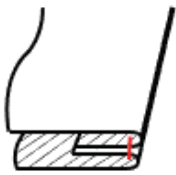
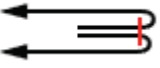
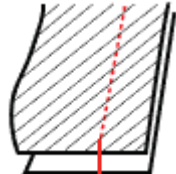

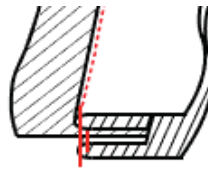
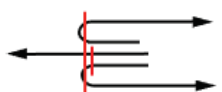
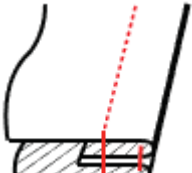
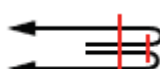
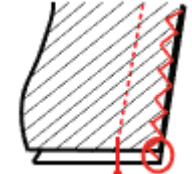

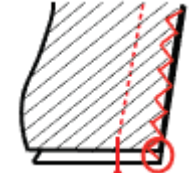

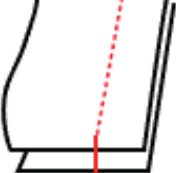

Tähis	Joonis	Tähis	Joonis
A-A		D-D	
B-B		E-E	
C-C			

Tabelis 2.5.1.2 on välja toodud kaitsekitli töötlemise tehnoloogiline järjestus koos kasutatavate masina tüüpidega ja operatsiooni tingtähistega. Tingtähiste seletus on esitatud tabelis 2.5.1.

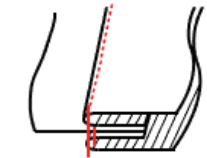
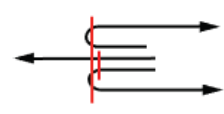
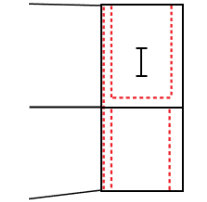

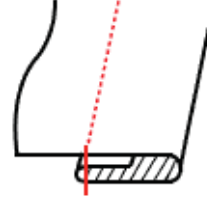

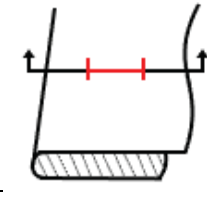
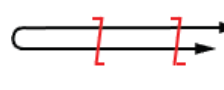
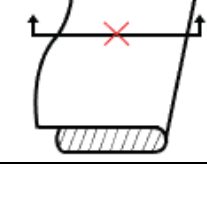

Tabel 2.5.1.2. Kaitsekitli töötlemise tehnoloogiline järjestus.

Jrk nr	Operatsiooni kirjeldus	Tehnilised tingimused	Op. eriala	Seadmed ja seadised	Op. joonis pealt vaates	Tingtähis
1	Krae detailide ühendusõmblus	Pistetihedus 4 p/cm, õ.v. 0,7 cm	U	Ühe nõelaline universaalmasin		
2	Mansettide otsaõmbluse õmblemine	Pistetihedus 4 p/cm, õ.v. 0,7 cm	U	Ühe nõelaline universaalmasin		
3	Varruka lõhiku ühendamine kandiga	Pistetihedus 4 p/cm, õ.v. 0,7,	U	Ühe nõelaline universaalmasin		
4	Varruka lõhiku ja kandi pealistsõmblus	Pistetihedus 4 p/cm, õmbluse laius 0,1 cm	U	Ühe nõelaline universaalmasin		
5	Varruka lõhiku ülemise nurga diagonaalne õmblus	Pistetihedus 6 p/cm	U	Ühe nõelaline universaalmasin (võimalusel riiliõmblusmasin)		
6	Hõlma katteriide lõikeservade äärestamine	Õ. v. 0,6 cm	Ä	3-niidiline äärestusmasin		
7	Hõlma katteriide murdejoone sissetriikimine	150 kraadi	TR	Triikraud		
8	Õlaõmbluste ühendamine	Õ.v. 1,0 cm	ÄÜ	5-niidiline äärestus-ühendusmasin		

Tabel 2.5.1.2 järg. Kaitsekitli töötlemise tehnoloogiline järjestus.

Jrk. nr.	Operatsiooni kirjeldus	Tehnilised tingimused	Op. eri-ala	Seadmed ja seadised	Op. joonis pealtvaates	Tingtähis
9	Krae väljapööramine ja triikimine	150 kraadi	TR	Triikraud		
10	Krae ühendamine kaelakaarele	Pistetihedus 4 p/cm, õ.v 0,7 cm	U	Ühe nõelaline universaalmasin		
11	Krae ühendamine pealistasõmblusega	Pistetihedus 4 p/cm, õmbluse laius 0,1 cm	U	Ühe nõelaline universaalmasin		
12	Krae servade ja ülaääre tepingute õmblemine	Pistetihedus 3 p/cm, tepingu laius 0,5 cm	U	Ühe nõelaline universaalmasin		
13	Varrukate ühendamine lahtisesse käeaugukaarde	Õ.v. 1,0 cm	ÄÜ	5-niidiline äärestusühendusmasin		
14	Varruka ühendamine koos küljeõmbluste ühendamisega	Õ.v. 1,0 cm	ÄÜ	5-niidiline äärestusühendusmasin		
15	Manseti alumise poole ühendamine varrukale	Pistetihedus 4 p/cm, õ.v. 0,7 cm	U	Ühe nõelaline universaalmasin		

Tabel 2.5.1.2 järg. Kaitsekitli töötlemise tehnoloogiline järjestus.

Jrk. nr.	Operatsiooni kirjeldus	Tehnilised tingimused	Op. eri-ala	Seadmed ja seadised	Op. joonis pealtvaates	Tingtähis
16	Manseti pealmise poole õmblemine varrukale pealistasõmblusega	Pistetihedus 4 p/cm, õ.l. 0,1 cm	U	Ühe nõelaline universaalmasin		
17	Manseti läbi teppimine	Õmbluse laius 0,5 cm, pistetihedus 3 p/cm	U	Ühe nõelaline universaalmasin		
18	Kitli allääre töötlemine kahekordse palistusega	Pistetihedus 3 p/cm, I p.v 1 cm, II p.v 2 cm, õ.l. 1,8 cm.	U	Ühe nõelaline universaalmasin		
19	Nööpaukude õmblemine hõlmale ja mansettidele	Nööpaugu laius 2,2 cm	NÕA	Nööpaugu-masin		
20	Nööpide õmblemine	4 auku, 14 pistet	K	Nõel		
21	KNT, lõppviimistlus	Temperatuur 150°C	TR	Triikraud		

2.5.2 Rinna- ja seljaosaga kaitsepükste tehnoloogiline töötlemine

Rinna- ja seljaosaga kaitsepükste sõlmede tehnoloogiline töötlemine on esitatud tabelis 2.5.2.1 ja töötlemise tehnoloogiline järjestus tabelis 2.5.2.2.

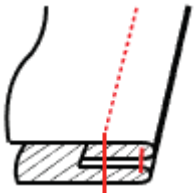



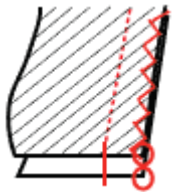

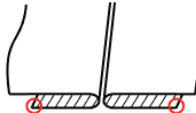

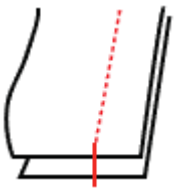

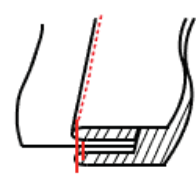
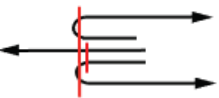
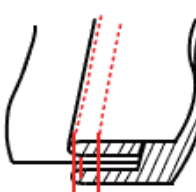
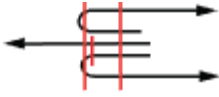
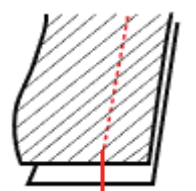

Tabel 2.5.2.1. Rinna- ja seljaosaga kaitsepükste sõlmede tehnoloogiline töötlus.

Tähis	Joonis	Toode						
A-A								
B-B								
C-C								
D-D		<table border="1"> <thead> <tr> <th>Tähis</th> <th>Joonis</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>F-F</td> <td></td> </tr> <tr> <td>G-G</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	Tähis	Joonis	F-F		G-G	
Tähis	Joonis							
F-F								
G-G								
E-E								

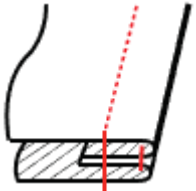

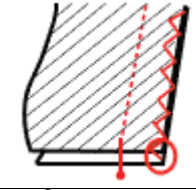

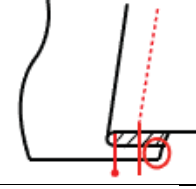

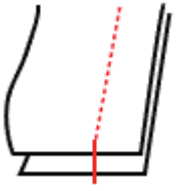

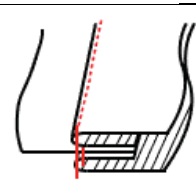

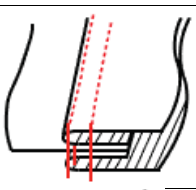

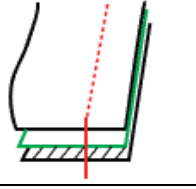

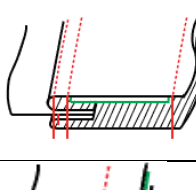

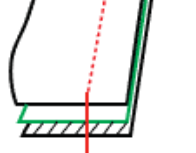

Tabel 2.5.2.2. Rinna- ja seljaosaga kaitsepükste töötlemise tehnoloogiline järjestus.

Jrk nr	Operatsiooni kirjeldus	Tehnilised tingimused	Op. eriala	Seadmed ja seadised	Op. joonis pealt vaates	Tingtähis
1	Tasku küljedetaili ja taskukoti ühendusõmblus	Õ.v. 1,0 cm	ÄÜ	5-niidiline äärestus-ühendusmasin		
2	Taskukoti ühendamine esiosa säärega	Pistetihedus 4 p/cm, õ.v. 1,0 cm	U	Ühe nõelaline universaalmasin		
3	Taskukoti ja esiosa sääre ühenduse tepingu õmblemine	Pistetihedus 3 p/cm, õmbluse laius 0,5 cm	U	Ühe nõelaline universaalmasin		
4	Taskuava nurkade tugevduseks riiliõmblus	Pistetihedus 6 p/cm, õ.l. 2,0 cm	U	Ühe nõelaline universaalmasin (võimalusel riiliõmblusmasin)		
5	Rihma detailide ühendamine	Pistetihedus 4 p/cm, õ.v. 0,7 cm	U	Ühe nõelaline universaalmasin		
6	Rihma väljapööramine, triikimine	150 kraadi	TR	Triikraud		
7	Kummipaela ühendamine seljaosa rihmade vahele	Pistetihedus 4 p/cm, õ.l. 0,2 cm	U	Ühe nõelaline universaalmasin		
8	Rihmade tepingu õmblemine (k.a. rihma ja kummipaela ühenduse teppimine)	Õ.l. 0,5 cm, pistetihedus 3 p/cm	U	Ühe nõelaline universaalmasin		
9	Rinnaosa detailide ühendamine, kinnitada plastpannal rihmaga kahe detaili vahele	Pistetihedus 4 p/cm, õ.v. 0,7 cm	U	Ühe nõelaline universaalmasin		

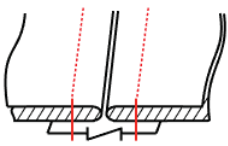



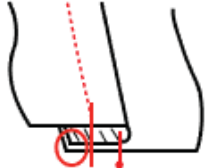



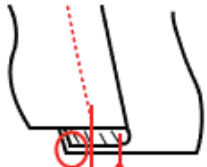


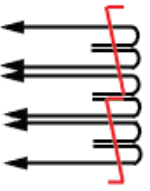
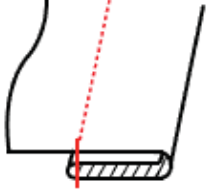

Tabel 2.5.2.2 jätk. Rinna- ja seljaosaga kaitsepükste töötlemise tehnoloogiline järjestus.

Jrk nr	Operatsiooni kirjeldus	Tehnilised tingimused	Op. eriala	Seadmed ja seadised	Op. joonis pealt vaates	Tingtähis
10	Rinnaosa küljekaare ja ülaosa läbi teppimine	Pistetihedus 3 p/cm, õmbluse laius 0,5 cm	U	Ühe nõelaline universaalmasin		
11	Äärestada esiosa sääрте keskjoon	Õmbluse laius 0,6 cm.	Ä	3-niidiline äärestusmasin		
12	Ühendada esikeskõmblus märgitud kohani	Pistetihedus 4 p/cm, õ.v 1,0 cm	U	Ühe nõelaline universaalmasin		
13	Triikida sääрте esikeskjoone ülemine õ.v. lahku	Pöördevaru 2,0 cm	TR	Triikraud		
14	Rinnaosa alumise detaili ühendamise sääртеga	Pistetihedus 4 p/cm, õ.v 0,7 cm	U	Ühe nõelaline universaalmasin		
15	Rinnaosa pealmise detaili ühendamise sääртеga pealistsõmblusega	Pistetihedus 4 p/cm, õ.l. 0,2 cm.	U	Ühe nõelaline universaalmasin		
16	Rinnaosa ja sääрте ühenduse tepinguõmblus	Tepingu laius 0,5 cm, pistetihedus 3 p/cm	U	Ühe nõelaline universaalmasin		
17	Seljadetailide ühendamise, õmmelda rihmade kummipaelad detailide vahele.	Pistetihedus 4 p/cm, õ.v 0,7 cm	U	Ühe nõelaline universaalmasin		

Tabel 2.5.2.2 jätk. Rinna- ja seljaosaga kaitsepükste töötlemise tehnoloogiline järjestus.

Jrk nr	Operatsiooni kirjeldus	Tehnilised tingimused	Op. eriala	Seadmed ja seadised	Op. joonis pealt vaates	Tingtähis
18	Seljaosa küljekumeruse ja ülaosa läbi teppimine	Pistetihedus 3 p/cm, õ.l. 0,5 cm	U	Ühe nõelaline universaalmasin		
19	Tagaosa sääрте istmikuõmbluse ühendamine	Pistetihedus 4 p/cm, õ.v. 1,0 cm	ÄÜ	5-niidiline äärestus-ühendusmasin		
20	Tagaosa sääрте istmikuõmbluse tepingu õmblus	Pistetihedus 3 p/cm, õ.l. 0,5 cm	U	Ühe nõelaline universaalmasin		
21	Ühendada seljaosa alumine detail tagaosa sääртеga	Pistetihedus 4 p/cm, õ.v. 0,7 cm	U	Ühe nõelaline universaalmasin		
22	Ühendada seljaosa pealmine detail tagaosa sääртеga pealustusõmblusega	Pistetihedus 4 p/cm, õ.l. 0,1 cm	U	Ühe nõelaline universaalmasin		
23	Teppida selja ja sääрте ühendusõmblus	Pistetihedus 3 p/cm, õ.l. 0,5 cm	U	Ühe nõelaline universaalmasin		
24	Õmmelda kummipaela üks ots küljejoonel seljaosa detailide vahele	Pistetihedus 4 p/cm, õ.v. 0,7 cm	U	Ühe nõelaline universaalmasin		
25	Õmmelda kummipaela tunneli moodustamiseks seljaosale pealustusõmblus	Pistetihedus 3 p/cm, õmbluse laius 4 cm	U	Ühe nõelaline universaalmasin		
26	Pingutada seljaosa kummipael ja kinnitada küljejoonel pealustusõmblusega	Pistetihedus 4 p/cm, õ.v. 0,7 cm	U	Ühe nõelaline universaalmasin		

Tabel 2.5.2.2 jätk. Rinna- ja seljaosaga kaitsepükste töötlemise tehnoloogiline järjestus.

Jrk nr	Operatsiooni kirjeldus	Tehnilised tingimused	Op. eriala	Seadmed ja seadised	Op. joonis pealt vaates	Tingtähis
26	Ühendada lukk esiosale	Pistetihedus 4 p/cm, õ.l. 0,7 cm	U	Ühe nõelaline universaalmasin		
27	Säärte sammupikkuse ühendamine	Õmbluse varu 1,0 cm	ÄÜ	5-niidiline äärestusühendusmasin		
28	Sammupikkuse läbi teppimine	Õmbluse laius 0,5 cm, pistetihedus 3 p/cm	U	Ühe nõelaline universaalmasin		
29	Õmmelda kehaosa ja sääрте küljeõmblus	Õmbluse laius 1,0 cm	ÄÜ	5-niidiline äärestusühendusmasin		
30	Teppida küljeõmblus kuni tasku allääreni	Õmbluse laius 0,5 cm, pistetihedus 3 p/cm	U	Ühe nõelaline universaalmasin		
31	Külgede ühendusõmbluse ülemise ääre riiliõmblus	Pistetihedus 6 p/cm, õ.v 0,2 cm	U	Ühe nõelaline universaalmasin (võimalusel riiliõmblusmasin)		
32	Töödelda sääрте allääred kahekordse palistusega	Pistetihedus 3 p/cm, I ja II pöörde laius 1 cm, õ.l. 0,8 cm	U	Ühe nõelaline universaalmasin		
33	KNT, lõppviimistlus	Temp. 150°C	TR	Triikraud		

2.6 Kaitserõivaste materjalikulu arvestus

Toote materjalihinna arvutamiseks on vajalik arvestada välja toote jaoks vajaminev materjalikulu, niidikulu ja furnituuri kogus. Niidikulu arvestamisel on kasutatud niiditootja Amann Group poolt välja töötatud keskmiseid niidikulu normide väärtusi 1 m õblemiseks erinevate pistetüüpide korral [30].

2.6.1 Kaitsekitli materjalikulu

Niidikulu arvestamine on vajalik nii toote materjalihinna arvutamiseks kui ka materjalide tellimisel. Kaitsekitli niidikulu on arvutatud tabelis 2.6.1.1 ja materjalide maksumus on kirjas tabelis 2.6.1.2. Kaitsekitli materjalihinnaks tuleb 9 eurot ja 94 senti.

Tabel 2.6.1.1. Niidikulu kaitsekitli õblemiseks.

Niidi otstarve	Piste nr.	Niidi nr.	Õbluse pikkus, m või tk	Niidikulu koefitsent (1 m/1 tk kohta)	Keskmine niidikulu tootele, m
Lihtühendusõmblus	301	100	2,30 m	2,80	6,44
Tepingute õmblus	301	50	3,40 m	2,80	9,52
Ääristusõmblus	504	120	2,00 m	13,80	27,60
5-niidiline äärestus-ühendusõmblus	516	120	2,50 m	19,50	48,75
Nööpauk (22 mm)	304	100	7 tk	1,15	8,05
Nööp (4 auku)	107	100	9 tk	0,40	3,60

Tabel 2.6.1.2. Kaitsekitli materjalihinna kujunemine.

Nimetus	Ühik	Ühiku maksumus	Kogus	Kogumaksumus
Põhimaterjal	m	3,33*	2,20	7,33
Nööbid	tk	0,10	9	0,90
Logo tikand	tk	1,65	1	1,65
Niit nr 120	m	0,0005	76,35	0,04
Niit nr 100	m	0,0006	18,09	0,01
Niit nr 50	m	0,0008	9,52	0,01
Toote materjalihind				9,94

*ühe täisrulli ehk 120 m tellimisel.

2.6.2 Rinna- ja seljaosaga kaitsepükste materjalikulu

Rinna- ja seljaosaga kaitsepükste niidikulu pistetüübi järgi on kirjas tabelis 2.6.2.1. Tabelis 2.6.2.2 on esitatud materjalikulu ja -hind. Rinna- ja seljaosaga kaitsepükste materjalihinnaks tuleb 13 eurot ja 90 senti.

Tabel 2.6.2.1. Niidikulu rinna- ja seljaosaga kaitsepükste õblemiseks.

Niidi otstarve	Piste nr.	Niidi nr.	Õmbluse pikkus, m	Niidikulu koefitsent (1 m kohta)	Keskmine niidikulu tootele, m
Lihtühendusõmblus	301	100	15,70	2,80	44,00
Tepingute õmblus	301	50	7,00	2,80	19,60
Ääristusõmblus	504	120	0,30	13,80	4,14
5-niidiline äärestus-ühendusõmblus	516	120	5,00	19,50	97,50

Tabel 2.6.2.2. Rinna- ja seljaosaga kaitsepükste materjalikulu ja -hind.

Nimetus	Ühik	Ühiku maksumus	Kogus	Kogumaksumus
Põhimaterjal	m	3,33*	2,60	8,66
Kummipael 3 cm	m	1,65	0,50	0,83
Kummipael 5 cm	m	2,20	0,35	0,77
Tõmblukk	tk	1,44	1	1,44
Plastpannal	tk	0,30	2	0,60
Logo tikand	tk	1,50	1	1,50
Niit nr 120	m	0,0005	101,64	0,05
Niit nr 100	m	0,0006	44,00	0,03
Niit nr 50	m	0,0008	19,60	0,02
Toote materjalihind				13,90

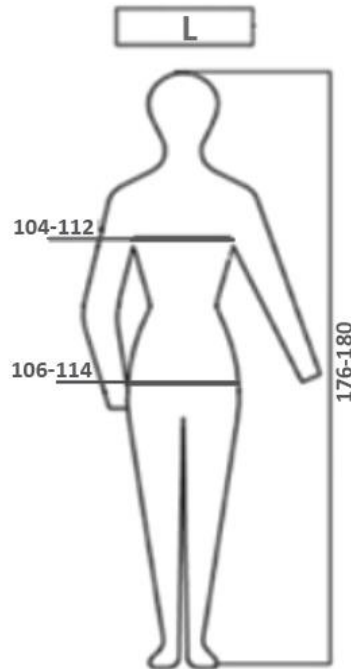
*ühe täisrulli ehk 120m tellimisel.

2.7 Kaitserõivaste märgistus

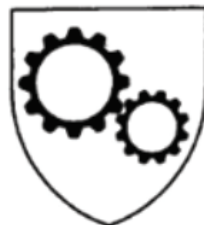
Kaitserõiva märgistus peab olema selgelt loetav ja üheselt mõistetav ning märgitud kas vahetult tootele või rõivaeseme külge püsikinnitatud tekstiilindile või toote külge kinnitatud etiketile. Üldjuhul koosneb märgistus toote nimest, rõiva suurustähistusest, toote kiukoostisest ja hooldusjuhustest [31]. Kaitsekitli ning rinna- ja seljaosaga kaitsepükste hooldustähistus on esitatud joonisel 2.7.1. Hooldustähistuse võib esitada graafiliste tingmärkidega. Suurustähistuse märgistamisel võib kasutada piktogrammi (vaata joonis 2.7.2). Piktogrammile märgitakse rõiva kasutaja kehasuuruse mõõdud, mitte toote mõõdud. Kaitserõivastele märgitakse ka vastava standardi number ja piktogramm, mis on esitatud joonisel 2.7.3 [6].



Joonis 2.7.1. Kaitserõivaste hooldustähistus.



Joonis 2.7.2. Kaitserõivaste suuruse märgistuse piktogramm baassuuruse mõõtudega.



EVS-EN 510:1999

Joonis 2.7.3. Liikuvate osade vahele kiskumise ohu korral kasutatavate kaitserõivaste piktogramm koos standardi numbriga.

KOKKUVÕTE

Käesoleva magistritöö käigus töötati välja Puidutehnoloogia labori jaoks kaitsekittel ning rinna- ja seljaosaga kaitsepüksid. Magistritöö uurimuslikus osas anti ülevaade puidutehnoloogia laborist, kaitserõivastele esitatud nõuetest, kaitserõiva materjalidest, nende omadustest ja materjalide katsemeetoditest. Magistritöö praktilises osas valiti materjalikatsetuste tulemusel kaitserõivaste valmistamiseks sobiv materjal, mõeldi välja kaitserõivaste tegumood ning valmistati toote näidised koos tehnilise dokumentatsiooniga.

Puidutehnoloogia labori kaitserõivaste väljatöötamise jaoks määratleti kõigepealt laboris esinevad ohud, millest olulisemad on puidutöötlemise seadmetega töötamisest tulenevad ohud, puidutolm ja puiduosakeste lendlemine. Puidutöötlemise seadmed on ohtlikult liikuvate osadega masinad, millega töötamisel tuleb kanda kaitserõivaid, mis viivad liikuvate osade vahele jäämise ohu miinimumini. Ohtlikult liikuvate masinate või seadmetega töötamisel või nende läheduses töötamisel kasutatava kaitserõivastuse omadused on määratud standardis EVS-EN ISO 510:1999. Kaitserõivastele on esitatud veel mitmeid erinevaid nõudmisi nii konstruktsiooni kui ka materjalide osas, mida arvestati materjali valikul ja kaitserõivaste tegumoe ning konstruktsiooni loomisel. Kaitsekittli ning rinna- ja seljaosaga kaitsepükste materjali valimisel teostati erinevatele kaitserõiva materjalidele katsed, mille tulemusi võrreldi omavahel ja kaitserõiva soovituslike miinimumnõuetega. Valitud viiele materjalile sooritati pindtiheduse, rebimistugevuse ja kokkumineku katsed ning värvipüsivuse katse hõõrdumise toimele. Parimate tulemusnäitajatega oli materjal 5 tootjalt Carrington, millest valmistati tootenäidised ja mille põhjal arvutati kaitserõivaste materjalihind. Näidiste valmistamiseks loodi esialgu kaitserõivaste moekirjeldused, tehnilised kaardid, lekaalid, tehnoloogiliste sõlmede töötlemise juhised ja toote tehnoloogilise töötlemise järjestus. Lõigete istuvust kontrolliti proovitöö läbiõmblemisel ja *Lectra Modaris 3D* keskkonnas. Tootenäidise baasil arvutati kaitserõivaste materjalikulu ja toodete materjalihind.

Käesolev magistritöö võimaldas välja töötada Tallinna Tehnikaülikooli Puidutehnoloogia laborile kaitserõivad, mis vastavad kaasajal kehtestatud ohutuse nõuetele. Töö käigus õpiti töötama standardi juhtnõõridest lähtuvalt ning arendati teadmisi, kuidas luua ideest lõpptoode. Välja töötatud lekaalide ja dokumentatsiooni alusel on võimalik toota kaitsekittleid ja rinna- ja seljaosaga kaitserõivad suurusest XS-XL. Lekaalide failid leiab magistritöö tagakaanel asuvalt CD-lt.

SUMMARY

The aim of the Master's Thesis was to develop a protective clothing for the Laboratory of Wood Technology. The research part gives an overview of the Laboratory of Wood Technology, the requirements of protective clothing, the materials for protective clothing, their properties and testing methods. The practical part includes the material selection for protective clothing, the results of testing methods, the design and patterns of protective clothing as well as the final product samples with the technical documentation.

First of all, the workplace risks of the Laboratory of Wood Technology were analyzed. Most important ones are risks from wood working machines, wood dust and wood particles. Wood working machinery contains dangerously moving parts. For working with such machines an European standard EVS-EN ISO 510:1999 is composed, which establishes necessary requirements for protective clothing. There are also several other regulations for protective clothing construction and materials, which have been considered when developing protective clothing. Developed protective clothing consists of protective coat and protective trousers with front and back part. To find the best suited fabric for the protective clothing tests for mass per unit area, tear force, dimensional change and colour fastness to rubbing were carried out for five fabrics. Test results were compared and as a result the fabric nr 5, from the manufacturing company 'Carrington', had the best properties. With this fabric a product samples were made and material costs of products were calculated. During development process a technical specification sheets, digital patterns for sizing XS-XL, sewing technology and material calculations were prepared. The garment patterns were controlled by trial samples and virtual mannequin in *Lectra Modaris 3D*.

Given Master's Thesis gave an opportunity to develop a protective clothing for Laboratory of Wood Technology in a correspondence with nowadays safety requirements. Writing the Master's thesis taught how to work accordance with European standards and how to develop a product from an idea. Protective coats and protective trousers with front and back part from the size XS to the size XL can be manufactured using developed patterns and technical documentations. *Lectra Modaris* pattern files are found on CD attached to the Master's thesis cover.

KASUTATUD KIRJANDUSE LOETELU

1. Tallinna Tehnikaülikooli veebilehekülg [WWW]: <https://www.ttu.ee/instituut/materjali-ja-keskkonnatehnoloogia-instituut/laborid-ja-teenused-9/puidutehnoloogia-labor/> (20.05.2018)
2. Reisberg R., Avi I., Kaljula P. Tööohutus puidu- ja mööblitööstuses. Tööinspeksioon, 2015. Puffet Invest OÜ [WWW] https://www.ti.ee/fileadmin/user_upload/Puidutoostus.pdf (20.05.2018)
3. Viikna A. Kõrgsuutlikud Kiud ja Materjalid. TTÜ Kirjastus, 2007. Infotrükk OÜ.
4. Eesti Standard. Kaitseriietus. Liikuvate osade vahele kiskumise ohu korral kasutatava kaitseriietuse tehnilised andmed. (EVS-EN 510:1999). 1999. Eesti Standardikeskus.
5. Scott, R. A. Textiles for protection. Cambridge, 2005. Woodhead Publishing Limited in association with The Textile Institute
6. Eesti Standard. Kaitseriietus. Üldnõuded (EVS-EN ISO 13688:2013). 2013. Eesti Standardikeskus.
7. European Association of Clothing Industry (AEIH). Soovitused rõivaste valmistamiseks kasutatavate riidekangaste omaduste ja vigade kohta. 1996. Eesti Rõivatootjate liit.
8. Boncamper I. Tekstiilkiud. Käsiraamat. Tallinn, 2000. Eesti Rõiva- ja Tekstiililiit.
9. Kadolph, S. J. Pearson New International edition. Textiles. England, 2014. Pearson Education Limited.
10. Tervonen, A. Kangad. Tallinn, 2016. Kirjastus Argo.
11. Behera, B. K., Hari, P. K. Woven textile structure. Theory and applications. Cambridge, 2010. Woodhead Publishing Limited in association with The Textile Institute.
12. Viikna, A. Tekstiilikeemia. III, Tekstiilmaterjalide trükkimine ja viimistlus. Tallinn, 2005. TTÜ Kirjastus.
13. HU, J. Fabric testing. Cambridge, 2008. Woodhead Publishing Limited and CRC Press LLC.
14. Amutha, K. A Practical Guide to Textile Testing. India, 2016. Woodhead Publishing India in Textiles.
15. Eesti Standard. Tekstiil. Standardkeskkond konditsioneerimiseks ja testimiseks (ISO 139:2005/FDAM 1:2011). 2005. Eesti standardikeskus.
16. Eesti Standard. Tekstiil. Kangasmaterjalid. Pindtiheduse määramine väikeproovidest (EVS-EN 12127:2000). 2000. Eesti Standardikeskus.
17. Eesti Standard. Textiles – Tensile properties of fabrics – Part 1: Determination of maximum force and elongation at maximum force using the strip method (ISO 13934-1:2013). 2013. Eesti Standardikeskus.

18. Eesti Standard. Textiles – Tear properties of fabrics – Part 2: determination of tear force of trouser-shaped test specimens (Single tear method) (EVS-EN ISO 13937-2:2000). 2000. Eesti Standardikeskus.
19. Eesti Standard. Tekstiil. Värvipüsivuse katsetamine. Osa C06: Värvipüsivus koduse ja pesumajas pesemise toimele (EVS-EN ISO 105-C06:2010). 2010. Eesti Standardikeskus.
20. Eesti Standard. Textiles – Tests for colour fastness – Part X12: Colour fastness to rubbing (ISO 105-X12:2016). 2016. Eesti Standardikeskus.
21. Eesti Standard. Tekstiil. Mõõtmete pesemis- ja kuivatusjärgse muutuse määramine (EVS-EN ISO 5077:2008). 2008. Eesti Standardikeskus.
22. Trixel OÜ veebilehekülg [WWW] <http://www.trixel.ee/tööriidekangad/> (20.05.2018)
23. Aldrich W. Metric Pattern Cutting for Menswear. Oxford, 1997. Blackwell Science Ltd.
24. Stott M. Pattern cutting for clothing using CAD. How to use Lectra Modaris pattern cutting software. Cambridge, 2012. Woodhead Publishing Limited in association with The Textile Institute.
25. Paju H. Meeste püksid. Konstrueerimine. Modelleerimine. 2005. AS Kirjastus Ilo.
26. Gupta D., Zakaria N. Anthropometry, apparel sizing and design. Cambridge, 2014. Woodhead Publishing Limited in association with The Textile Institute.-
27. Hallett C., Johnston A. Fabric for Fashion. The Swatch Book. London, 2014. Laurence King Publishing Ltd.
28. Orlova E., Veenpere M. Õpime rätsepaks. Särgid, pluusid, kleidid ja vestid. Tallinn, 2011. AS Atlex.
29. Laing R.M., Webster J. Stitches and Seams. The Textile Institute (UK), 1998. Bookcraft (Bath) Limited, UK.
30. Amann Group. Determining your sewing thread requirements [WWW] <http://www.amann.com/en/service/technical-support/thread-requirement-calculations/> (20.05.2018)
31. Majandus- ja kommunikatsiooniminister 12.aprill 2004. a määrus nr 68. Rõivaste ja tekstiilitoodete märgistamise nõuded [WWW] <https://www.riigiteataja.ee/akt/735131> (20.05.2018)

LISA 1 Materjalide katsemeetodite lisaandmed

Tabelis L1.1 ja L1.2 on lisandmed pindtiheduse katsetulemustest, esimeses tabelis on iga katsekeha mõõdud ja teises katsekehade kaalud, mille põhjal arvutatakse materjali pindtihedus.

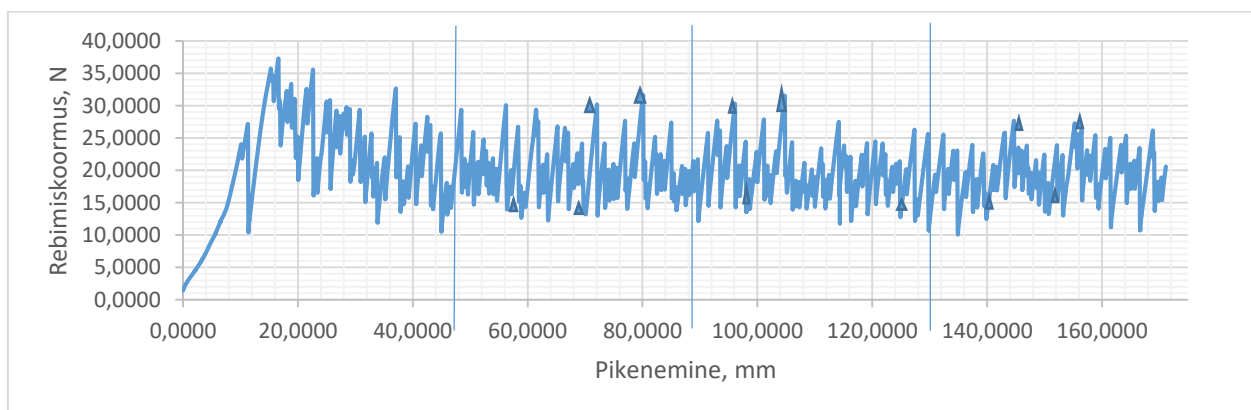
Tabel L1.1. Katsekehade mõõtetulemused.

Katsekeha nr	Katsekeha mõõdud, cm									
	Materjal 1		Materjal 2		Materjal 3		Materjal 4		Materjal 5	
	Lõim	Kude	Lõim	Kude	Lõim	Kude	Lõim	Kude	Lõim	Kude
1	9,97	10,00	10,13	10,70	10,03	9,97	10,05	10,05	10,0	10,0
2	10,03	10,00	10,03	10,00	10,07	10,00	10,10	10,07	10,05	10,0
3	10,00	10,00	10,03	10,00	10,00	10,03	10,00	10,03	10,0	9,95
4	10,00	10,00	10,10	10,00	9,97	10,03	10,03	10,00	10,0	9,95
5	10,03	10,00	10,07	10,02	10,8	10,10	10,00	10,03	10,0	10,0

Tabel L1.2. Katsekehade kaalutulemused.

Katsekeha nr	Katsekeha kaal, g				
	Materjal 1	Materjal 2	Materjal 3	Materjal 4	Materjal 5
1	1,765	2,146	2,520	3,014	2,505
2	1,782	2,188	2,575	3,049	2,506
3	1,778	2,115	2,565	3,005	2,500
4	1,777	2,151	2,531	2,995	2,497
5	1,781	2,196	2,589	2,991	2,501

Joonisel L1.1 on näidatud rebimiskoormuse graafik, mille järgi arvutatakse katsekeha keskmine rebimiskoormus. Kolmnurgakesega on tähistatud kõrgemad ja madalamad punktid.



Joonis L1.1. Rebimiskoormuse katse graafik.

Tabelis L1.3 on esitatud värvipüsivuse katsetamise tulemused hõõrdumise toimele, kus on kirjas iga võetud mõõdu värvusmuutuse tulemus.

Tabel L1.3. Katsekehade värvipüsivuse ja testriide värvumise katsetulemused hõõrdumise toimele.

Katsekeha mõõdu nr	Materjal 1				Materjal 2				Materjal 3				Materjal 4				Materjal 5			
	Lõim		Kude		Lõim		Kude		Lõim		Kude		Lõim		Kude		Lõim		Kude	
	K	M	K	M	K	M	K	M	K	M	K	M	K	M	K	M	K	M	K	M
1	5	5	5	5	5	4	5	4	5	5	5	4	5	4	5	5	5	5	5	5
2	5	4	5	5	5	5	5	5	5	5	4	4	5	4	5	5	5	5	5	5
3	5	5	5	5	5	4	5	5	5	4	4	4	4	4	5	5	5	4	5	5
Keskmine	5	5	5	5	5	4	5	5	5	4	4	4	5	4	5	5	5	5	5	5
Valge riie 1	5	4	5	5	5	3	5	3	5	3	5	3	4	3	5	3	4	3	5	3
Valge riie 2	5	4	5	5	5	3	5	3	5	3	5	3	4	3	5	3	4	3	5	3
Valge riide keskmine	5	4	5	5	5	3	5	3	5	3	5	3	4	3	5	3	4	3	5	3

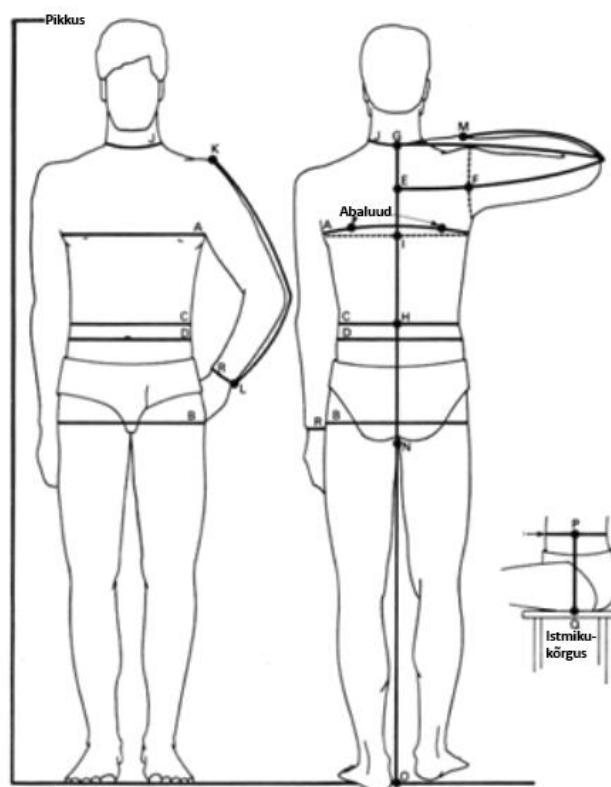
*K – kuiv katse, M- märg katse.

LISA 2 Konstrueerimiseks vajalikud mõõdud

Tabelis L2.1 ja joonisel L2.1 on esitatud kaitserõivaste konstrueerimiseks vajalikud meeste suurusmõõdud ja mõõtude võtmise asupaigad.

Tabel L2.1. Meeste kehamõõtude tabel suurustele XS-XL [23,25].

TÄHIS	MÕÕDU NIMETUS	XSMALL (80-84)	SMALL (88-92)	MEDIUM (96-100)	LARGE (107-108)	XLARGE (112-116)
A	Rinnaüumbermõõt	84	92	100	108	116
B	Puusaüumbermõõt	86	94	102	110	119
C	Vööüumbermõõt	67	75	83	91	99
D	Pükste vööüumbermõõt (4 cm madalamalt kui vü)	70	78	86	94	102
E-F	Pool seljalaiust	18	19	20	21	22
G-H	Seljapikkus	43,2	44	44,8	45,6	46,4
G-I	Käeaugukaare sügavus	21,4	23	24,6	26,2	27,8
J	Kaelaüumbermõõt	37	39	41	43	45
K-L	Varruka pikkus (üheosalise)	63	64	65	66	67
E-M	Varruka pikkus (kaheosalise)	78	80	82	84	86
N-O	Sammupikkus	77	79	81	83	85
P-Q	Istmikukõrgus	26,5	27,5	28,5	29,5	30,5
R	Randmeüumbermõõt	16,0	16,8	17,6	18,4	19,2
	Lisamõõdud:					
	Rõiva pikkus	<i>Sõltub tootest ja disainist</i>				
	Pükste allääre mõõt	23	24	25	26	27
	Teksapükste allääre mõõt	20	21	22	23	24



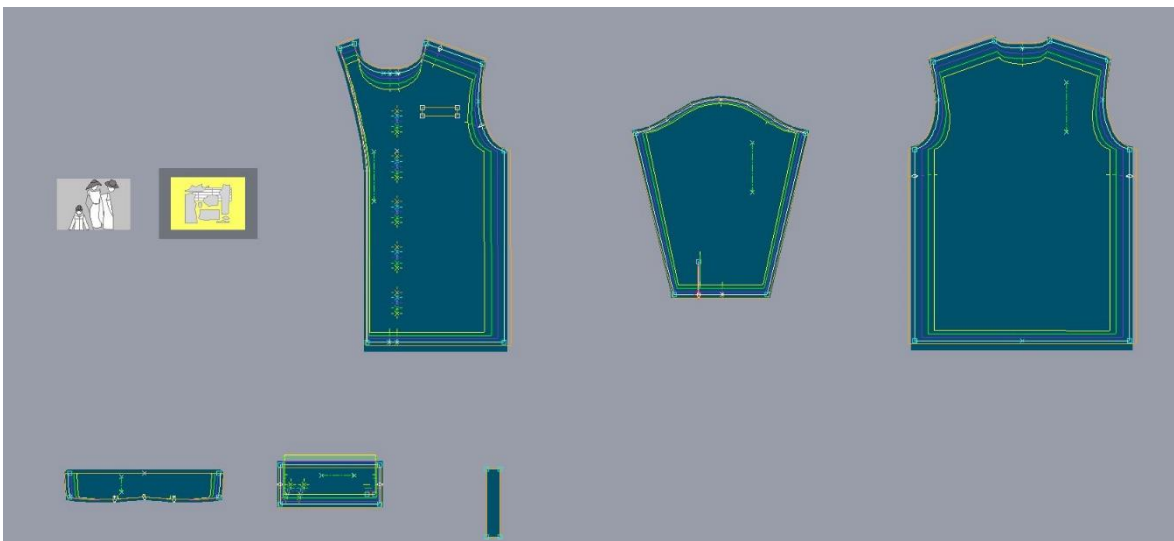
Joonis L2.1. Meeste kehamõõtude võtmise joonis [23].

LISA 3 Kontruktsioon Lectra Modaris programmis

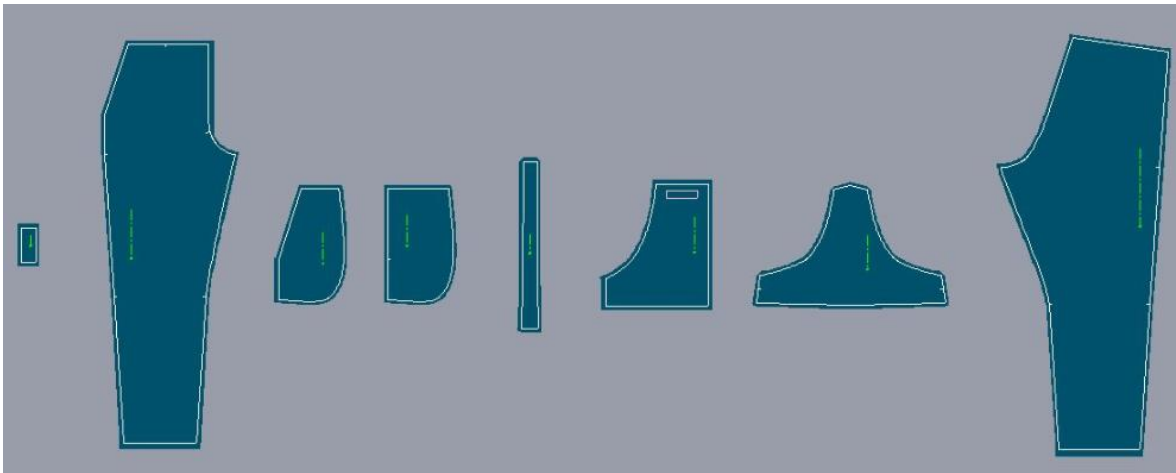
Joonistel L3.1-L3.4 on näha Lectra Modaris programmis loodud kaitserõivaste detailid koos õmblusvaru, lõimejoonte, vastasmärkide ja paljundustega.



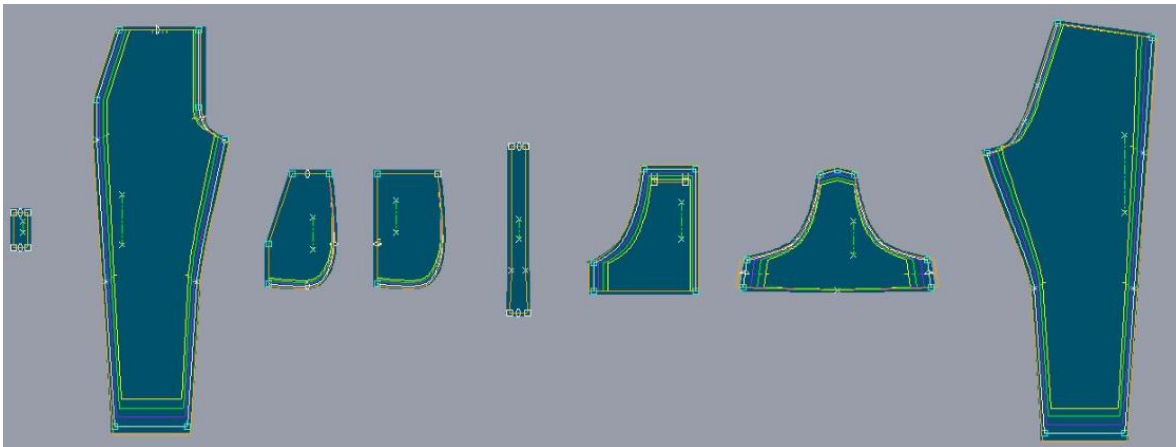
Joonis L3.1. Kaitsekitli detailid Lectra Modaris programmis.



Joonis L3.2. Kaitsekitli detailide paljundused Lectra Modaris programmis.



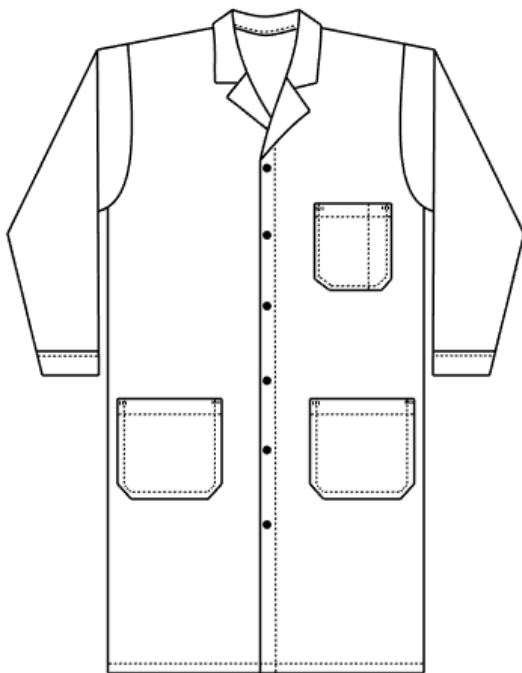
Joonis L3.3. Rinna- ja seljaosaga kaitsepükste detailid Lectra Modaris programmis.



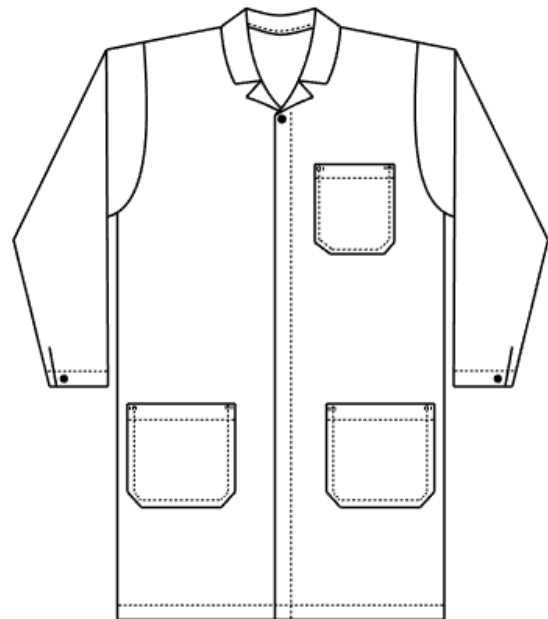
Joonis L3.4. Rinna- ja seljaosaga kaitsepükste detailide paljundused Lectra Modaris programmis.

LISA 4 Kitli tegumoe võimalikud variandid

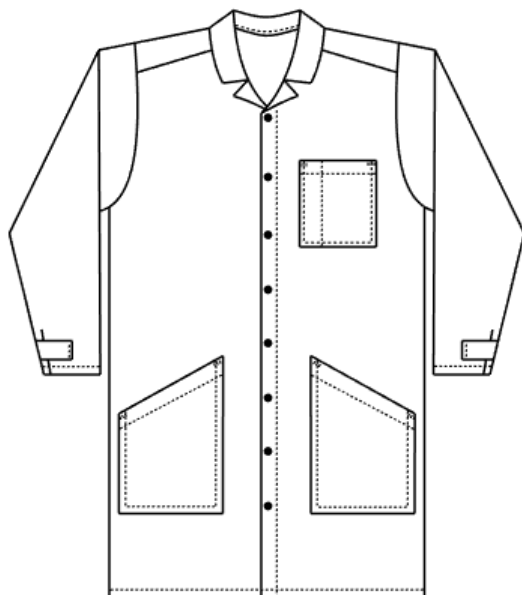
Alljärgnevatel joonistel L4.1-L4.3 on esitatud erinevad kaitsekitlite tegumoeid, mis on kättesaadaval kaitserõivaste müügiesindajate poolt, kuid lähevad vastuollu kaitserõivastele esitatud nõuetega [4, 6]. Joonisel L4.4 on välja töötatud kaitsekitli joonis.



Joonis L4.1. Kaitsekitli joonis variant 1.



Joonis L4.3. Kaitsekitli joonis variant 3.



Joonis L4.2. Kaitsekitli joonis variant 2.



Joonis L4.4. Puidutehnoloogia labori jaoks välja töötatud kaitsekittel.

LISA 5 Detailide ja lekaalide loetelu

Allpool esinevates tabelites L5.1 ja L5.2 on kirja pandud kaitsekitli ning rinna- ja seljaosaga kaitsepükste detailide ja lekaalide loetelu.

Tabel L5.1. Kaitsekitli detailide ja lekaalide loetelu.

Jrk. nr.	Lekaali nimetus	Lekaali kood	Lekaalide arv	Detailide arv
Põhimaterjal				
1	Esiosa hõlm	Kaitsekittel 100	1	2
2	Tagaosa	Kaitsekittel 101	1	1
3	Varrukas	Kaitsekittel 102	1	2
4	Mansett	Kaitsekittel 103	1	2
5	Krae	Kaitsekittel 104	1	2
6	Lõhiku kant	Kaitsekittel 105	1	2
Kokku			6	11
Furnituurid				
Nööbid			9	

Tabel L5.2. Rinna- ja seljaosaga kaitsepükste detailide ja lekaalide loetelu.

Jrk. nr.	Lekaali nimetus	Lekaali kood	Lekaalide arv	Detailide arv
Põhimaterjal				
1	Seljaosa	Kaitsepüksid 101	1	2
2	Tagaosa säär	Kaitsepüksid 102	1	2
3	Seljaosa rihm	Kaitsepüksid 103	1	4
4	Esiosa säär	Kaitsepüksid 104	1	2
5	Tasku küljedetail	Kaitsepüksid 105	1	2
6	Taskukott	Kaitsepüksid 106	1	2
7	Rinnaosa	Kaitsepüksid 107	1	4
8	Esiosa rihm	Kaitsepüksid 108	1	4
Kokku			8	22
Furnituurid				
Kummipael 3 cm			1	
Kummipael 5 cm			2	
Plastpannal 4 cm			2	
Kahe kelguga tõmblukk 60 cm			1	