



TALLINNA TEHNIKAÜLIKOOL
INSENERITEADUSKOND

Materjali- ja keskkonnatehnoloogia instituut

NAHA JUURDELÕIKUSPROTSESSI
EFEKTIIVISTAMINE ETTEVÖTTES AS NEISERI
GRUPP

EFFICIATING THE LEATHER CUTTING PROCESS IN AS NEISERI GRUPP

MAGISTRITÖÖ

Üliõpilane: Leena-Maria Väli
Üliõpilaskood: 153431KVEM

Juhendaja: Birgit Randala
Kaasjuhendaja: Kersti Merimaa

Tallinn, 2017.a.

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 bakalaureusetöö/magistritööle esitatud nõuetele

“.....” 201.....

Juhendaja:
/ allkiri /

Kaitsmisele lubatud

“.....”201....

Kaitsmiskomisjoni esimees
/ nimi ja allkiri /

Sisukord

Jooniste loetelu	5
Tabelite loetelu	6
Sissejuhatus	7
1 Ülevaade ettevõttest AS Neiseri Grupp.....	9
1.1 Ettevõtte struktuur ja visioon.....	9
1.2 Töökorraldus naha juurdelõikusosakonnas	11
1.3 Naha juurdelõikusmasinate operaatorite väljaõpe.....	12
2 Nahk pehmemööblitööstuses	13
2.1.1 Naha omadused	13
2.1.2 Naha töötlemine.....	15
2.1.3 Enamlevinud nahatüübid pehmemööbli tööstuses	17
3 Naha juurdelõikusprotsess ettevõttes AS Neiseri Grupp.....	21
3.1.1 Naha juurdelõikuspingid ja tarkvara naha juurdelõikusosakonnas	23
3.1.2 Naha lattu saabumine	25
3.1.3 Naha märgistamine	25
3.1.4 Tellimuste ettevalmistamine.....	27
3.1.5 Paigutamine	27
3.1.6 Detailide lõikus.....	28
3.1.7 Detailide komplekteerimine	29
3.1.8 Tehasesisesed reklamatsioonid.....	29
4 Tootmisprotsessi analüüsi meetodid.....	31
4.1 Tööuuringud	31
4.2 Tootlikkust mõjutavad tegurid.....	33
4.3 Tööuuringute läbiviimise meetodid.....	35
4.3.1 Tööpäeva pildistamine, kronovaatlus	36
4.3.2 Nööriagramm.....	37
4.3.3 Töötajapõhine protsessikaart	38
4.3.4 Liigutuse ühitamise kaart	38
4.3.5 “Tööline-masin” kaart	38
4.3.6 Teekonna skeem	39
4.4 Tööuuringute analüüs	39

5 Naha juurdelõikusprotsessi kaardistamine ja analüüs ettevõttes AS Neiseri Grupp ...	41
5.1 Töökeskkond naha juurdelõikusosakonnas	41
5.2 Masinaoperaatorite töö ergonoomika	44
5.3 Naha juurdelõikusprotsessi vaatluse tulemused	45
5.4 Ettepanekuid töökorralduse ja tööoperatsioonide efektiivistamiseks.....	52
5.4.1 Töökorraldus.....	53
5.4.2 Töötajate väljaõpe, motivatsiooniprogramm.....	56
6 Lectra VersalisFurniture 1-Head Digit nahalõikuspingi sobivuse analüüs AS Neiseri Grupp naha juurdelõikusosakonda	58
Kokkuvõte	60
Abstract.....	62
Kirjanduse loetelu.....	64
Lisa 1	67
Lisa 2	68
Lisa 3	69
Lisa 4	70
Lisa 5	71
Lisa 6	72
Lisa 7	73
Lisa 8	74
Lisa 9	75
Lisa 10	78
Lisa 11	80

Jooniste loetelu

Joonis 1. Ettevõtte AS Neiseri Grupp struktuur	9
Joonis 2. Ettevõtte AS Neiseri Grupp tootmise struktuur	10
Joonis 3. Naha ristlõige	13
Joonis 4. Naha pinnalaotus piirkondade ja kiudude suunaga	15
Joonis 5. AS Neiseri Grupp naha juurdelõikusosakond	22
Joonis 6. Tööalad naha juurdelõikuspingil	24
Joonis 7. Tööuuringute tsükkel.....	33
Joonis 8. Naha juurdelõikusprotsessi operatsioonide keskmise ajakulu võrdlus kahel masinal.....	47
Joonis 9. Naha juurdelõikusprotsessi tsükli keskmise ajakulu võrdlus kahel masinal...	48
Joonis 10. AS Neiseri Grupp naha juurdelõikusosakond pärast naha märgistaja töökoha ümberpaigutamist	55

Tabelite loetelu

Tabel 1. Pehmemööbli nahale esitatavad baasnormid (EVS-EN 13336:2012).....	19
Tabel 2. Pehmemööbli nahale esitatavad täiendavate omaduste väärtused (EVS-EN 13336:2012).....	20
Tabel 3. Naha juurdelõikusmasinad ja neil kasutatavad programmid.....	24
Tabel 4. Sümbolid nahkade märgistamisel ja vastavad värvikoodid lekaalidel.....	26
Tabel 5. Küsitluse tehnika	40
Tabel 6. Piirkondade, nägemisülesannete ja tegevusliikide valgusnõuded: tööstus- ja tööndustegevus - nahatööd (EVS-EN 12464-1:2011).....	43
Tabel 7. Naha juurdelõikusprotsessi operatsioonide keskmine ajakulu, min.....	46
Tabel 8. Naha juurdelõikusprotsess masinal B kasutades manuaalpaigutust.....	49
Tabel 9. Naha juurdelõikusprotsess masinal B kasutades automaatpaigutust.....	50
Tabel 10. Paralleelselt naha juurdelõikustsükliga aset leidvad tööoperatsioonid	51
Tabel 11. Arvutuslik maksimaalne juurdelõigatavate nahkade arv päevas ja nädalas ...	52

Sissejuhatus

Ligi veerand kogu maailma mööblit toodetakse Euroopa Liidus peamiselt mikro- ja väikese suurusega ettevõtetes [1]. Eestis viimastel aastatel kasvanud mööblitootjate arv on viinud meid ühe elaniku kohta enim mööblit eksportivate riikide hulka Euroopas. Eksportiks läheb ligi 70% Eestis toodetud pehmest mööblist. Turgudena nähakse peamiselt Soomet ja Rootsit, Kesk- ja Lõuna-Euroopat ning vähesemal määral ka Venemaad ja Ukrainat. [2]

Oluliseks teguriks partnerite leidmisel välismaal on kvaliteet ja hind, millega toodet turul pakutakse, kuid ka ressursiline ja tootmisalane võimekus. Tarbijate elustiil ja harjumused on ettevõtete ja tootevalikus olevate mudelite edu seisukohalt määravad. Pidev janunemine uute tehnoloogiliste lahenduste järele ja soov eristuda hinnas järeleandmisi tegemata eeldab mööblitootjatelt eelkõige paindlikkust. Tulenevalt toormaterjalide hinna pidevast tõusust (ainuüksi katematerjalide kulu võib moodustada 50% toote omahinnast) ja tarbijate maksujõulisuse madalatest näitajatest, mida on tööstuse kitsaskohana välja toonud ka Euroopa Komisjon [3], on ettevõtted sunnitud oma tootearendust ja tegevust efektiivistama, eelkõige investeerides ja uuendades tootmisprotsesse ning tehnoloogiat [4]. Tõstes protsesside tulemuslikkust tõuseb ka ettevõtte tootlikkus, mis aitab omakorda oluliselt kaasa ettevõtte konkurentsivõime suurenemisele ning selle jätkusuutlikusele. [5]

Käesoleva magistritöö peamiseks eesmärgiks on teha ettepanekuid, kuidas ettevõtte AS Neiseri Grupp naha juurdelõikusprotsessi efektiivsemaks muuta ettevõtte tootmismahude kasvamisel. Hoolimata protsesside toimimisest praeguse tootmismahu korral, on märgata siiski puudujääke ja ebaefektiivseid töövõtteid, mis tulevikus võivad osutada protsessi pudelikaelaks.

Töö eesmärgi saavutamiseks on püstitatud mitu ülesannet. Esimeseks ülesandeks on erinevate naha juurdelõikusprotsesside ajakulu ning kitsaskohtade väljaselgitamine. Selleks antakse ülevaade, kaardistades ettevõtte naha juurdelõikust hõlmavad protsessid. Saadud tulemuste põhjal tehakse ettepanekuid naha juurdelõikusprotsessi efektiivistamiseks ning hinnatakse nende võimalikku mõju ettevõttele.

Töös antakse ülevaade nahast kui kattematerjalist pehmemööbli tööstuses, selle omadustest ja töötlemisest. Ettevõtte AS Neiseri Grupp baasil kirjeldatakse naha juurdelõikusprotsesse, milleks on ettevalmistavad tööd, naha märgistamine, paigutamine, juurdelõikus ja komplekteerimine. Nimetatud tööprotsesside ajakulu, kitsaskohtade ja omavaheliste seoste välja selgitamiseks uuritakse tootlikkust mõjutavaid tegureid ja vaadeldakse erinevaid tööoperatsioonide kaardistamise viise, et valida välja ettevõttele sobivaim.

Viimaks analüüsitakse vaatluse tulemusi, tehakse ettepanekuid tööprotsesside efektiivistamiseks ning pakutakse lahendusi kitsaskohtade likvideerimiseks. Lisaks analüüsitakse ja hinnatakse ettevõtte poolt valitud Lectra uue naha juurdelõikusmasina sobivust ettevõtte juurdelõikusosakonda, tuues välja masina eelised ning võimaliku investeeringu otstarbekus.

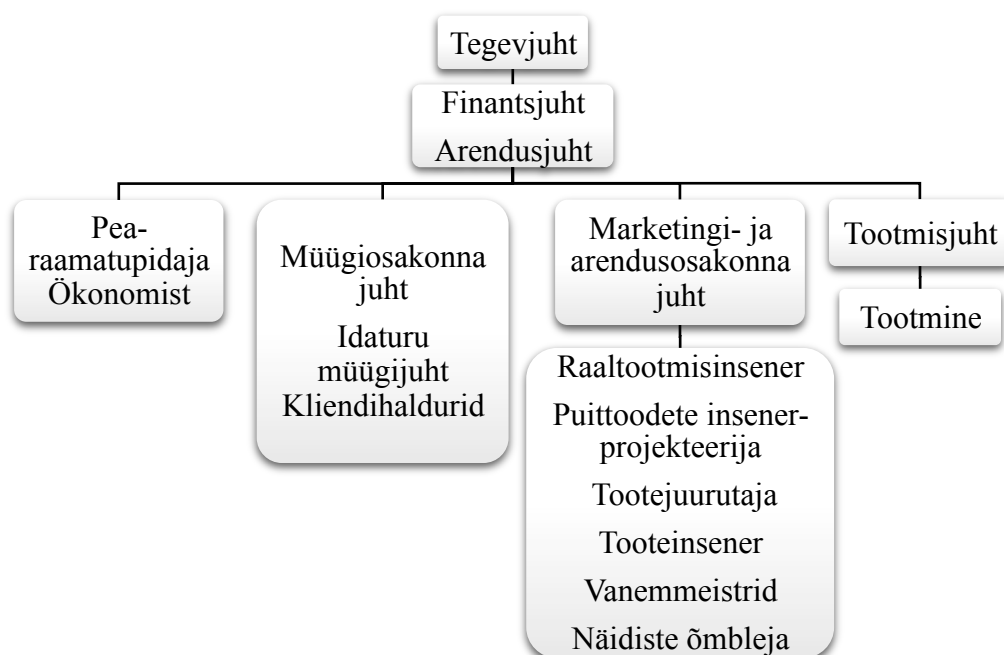
Viidatud allikatena on peamiselt kasutatud kaasaegset erialast kirjandust, artikleid ning uurimusi, mis käsitlevad naha juurdelõikusprotsesse ja töökorraldust.

1 Ülevaade ettevõttest AS Neiseri Grupp

1.1 Ettevõtte struktuur ja visioon

AS Neiseri Grupp asutati aastal 1992. Uue tehase ehitamisega 2000. aastal keskenduti vaid tootmisele ning hetkel on ettevõtte peamiseks tegevusvaldkonnaks nahast, kunstnahast ja kangast pehmemööbli (sh diivanid, tugitoolid) tootmine. [6] Pehmemööbli tootmine väga mitmekülgne protsess ning hõlmab erinevaid tööprotsesse nagu puitkarkasside koostamine, pehmendusmaterjali liimimine, abi- ja kattedmaterjalide juurdelõikus ja õmblemine, polsterdamine. Ettevõttes AS Neiseri Grupp pealismaterjalina kasutatav nahk tellitakse peamiselt Itaaliast, kangad erinevatelt Euroopa tootjatelt, karkassi ja polstri materjal saadakse kohalikelt tarnijatelt.

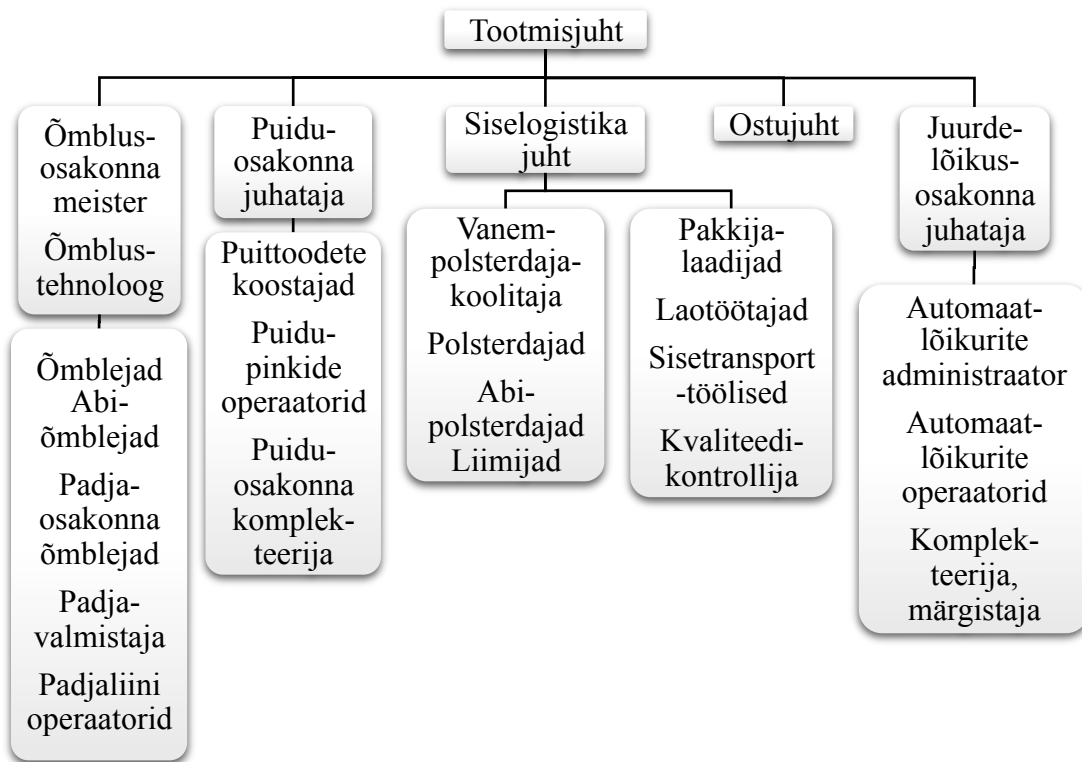
Joonis 1 annab ülevaate AS Neiseri Grupp struktuurist, kus töötab üle saja inimese, kellest kontoris 15 ja ülejäänud tootmises.



Joonis 1. Ettevõtte AS Neiseri Grupp struktuur

Tootmistöötajad (Joonis 2), kelle hulka kuuluvad tislid, polsterdajad, liimijad, nahalõikajad, juurdelõikajad ja õmblejad, õpetatakse välja kohapeal kogunud meistrite

poolt, eesmärgiga tagada kõikide töötajate ühtne arusaam eesmärkidest, töökorraldusest ja sellega kaasnevatest protseduuridest.



Joonis 2. Ettevõtte AS Neiseri Grupp tootmise struktuur

Läbi ettevõtte strateegiate, tegevuseesmärkide, visiooni ja missiooni väljendub süsteem, mille arendamise eesmärgiks on sisendite (energia, materjalid, pooltooted) efektiivne muutmine väljunditeks, siinkohal toodeteks. Leides väljundparameetritele parimad väärtused, milleks on näiteks toodangu minimaalne omahind, maksimaalne tootlikkus, ressursside maksimaalne kasutamine, toimub süsteemi optimeerimine hõlmates endas nii süsteemi komponente kui ka süsteemis toimuvaid protsesse. [5]

Ettevõtte AS Neiseri Grupp missiooniks on pakkuda kõrgkvaliteetseid ja kaasaegseid pehmemööbli lahendusi. Sellest tulenevalt soovitakse pääseda suurema lisandväärtusega toodetega suurtesse Euroopa jaemüügikettidesse. [6] Hetkel kuuluvad ettevõtte sihtturgude hulka Skandinaavia, Holland ja Ida-Euroopa.

AS Neiseri Grupp sihiks on olla jätkusuutlik, pidevalt arenev ja kaasaegse tootmisega ettevõtte. Jätkusuutlikus on võimalik tagada teenides kasumit ning rahuldades klientide

ootusi ja vajadusi [5]. Lisaks on üheks oluliseks ettevõtte tegevusnäitajaks tootlikkus, mille mõjutegurite hulka kuuluvad töötajad ning nendega seotud struktuuriüksused, protsessid, töökohad ja seadmed. [5] Ettevõtte tootmismahtude kasvamisel on otstarbekas vaadata üle ka erinevate tööprotsesside tootmisvõimsus.

Ettevõttes AS Neiseri Grupp on juurutatud 5S meetodit, et muuta töötamine lihtsamaks, turvaliseks, protsessivoog efektiivsemaks ning märgata protsessides olevaid puudujääke. Ettevõttele on oluline, et töötaja saaks tööl oldud aja jooksul valmistada maksimaalsel hulgal kvaliteetset toodangut.

Efektiivsuse tõstmise seisukohalt on inimfaktor üks olulisimaid tegureid, kuna läbi inimeste on võimalik kontrollida ressursside sihipärast kasutamist [7]. Tööjõu ressursside kasutamise efektiivistamiseks on otstarbekas kasutada tööprotsessi uurimise meetodit, mis ei nõua suuri kulutusi ega ümberkorraldusi tootmises. Uurimusest tuleneva kehtestatud tööaja standard vastab täpselt kohalikele tingimustele ning seeläbi on võimalik ratsionaliseerida tööprotsessi struktuuri, tõsta tööohutust ja -mugavust, aidates märgata ja vältida organismi liigväsimumust mitteotstarbekate liigutuste tagajärjel. [8]

1.2 Töökorraldus naha juurdelõikusosakonnas

Töö tehases toimub ühes vahetuses, mille pikkuseks on 8,5 tundi koos 30 minutise lõunapausiga. Lisaks on tööpäevas ka kaks kümne minutist puhkepausi. Isiklike asju ja üleriideid on töötajatel võimalus hoida töötajatele mõeldud riietusruumis, kus on tagatud ka pesemisvõimalus. Lisaks riietusruumile on töötajate töökohtadelapid/riiulid isiklike asjade hoidmiseks. Lõunapausi pidamiseks on külmkappide ja mikrolaineahjudega varustatud söögisaal.

Juurdelõikusosakonnas töötab naha juurdelõikuspinkidel neli masinaoperaatorit, kelle tööülesannete hulka kuuluvad vigastuste tuvastamine naha pinnal, naha kvaliteeditsoonide määramine ja õmblusjooniste lugemine, mille abil lõigatud detailid õmblejatele komplekteeritakse. Masinaoperaator peab olema kursis tootmises olevate mudelitega ja tundma tööde teostamiseks vajaminevate tööpinkide ja tööriistade omadusi, hoides tehniliselt korras tema kasutada olevad seadmed ja muud töövahendid.

Jälgides ettevõtte naha juurdelõikusosakonna tööd on märgata masinate ebaefektiivset kasutamist. Tööprotsessi käigus esineb perioode, mille jooksul masinad ei leia rakendust. Sellest tulenevalt on tekkinud küsimus, kas naha juurdelõikuspinke oleks võimalik senisest efektiivsemalt kasutada ning millest on tingitud eelmainitud seisakud.

Tihti tuleb ette, et kahe juurdelõikuspingi peal töötab kolm, harvem kaks masinaoperaatorit. Peamiselt on sellised olukorrad tingitud mõne töötaja haigestumisest või kui juurdelõikusosakonna teistel masinatel vajatakse abi. Töötajate haigestumise sagedus osakonnas sõltub mitmetest teguritest, mille hulgas on väikesed ja/või puuetega lapsed, hooaeg, kuid ka töötajate endi tervisenäitajad. Töö on püütud osakonnas jaotada nii, et paaris töötaksid nii terved kui ka sagedamini haiguslehel viibivad töötajad, et esineks vähem täielikku töö ümberkorraldamist. Töötajate väljaõppel on jälgitud, et üks masinaoperaator oskaks erinevaid juurdelõikuse tööoperatsioone, et vajadusel oleks võimalus üksteist asendada.

1.3 Naha juurdelõikusmasinate operaatorite väljaõpe

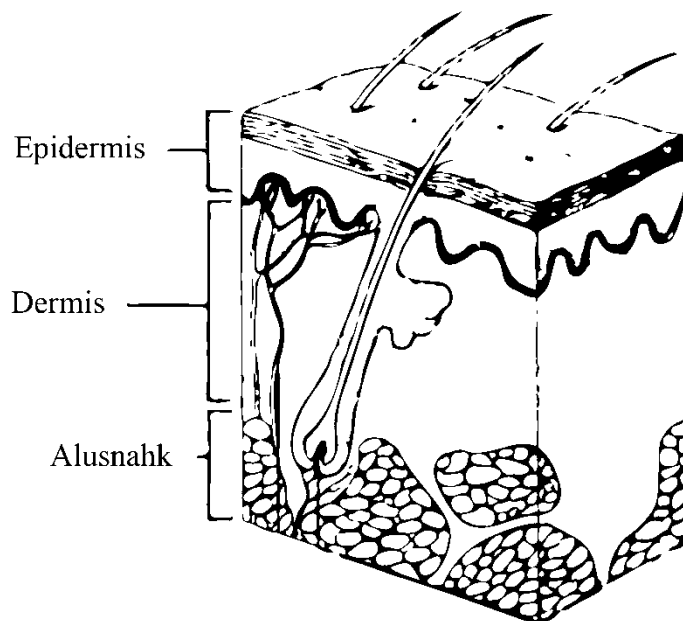
Uue töötaja tööle asumisel koolitab teda välja staažikam masinaoperaator. Tegemist on väga spetsiifilise tööga, milleks eelneva ettevalmistuse omandamine koolis pole võimalik. Esmalt töötab uus töötaja komplekteerijana, komplekteerides lõigatud detailid õmblusjooniste abil õmblusele, mille käigus tuleb detailid ka puhastada ja teostada kvaliteedikontroll. Nende tegevuste läbi on töötajal võimalik õppida esmalt tundma naha eripärasid, tootmises olevaid mudeleid ning ettevõtte poolt kehtestatud kvaliteedinõudeid. Kasuks tuleb kindlasti eelnev töökogemus juurdelõikuses või õmbluses, kuid ka kiire õpivõime.

2 Nahk pehmemööblitööstuses

2.1.1 Naha omadused

Nahk on keha suurimaks organiks, mis koosneb erinevatest kudedest, valkainetest, rasvast ja soolast ning ligi 75% veest [9]. Naha ülesannete hulka kuuluvad keha kaitsmine füüsiliste vigastuste ja bakterite eest ning kehatemperatuuri hoidmine. Loomanahad võivad olla oma olemuselt väga erinevad - kuivast limaseni, erineva pigmendi ja naha pealispinna mustri ehk maardega, mis on tingitud nahka katavatest karvadest, sulgedest ja/või soomustest.

Joonisel 3 on välja toodud naha kolm kihti: epidermis ehk marrasnahk (moodustab 1% kogupaksusest, koosnedes sarvnahast ja kasvukihist), dermis ehk pärisnahk (moodustab 85% kogupaksusest) ning naha alus ehk hüpodermis, mis moodustab 14% kogupaksusest [10].



Joonis 3. Naha ristlõige

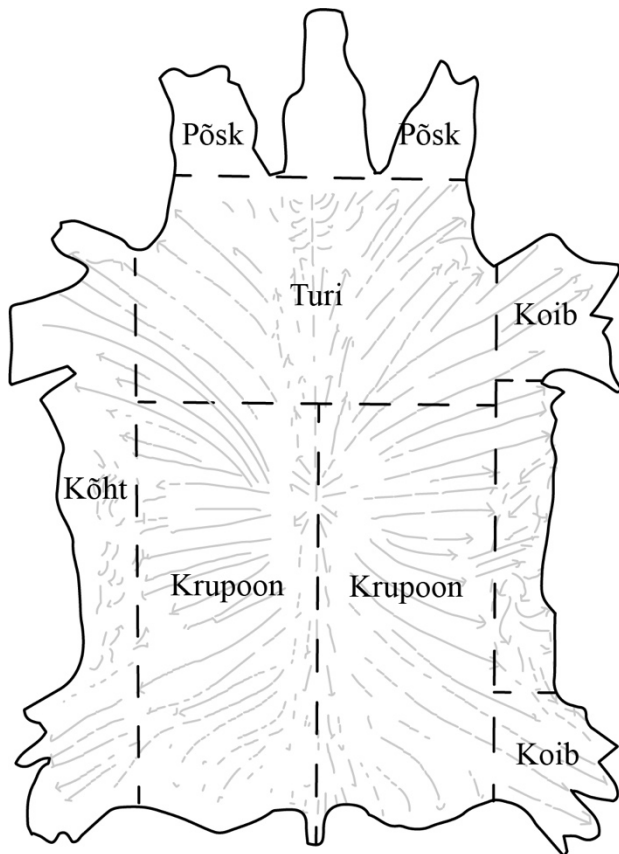
Töötlemata nahal on oht mädaneda, samuti võivad tema omadused temperatuuri muutudes erineda – jäigastuda külmal temperatuuril, kõrgel temperatuuril lõtvuda [10], mistõttu on oluline nahk eelnevalt parkida. Naha töötlemisprotsesse jaotatakse kaheks suuremaks etapiks – eelparkimine ja parkimine ning viimistlemine [11].

Nahka iseloomustavad paindlikkus, sitkus, vastupidavus kulumisele, rebimisele ja kooldumisele, veekindlus ning hea õhu läbilaske võime [9]. Just need omadused ning naha kõrge tõmbetugevus, hea torkekindlus, vormitavus ja soojusisolatsioon teevad temast sobiva katematerjali pehmemööblile. Naha vormitavuse määrab fibrillide vahel olev vaba ruum. See võimaldab nahal kohanduda venitamisele ja kokkusurumisele. Kui töötlemise tagajärjel kaob naha kiudude ja fibrillide vahel olev ruum takistades nende nihkumist, on tulemuseks jäik ja kõva nahk. [12] Naha teevad meeldivaks materjaliks ka tema termostaatilised omadused ning tema võime hoida suuremates kogustes veeauru, mis hiljem hajub. Samuti on nahk juba oma loomu poolest vastupidav kuumusele, tulele ja hallitusele. Parkimise ja viimistlemise abil on naha vastupidavus kuiv- ja märghõõrdumisele viidud äärmiselt hea tasemeni. Nende abil on kaasaegsemad nahad ka kemikaalidele vastupidavamaks muudetud, et vältida linna õhus leiduvate heitgaaside mõjul naha kiirenenud vananemist. [13]

Naha erinevate omaduste järgi on nahk jaotatud erinevateks piirkondadeks, kvaliteeditsoonideks. Tihedaim ja vastupidavaim nahk saadakse turjalt ja krupoonilt, neile järgnevad paremuselt kael, kõht ja koivad, pea, kõrvad ja kube. [9] [12]

Looma kasvades muutub tekkinud pinge tõttu ka tema naha struktuur. Tugevamad venitusarmid, mis paiknevad üldjuhul kaela piirkonnas, paigutatakse tihti detailide varjatumatele osadele [14]. Lisaks naha paksusele määrab naha tugevuse ka dermise kihis olevate kiudude paiknemine ja omavaheline põimumine. Mida õhem on dermise osa kasutataval nahal, seda tõenäoliselt madalam on tema rebimistugevus. Naha tugevus on suurem ja venivus väiksem paralleelne naha kiudude suunaga, mis on näidatud helehallide joontena Joonisel 4. [12]

Pehmemööbli puhul on hinnatud ühtlase paksuse, kinnise pinna ja veresoonteta nahk, samuti on oluline pindala suurus [9].



Joonis 4. Naha pinnalaotus piirkondade ja kiudude suunaga

2.1.2 Naha töötlemine

Toornahk pargitakse kohele peale nülkimist, selle võimaluse puudumisel nahk konserveeritakse soolates ja kuivatades. Kuivatatud nahad leotatakse pehmeks, soolatud nahkade puhul leotatakse välja ka sool, seejärel eemaldatakse karv, epidermis ja alusnahk [9]. Kui vanasti kulus lupja kasutades karvaeemaldus protsessiks 3-4 nädalat [12], siis tänapäeval kulub selleks ligi 10 päeva kasutades kaltsiumhüdroksiidi $[Ca(OH)_2]$ ja naatriumsulfiidi (Na_2S) vanne, misjärel eemaldatakse karvad karvaeemaldusmasinaga. Järgnevalt lubjatakse nahad, et eemaldada soovimatud valgud. Nahkade pealispinna puhastamiseks leotatakse neid spetsiaalses lahuses ning loputatakse. [11]

Naha parkimine toimub parkainete abil, neist tähtsaimad on taim- (puidust, koorest, lehtedest), süntaan- (sünteetiliste parkainetega nt naftast, kivisöest), mineraal- (metalli maakidest, näiteks kroomjaspark) ja rasvpark, kuid ka kuiv- ja kombineeritud parkimine

[9]. Naha taimparkimiseks kulub 2 kuni 4 kuud, seevastu kroomparkimiseks 1 kuni 3 nädalat.

Kroompargitud nahk on väga mitmekülgne, sest soovitud stabiilsus on võimalik saavutada kasutades vaid vähest parkainet. Osaliselt töödeldud nahka on võimalik kombineerida paljude erinevate viimistlusainetega, tänu millele sobib nahk erinevate toodete valmistamiseks alates jalatsi taldadest ning lõpetades rõivanahkadega [12], moodustades ligi 80% tänapäeval toodetavast pargitud nahast [12].

Naha viimistlusprotsesside alla kuuluvad näiteks naha lõhestamine, parkainetest neutraliseerimine, värvimine, rasvatamine, kuivatamine, lihvimine ja musterdamine.

Lõhestamise teel saadakse nahale sobiv paksus, eemaldades selle käigus ka soovimatud plekid. [11] Pöördnugadega lõigatakse nahk kaheks või enamaks kihiks, kus alumistel kihtidel on säilinud kõik naha omadused peale pinna mustri. [12]

Parkainetest neutraliseerimise eesmärgiks on muuta nahk pehmemaks või jäigemaks ning eemaldada parkimise tõttu nahale jäänud vabad happed. Samuti saab nahka pehmedada rasvatades. Naha kuivatamiseks on erinevaid viise – vaakumkuivatis, õhu käes või ahjus, eelnevalt raamile pingutatud. Eesmärgiks on alandada naha niiskusesisaldus 15-20%. Kuivatamise tagajärjel jäigastunud nahk töödeldakse mehaaniliselt taas pehmeks. Naha pealispinna silumiseks ning kriimustuste ja plekkide eemaldamiseks see lihvitakse. Vajadusel kaetakse naha pind vaha või polümeerkihiga ja kohrutatakse. [11]

Naha looduslik päritolu, tema kandja elutingimused, ei mõjuta tema algupärast funktsiooni, kuid tunnused nagu armid ja erineva kiutihedusega ning karvakasvuga alad, omavad hiljem naha muul otstarbel kasutamisel suurt tähtsust. Need naha vigastused jagatakse looma eluajal tekkinud vigadeks (venitusarmid ja veenid, armid, tekstuuri varieeruvus), tapmisel tekkinud lõigeteks, konserveerimisvigadeks ja parkimisel tekkinud vigadeks [9]. Paranenud armi korral tekkinud uus kude on sama tugev kui ülejäänud nahk, kuid paranemata vigastus võib hilisemal kasutusel pinge korral rebeneda. Samuti võib nahkadel hiljem esineda tekstuuri kõikumise tõttu tooni

erinevusi, kuna värv- ja viimistlusained tungivad naha eripaigus erinevate sügavusteni. [14]

2.1.3 Enamlevinud nahatüübid pehmemööbli tööstuses

Pehme mööbli valmistamisel kasutatakse katematerjalidena peamiselt veise- kuid ka seanahka. Täiskasvanud looma nahad on tavaliselt pindalaga 3,3-4,2 m² ja 4-6mm paksud, millest pealne kiht moodustab $\frac{1}{6}$, mis sobib pehmemööbli valmistamiseks. [12] Sea nahad erinevad teistest nahkadest oma struktuuri poolest (puudub äratuntav pinna tekstuur), kuna karv läbib tervet nahka. [12]

Puhas aniliin on üks pehmemaid nahku, mis on valmistatud kõrgema kvaliteediga toornahkadest. Tegemist on väga veniva nahaga, millel on halb vastupidavus valgusele ning on vastuvõtlik plekkidele ja vigastustele. Kuigi töödeldes on võimalik aniliini veekindlust parandada, tuleb need nahad siiski peale määrdumist koheselt puhastada. [15] Nappa on samuti aniliinnahk, mille pind on kas naturaalne või peale pressitud. Sellele nahaliigile kehtivad samad omadused ja hooldusvõtted kagu teistelegi aniliin- ja semianiliinnahkadele. [16]

Sarnaselt puhtale aniliinile, valmistatakse ka semianiliinnahku parimatest toornahkadest. Peale aniliinvärvidega värvimist, kaetakse nahk kergelt orgaanilise pigmentiga, mis muudab naha kulumisele, valgusele ja määrdumisele vastupidavamaks ning värvi ühtlasemaks. Semianiliin nahkade valmistamisel on suurimaks väljakutseks säilitada puhta aniliini tunnetust. [17]

Kuigi kaetud pinnaga nahkasid valmistatakse madalama kvaliteediga toornahkadest, mis on värvitud aniliiniga ja defektide eemaldamiseks töödeldud, on ta äärmiselt vastupidav kulumisele, valgusele ja määrdumisele. Naturaalse välimuse saavutamiseks pressitakse pärast pigmenteerimist muster naha pinnale. [18]

Standardis EVS-EN 13336:2012, mis käsitleb pehmemööbli nahkade omadusi andes juhtnöörid pehmemööbli nahkade testimiseks, on toodud välja katsemeetodid ja soovituslikud väärtused pehmemööbli katematerjalina kasutatavatele nahkadele (Tabel 1). Lisaks on Tabelis 2 nimetatud täiendavaid omadusi ja neile vastavad soovituslikud väärtused.

Ettevõttes AS Neiseri Grupp valmistatakse peamiselt kaetud pinnaga nahkadest ja katmata pinnaga aniliinvärvitud nahkadest, mida katab vaha kiht. Kaetud pinnaga nahad ostetakse sisse, katmata pinnaga nahad saadetakse tehasesse kliendi poolt vastavalt tellimusele. Nahad on jaotatud paksuse ja käsitlemisraskuse järgi kolme kategooriasse: 10, 20 ja 30.

Tabel 1. Pehmemööbli nahale esitatavad baasnormid [19]

Põhiomadused	Testimismeetod		Soovituslikud väärtused		
			Nubuk, seemisnahk, aniliin nahad	Semianiliin nahad	Vahatatud, pigmenteeritud ja teised nahad
pH ja ΔpH	EN ISO 4045		≥ 3,5 kui pH väärtus on <4,0 ΔpH 0,7	≥ 3,5 kui pH väärtus on <4,0 ΔpH 0,7	≥ 3,5 kui pH väärtus on <4,0 ΔpH 0,7
Rebenemistugevus, keskmine väärtus	EN ISO 3370-1		> 20N	> 20N	> 20N
Värvipüsivus edasitagasi hõõrdumisele	EN ISO 11640	Aspektid, mida hinnata	Naha värvimuutus ja vildi värvumine	Naha värvimuutus ja vildi värvumine	Naha värvimuutus ja vildi värvumine
	EN ISO 11641	Kasutades kuiva vilti	50 tsüklit, ≥ 3 hallskaala	500 tsüklit, ≥ 4 hallskaala	500 tsüklit, ≥ 4 hallskaala
		Kasutades märga vilti	20 tsüklit, ≥ 3 hallskaala	80 tsüklit, ≥ 3/4 hallskaala	250 tsüklit, ≥ 3/4 hallskaala
		Kasutades tehis-higiga immutatud vilti	20 tsüklit, ≥ 3 hallskaala	50 tsüklit, ≥ 3/4 hallskaala	80 tsüklit, ≥ 3/4 hallskaala
Värvipüsivus tehisvalguse toimele	EN ISO 105-B02 (Meetod 3)		≥ 3 sinine skaala	≥ 4 sinine skaala	≥ 5 sinine skaala
Kuivviimistluse püsivus	EN ISO 11644		-	≥ 2 N/10 mm	≥ 2 N/10 mm

Vastupidavus kuiv-painutamisele	EN ISO 5402-1	Ainult mitte-pigmenteeritud aniliinnahale, 20 000 tsüklit (viimistluse pragnemiseta)	50 000 tsüklit (viimistluse pragnemiseta)	50 000 tsüklit (viimistluse pragnemiseta)
Värvipüsivus märgumisele	EN ISO 15700	≥ 3 (Ei esine püsivat paisumist)	≥ 3 (Ei esine püsivat paisumist)	≥ 3 (Ei esine püsivat paisumist)

Tabel 2. Pehmemööbli nahale esitatavad täiendavate omaduste väärtused [19]

Täiendavad omadused	Testimismeetod	Soovituslikud väärtused		
		Nubuk, seemisnahk, aniliin	Semianiliin nahad	Vahatatud, pigmenteeritud ja teised nahad
Viimistluse vastupidavus külmas pragnemisega	EN ISO 17233		-15°C (pragnemiseta)	-15°C (pragnemiseta)
Käitumine põlemisel, kasutada riiklike regulatsioonide puudumisel	EN 1021-1 ja EN 1021-2 Mitteimmutatud	Läbitud	Läbitud	Läbitud

3 Naha juurdelõikusprotsess ettevõttes AS Neiseri Grupp

Osakonna tööd planeerib juurdelõikusosakonna juhataja, kes samuti võtab vastu ja kontrollib saabuvald nahku ning haldab nahaladu. Naha juurdelõikuse tootmisplaani koostamisel on aluseks müügitellimused, arvestades nende valmimisaega. Naha juurdelõikusprotsessi saab jaotada järgmiselt:

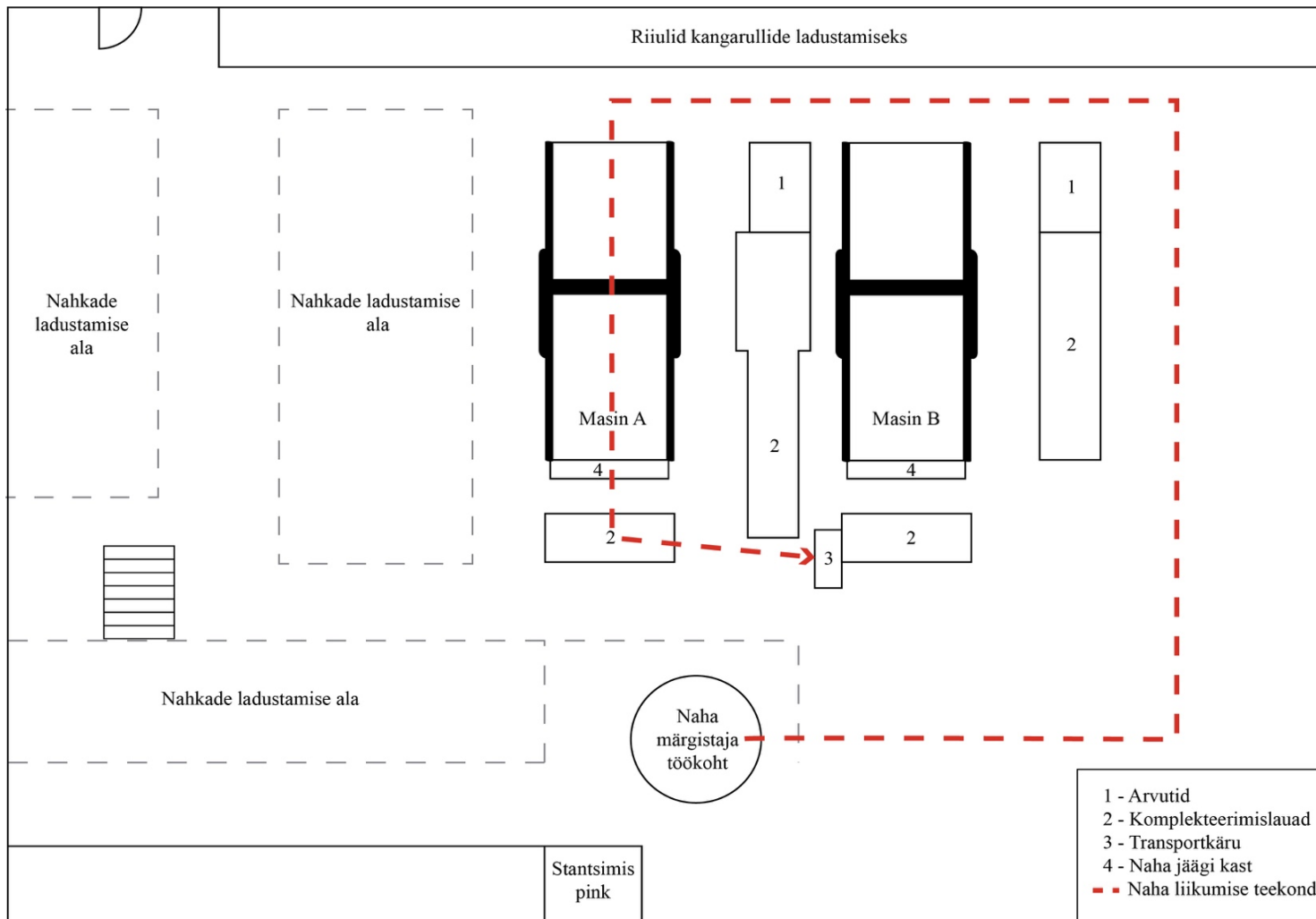
1. lattu saabunud nahkade märgistamine;
2. nahkade väljastamine nahalõikusmasinatele;
3. lekaalide paigutamine nahale;
4. nahast detailide lõikus;
5. lõigatud detailide komplekteerimine ja edastamine õmblusosakonda.

Peamiste töövahenditena on kasutusel automaatselt töötavad juurdelõikuslauad, mis on varustatud lõike- ja skaneerimisseadmetega. Joonisel 5 on kujutatud AS Neiseri Grupp naha juurdelõikusosakonda, kus paiknevad kaks naha juurdelõikuspink, juurdelõikuspinkidega seotud arvutid, detailide komplekteerimisalad, naha ladustamise alad, naha märgistamise töökoht ja stantsimispink.

Komplekteerimisalad asuvad ka kaustad õmblusjoonistega, mille alusel komplekteeritakse lõigatud detailid õmblejatele.

Tööoperatsiooni sooritamiseks vajalikud abivahendid paiknevad vastaval töökohal. Komplekteerija töökohal on puhastusvahendid, mida jagatakse mõlema masina vahel.

Naha teekond juurdelõikusosakonnas alates naha märgistamisest on Joonisel 5 välja toodud punase katkendliku joonena. Distantis naha märgistaja ja paigutaja töökohtade vahel on võrreldes järgnevatega märgatavalt pikem. Kuna selles etapis toimub nahkade transport töötaja, mitte masina, poolt siis oleks võimalik tööjõu ressursi efektiivsemalt kasutada seades märgistaja töökoht paigutamisalale lähemale.



Joonis 5. AS Neiseri Grupp naha juurdelõikusosakond

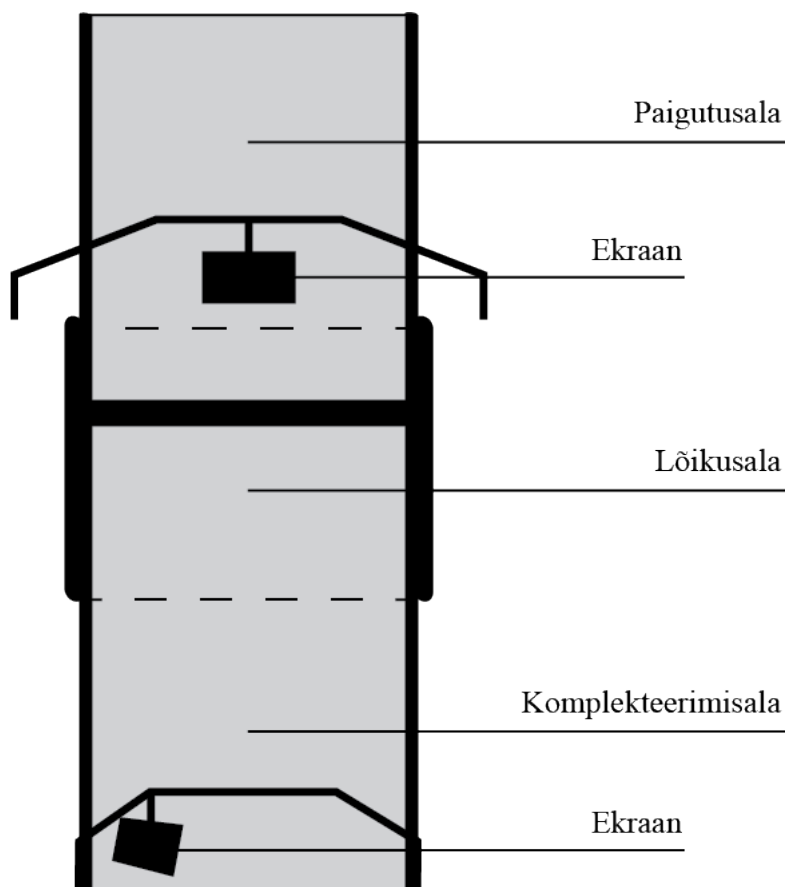
3.1.1 Naha juurdelõikuspingid ja tarkvara naha juurdelõikusosakonnas

Naha juurdelõikusüsteemid võib jaotada kahte suuremasse alamsüsteemi: riist- ja tarkvara. Riistvara alla kuuluvad juurdelõikuslauad koos vajalike arvutite, skannerite, ekraanide, lasermehhanismide ja lõikusseadmetega. Ettevõtte AS Neiseri Grupp juurdelõikusosakonnas on kaks Humanitec Systems naha juurdelõikusmasinat. Masinatel on eri värvli linnid masina täispikkuses, vastavalt roheline ja beež. Esialgsed fotosilmad, mis tuvastasid naha juurdelõikuspingil, ei olnud piisavalt tundlikud, et eristada lindi värviga sama tooni nahka, mistõttu oli vajadus kahe eri värvi lindiga masina järele. Praegu kasutusel olevad fotosilmad on tundlikumad ning lindi värv enam naha juurdelõikusel olulisust ei oma, erandiks nahad, mille värv on lindi värviga praktiliselt identne.

Mõlemad juurdelõikuspingid jagunevad kolmeks töötsooniks (Joonis 6):

1. ladestamis/paigutusala, kus toimub lekaalide paigutamine nahale ja vajadusel ka naha märgistamine, märgistamise kontroll;
2. lõikusala, kus masin teostab detailide lahtilõikuse;
3. komplekteerimisala, kuhu liigub lõigatud nahk ning toimub lõigatud detailide kokkukorje komplekteerimislaudadele.

Paigutus- ja komplekteerimisalas on täiendavad monitorid. Paigutusallas on lindi kohal topelt ekraan arvuti ekraanist, et lihtsustada paigutaja tööd. Juurdelõikuspingi komplekteerimisalal on ekraan, millel kajastuvad paigutusjoonisena lõigatud detailid, kus erinevate mudelite ja moodulite detailid on markeeritud eri värvidega, et komplekteerijal oleks lihtsam detaile korjates need tuvastada.



Joonis 6. Tööalad naha juurdelõikuspingil

Tabelis 3 on välja toodud paigutamise ja juurdelõikustarkvara, mida kasutatakse vastavalt masinatel A ja B.

Tabel 3. Naha juurdelõikusmasinad ja neil kasutatavad programmid

Tööprotsess	Masin A	Masin B
Tellimuse sisestamine	Leather Order	LeoCam V1.2 LeoNest V1.2
Naha skaneerimine	Hidescan V2R2	LeoCam V1.2
Paigutamine	LeatherSupervisor LeatherNest V3R2c2	Automaatpaigutus – LeoCam V1.2 Manuaalpaigutus – LeoNest V1.2
Lõikus	Offload V3R2	Wingman V5.4 WMOffload 1.3

Masinal A lõigatakse peamiselt ettemärgistatud nahkasid ning paigutus toimub automaat- ja kombineeritud paigutusena. Masina B operaator märgistab töös oleva naha juurdelõikuspingi paigutusalas ning lekaalide paigutamine toimub tavaliselt manuaalselt. Selline tööoperatsioonide erinevus kahel masinal on tingitud nahkade eripärast, mida masinatel lõigatakse ja töötajate kogemusest erinevaid nahkasid lõigata. Lähemalt käsitletakse nahkade eripärast tingitud märgistamise erisusi peatükis 3.1.3.

3.1.2 Naha lattu saabumine

Lattu saabuvad nahad jagunevad kaheks: ettevõtte püsivalikus olevad nahad ja kliendi saadetud nahad.

Ettevõtte poolt tellitud nahad saabuvad lattu tulenevalt toodete tootmiseks vajaliku naha nõudlusest ja miinimumvarust. Saabumisel kontrollitakse koguseid, naha toonierinevusi, naha sobivust näidis- ning kunstnahaga.

Kliendipoolsed nahad saabuvad lattu tellimuse põhiselt, kogused vastavad konkreetsetele tellimustele. Nahkade saabumisel kontrollitakse koguste vastavust.

Kontrollimise käigus ladestatakse nahad spetsiaalsetele ladestamisalustele. Naha kvaliteedikontroll toimub juurdelõikusprotsessi käigus, sest tänu pikaajalisele koostööle usaldusväärsete tarnijatega on suudetud tagada nahkade kvaliteedi ühtlane tase.

3.1.3 Naha märgistamine

Ühtse välimusega lõpptoote saavutamiseks tuleb iga nahka eraldi käsitleda ja hinnata, markeerida vigased kohad, mistõttu on naha kasutamine pealismaterjalina pehmemööbli tööstuses kangaga võrreldes raskendatud. Nahkade hindamine, mille puhul peetakse silmas naha üldist seisut ja vigaseid kohti, ja kvaliteedi kontroll eeldavad pikaajalist kogemust ja treenitud silma. [9]

Katmata pinnaga nahku, mida ettevõttes Neiseri Grupp kasutatakse, ette ei märgistata, sest ladustamise käigus võivad märgistused naha pinnalt maha kuluda. Tugevama märgistuse korral on oht, et märgistusest jääb pärast detaili puhastamist naha pinnale jälg. Kaetud pinnaga nahkadel sellist probleemi ei esine.


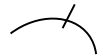
Masinaoperaator märgistab naha vigased kohad ja kvaliteeditsoonid, seejärel nahk ladustatakse. Naha märgistamine toimub vastaval kalde all oleval ringikujulisel laual. Naha kahjustust hinnatakse organoleptilisel teel nahka venitades, sõrmedega kombates või visuaalselt. Kontrollimist alustatakse naha servadest.



Eelnevalt märgistamata nahkade märgistamine toimub naha juurdelõikuspingil enne lekaalide paigutamist.

Märgistamisel kasutatakse abivahenditena valget või musta rasvakriiti, valge naha puhul sinist markerit, millega märgistatakse naha pinnal olevad vigased kohad ja kvaliteeditsoonid. Tabelis 4 on välja toodud ettevõttes AS Neiseri Grupp nahkade märgistamisel kasutatavad sümbolid ja neile vastavad värvid lekaalidel. Avatud kontuuriga mäрге paikneb naha serval, suletud kontuuriga on märgitud suurema pindalaga vigastused. Sümbolitega märgistatakse üksikud kahjustused.

Ühel lekaalil võib olla raaltootmisinseneri poolt, kes konstrueerib tootele lekaalid, määratud mitu kvaliteedipiirkonda, olenevalt detaili asukohast tootel. Kvaliteeditsoonide kuju on võimalik määrata sentimeetri täpsusega. Toote visuaalselt nähtavad kohad, mis peavad kasutamise käigus taluma ka pinget (leeni- ja istmepadjad, käetoed), tehakse kõige kvaliteetsemast naha tsoonist. Olenevalt toote disainist esineb varjatud kohti (õmblusvarud, leeni alumine äär, istme küljed), mistõttu on ka nende detailide naha kvaliteedinõuded tervikuna või osaliselt madalamad, kuid defektid ei ole lubatud ühelgi detailil. Defektina defineeritakse nahal olevaid auke, templeid ja tugevamaid pinnakahjustusi.

Tabel 4. Sümbolid nahkade märgistamisel ja vastavad värvikoodid lekaalidel

Märgistus nahal	Kvaliteedipiirkonna värv	Märgistuse kirjeldus
	Punane	Vigadeta ala
 √	Kollane	Peaaegu täiesti korras pind; kortsud, mida hiljem vajadusel triikida
 †	Roheline	Leeni tagused, diivanil varju jäävad kohad

	•	Sinine	Tempel, täiesti varjus jäävad kohad (õmblusvarud), õhukesed kohad
	/	Roosa	Kasutuskõlbmatu ala ehk defekt (auk, tempel, tugevam pinnakahjustus)

3.1.4 Tellimuste ettevalmistamine

Nahast detailide juurdelõikus toimub vastavalt juurdelõikusosakonna juhataja poolt sisestatud infole (komplekti lehed koos vajamineva nahaga). Nahk transporditakse naha alusel juurdelõikuspingi paigutusala poolse otsa juurde. Masinaoperaator sisestab komplekti lehtede alusel töö lõikuri arvutisse (sisestab tellimuse, toimub lekaalide import vastavasse paigutusprogrammi). Automaatpaigutuse korral sisestab osakonnajuhataja juba tellimused ette ära.

Nahad asetatakse lindile, kus nad silutakse.

Eelnevalt ettemärgistatud nahkade lõikamisel skaneeritakse juurdelõikusmasina lindile ladustatud nahk. Arvutis oleval pildil kontrollitakse kvaliteeditsoonide ja märgete vastavus nahal olevate märgistustega, vajadusel tehakse lisa märgistusi või korrekture ning skaneeritakse nahk uuesti. Eelnevalt märgistamata nahad märgistatakse.

3.1.5 Paigutamine

Lekaalide paigutamine nahale toimub manuaal-, automaat- või kombineeritud paigutusega. Nahkade erinevuse tõttu pole võimalik ette valmistada ühte kindlat paigutust nagu kanga puhul [20]. Paigutuse loomine nahale on olnud defektide, kvaliteeditsoonide, lekaali kuju keerukuse ja naha ebaregulaarse kuju tõttu juba pikemat aega probleemiks vastava tarkvara arendajatele, mis võimaldaks paigutuse protsessi täielikult automatiseerida, vähendades seeläbi kulusid ning efektiivistades juurdelõikusprotsessi. [21] [22] Lekaalide paigutamisel tuleb silmas pidada naha kvaliteeditsoone (muuhulgas ka toonierinevusi) ja lekaalidele märgitud kvaliteeditsoone, üldjuhul paigutatakse esimeste seas leeni ja istmepadja detailid, mis on pindalalt suuremad ja millel defektid pole lubatud. Defektid pole lubatud lisaks veel ka

käetugedel, samal ajal võivad ülejäänud detailid olla vähem kvaliteetsest nahast olenevalt nende paiknevusest mudelil [20].

Varem kujutas käsitsi paigutamine endast füüsiliste lekaalide paigutamist nahale, tänapäeval projekteerib laser arvutist valitud lekaali naha pinnale, mida on seejärel võimalik puldi abil liigutada, pöörata, kustutada ja anda muid käsklusi.

Automaat- ja kombineeritudpaigutuse puhul on tellimused juba eelnevalt juurdelõikusosakonna juhataja poolt programmi sisestatud. Eelnevalt märgistatud nahk skaneeritakse ning kontrollitakse arvutis kajastuvate märgistuste vastavust lindil oleva nahaga ning vajadusel parandatakse märgistust. Kombineeritud paigutuse korral paigutatakse esmalt manuaalselt suuremad kõige kvaliteetsemat nahka nõudvad detailid, seejärel automaatpaigutusega väikesemad detailid, vajadusel korrigeeritakse paigutust ka manuaalselt. Automaatpaigutuse korral paigutab arvuti etteantud aja jooksul ise valikuliselt tellimuses olevad detailid naha pinnale, valides viimaks efektiivseima paigutuse, sealjuures arvestades suurte ja väikeste detailide osakaalu terviklikult.

Üldiselt on tööstuses kasutusel erinevaid süsteeme lekaalide paigutamiseks:

1. lekaalid paigutatakse halvimale nahale enne, kasutades seejärel järjest kvaliteetsemaid nahku;
2. lekaalid paigutatakse kõigepealt kõige kvaliteetsematele nahkadele, seejärel vähemkvaliteetsetele;
3. paigutamisel kasutatakse nahka suvalises järjekorras, naha kvaliteeti arvestamata.

3.1.6 Detailide lõikus

Peale lekaalide paigutamist tehakse naha kobrutavatesse servadesse sisselõiked ning nahk silutakse, et tagada lekaalide korrektne kuju ning masina lõikepea sujuv töö. Samaaegselt naha liikumisega lõikusesse pannakse lauale ka järgmine nahk. Sel ajal kui masin lõikab esimest nahka, sätitakse, markeeritakse ja paigutatakse lekaale juba järgmisele nahale.

3.1.7 Detailide komplekteerimine

Lõikusalalt liigub nahk komplekteerimisalale, samaaegselt liigub järgmine nahk lõikusesse ning masinale sätitakse peale juba ka kolmas nahk. Lõigatud detailid puhastatakse ja komplekteeritakse vastavalt tehnoloogilistele joonistele komplektidesse. Juurdelõikuspingi komplekteerimisalal on ekraan, millel kajastuvad paigutusjoonisena lõigatud detailid, kus erinevate mudelite ja moodulite detailid on markeeritud eri värvidega. Komplekteerimise käigus korjatakse lindilt lõigatud nahad, vajadusel puhastatakse need märgistustest ning toimub jooksvalt ka kvaliteedikontroll, kus eriline rõhk on just nõ punastel tsoonidel. Komplektidele lisatakse õmbleja jaoks sildid, millise mooduliga on tegu.

Peamiste abivahenditena kasutatakse komplekteerimisel kindaid, veega niisutatud lappi detailide puhastamiseks, kääre läbilõikamata detailide vabastamiseks, pikka puidust liistu kaugemal paiknevate detailide lindilt tõstmiseks, mõõdulinti detailide mõõtude kontrollimiseks ning papinuga detaili korrigeerimiseks, lisaks veel täiendavat puhastusvahendit ja liimi defektsete kohtade parandamiseks.

Lisatööna lüüakse patjade tagumisele detailile augud, et vajadusel pääseks õhk padjast järsema surve avaldumisel välja. Lõikamisel järele jäänud naha ruutmeetrid mõõdetakse ja suuremad kui 0,5m² tagastatakse naha lattu, prügi ladustatakse komplekteerimisalal asuvatesse kilekottidesse.

3.1.8 Tehasesisedes reklamatsioonid

Aegajalt esineb tootmises tehasesiseseid reklamatsioone, mis võivad olla tingitud naha juurdelõikusosakonna masinaoperaatorite hooletusest nii naha esialgsel märgistamisel, paigutamisel kui ka komplekteerimisel, kuid naha pind võib saada kahjustada ka hilisema käsitluse käigus.

Inimliku eksimusena võib juhtuda, et naha märgistamisel on kvaliteeditsoon markeeritud valesti või paigutades on lekaal siiski asetatud madalama kvaliteediga alale või vigasele kohale. Kvaliteedikontrolli käigus tuvastatud defektsed detailid lõigatakse ümber kas komplekteerija poolt käsitsi või paigutatakse vastava detaili lekaal uuesti nahale ning juurdelõikus toimub masinaga.

Kui õmblemise käigus avastatakse kahjustatud detail(id), mis on tarvis uuesti lõigata, toimub uute detailide juurdelõikus esimesel võimalusel. See on tingitud sellest, et õmblejal on õmblusmasin juba seadistatud vastavale mudelile nõuetekohaselt. Kui parajasjagu juurdelõikus oleval tellimusel on lõpetamisel, lõigatakse tellimus lõpuni, vastasel juhul võetakse sisemine reklamatsioon vahele. Sisemise reklamatsiooni korral esinevad järgnevad tööoperatsioonid:

- Tellimuse otsimine, sisestamine
- Sobiva naha otsimine, toomine
- Naha ladestamine lindile
- Naha märgistamine, skaneerimine
- Lekaalide paigutamine
- Detailide juurdelõikus
- Detailide komplekteerimine
- Detailide viimine õmblusesse

4 Tootmisprotsessi analüüsi meetodid

Sajandi alguses oli tööuuringu keskmiselt liikumine ja liigutuste ökonoomsus. Hiljem hakati eristama lisaks tööuuringutele ka tööstustehnoloogiat ja tootmise juhtimist, mis keskendusid pigem tootlikkuse suurendamisele terviklikult. [7]

Tootlikkus väljendub süsteemi, milleks võib olla ettevõtte, struktuuriüksus, töökoht, teatava väljundi (toodangu hulk, teenuste maht) ja kulutatud sisendite (kapital, töö, materjal, energia jms) suhtena [5]:

Selle abil hinnatakse, millist väljundi hulka on antud sisendite puhul võimalik saavutada. Sealjuures sõltub sisendi ja väljundi olemus sellest, kas mõõdetakse tehnilist tootlikkust, mida väljendatakse naturaälühikutes, või majanduslikku tootlikkust, mispuhul sisendid ja väljundid esitatakse rahaliselt. Samuti on oluline teha vahet suurenenud tootlikkusel ja produktiivsusel, kus viimane sisaldab lisaks sisenditele ja väljunditele ka kvaliteeti, säästlikkust, paindlikkust ja innovaativsus. [7] [5]

Üldjuhul defineeritakse väljundit läbi ettevõtte poolt pakutavate toodete või teenuste. Tooteid väljendatakse omakorda numbrite, etteantud kvaliteedinõuetele vastavuse ja muude väärtuste abil. [7] Hindamiseks vaadeldava struktuuri tootmisvõimsust, on vaja uurida kui hästi kasutatakse ära kõiki oma ressursse – asukohta ja hooneid, materjale, energiat, masinaid ja varustust, tööjõudu. [7] [8].

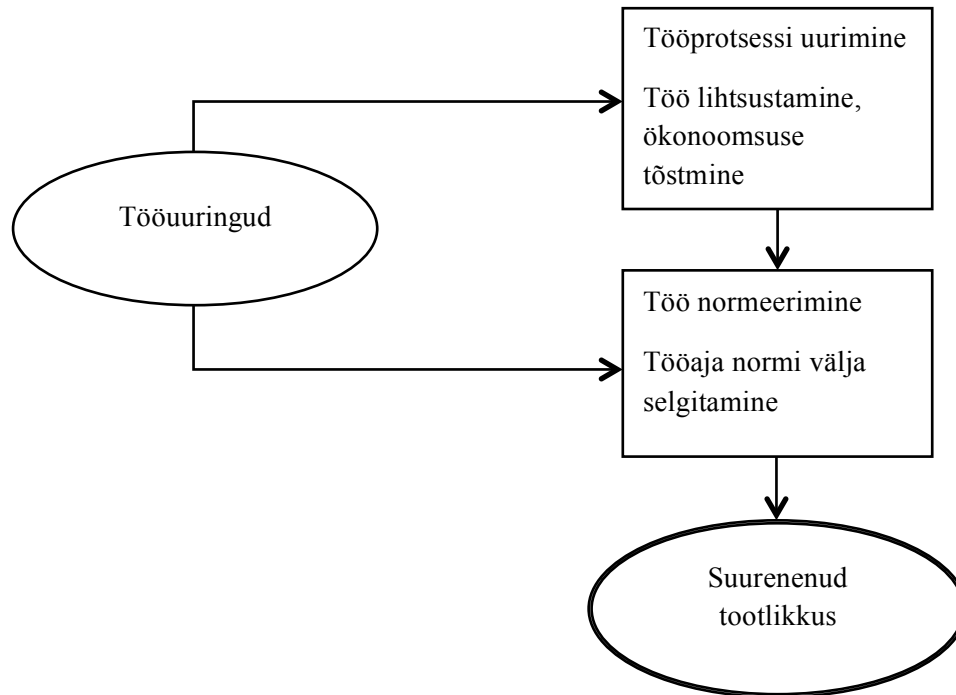
4.1 Tööuuringud

Ajanormiks loetakse aega, mis kulub toote tootmiseks või operatsiooni läbi viimiseks, kui toote disain ja spetsifikatsioon on täiuslikud, protsess viiakse läbi vigadeta ja operatsiooni vältel ei ilmne tööaja kadu mõnel muul põhjusel (v.a. ettenähtud puhkepausid) ning on teoreetiliselt absoluutne miinimumaeg, mis kulub ühe ühiku väljundi valmistamiseks saavutades seeläbi maksimaalne tootlikkus. [7] Töömeetodite parendamiseks on tööuuringute läbiviimisel oluline märgata töökeskkonnas töömahtu mõjutavaid tegureid: kesine tootedisain ja/või selle osade spetsifikatsioon (sealhulgas pidevad muudatused tootedisainis, materjalide raiskamine, ebakorrektsed kvaliteedistandardid), ebaefektiivsed tootmis- ja opereerimismeetodid (halb ruumi- ja

materjalikasutus, tihedad seisakud (tingitud tootmise ümberkorraldustest, masinate rikked), puudulik planeerimine, ebaefektiivsed töövõtted, töötajatest tulenev töömahu kasv (puudumised, hilinevad, õnnetused, ebakvaliteetne töö). [7] Süstemaatilisus nii probleemi uurimisel kui ka lahenduse arendamisel on põhjuseks, miks tööuuringud on osutunud nii edukaks. [7].

Enne kui valitakse uurimisobjektiks sobiv töö, tuleks silmas pidada töö majanduslikku tähtsust – kas tegemist on kuluka või kasumliku operatsiooniga, kui suur on operatsiooni käigus tekkiv praak, kas tegemist on pudelikaela efektiga või äärmiselt aeganõudvate operatsioonidega, kas nende teostamisel kasutatakse suuremal hulgal tööjõudu ja korduvaid töövõtteid ning materjalide transpordist tulenevat töömahu hulka. [7] Lisaks majanduslikule tähtsusele tuleks kaaluda ka tehnoloogilisi aspekte ning töötajate sobivust uue tehnoloogiaga töötamisel.

Ettevõtte huvi korral investeerida uuenduslikumatesse tehnoloogilistesse lahendustesse tasuks esmalt tööuuringute abil leida kitsaskohad, et nende põhjal oleks võimalik teha kõige kasulikum investeering. Tööuuringuid võib teostada ka eel-uuringuna juba konkreetsemaid tehnoloogilisi uuendusi silmas pidades, sel juhul sätestab see uurimisele tehnoloogiast tulenevalt konkreetsemad nõudmised. [7] Üldine tööuuringute tsükkel kajastub Joonisel 7, mida detailsemalt kirjeldatakse peatükis 4.3.



Joonis 7. Tööuuringute tsükkel

Esmalt tehakse kindlaks üksikute operatsioonide sooritamiseks vajalik ajakulu, nende õige järjekord, kaardistatakse ka tööliste liigutused ja liikumise trajektorid. Vajadusel arvestatakse ka tootmisvajadusest tingitud pausidega. [23]

4.2 Tootlikkust mõjutavad tegurid

Mitmed erinevad uuringud [24] [25] [26] [27] [28] tõdevad olulist seost töökeskkonna ja produktiivsuse vahel, leides et (otseste) juhtide suhtumine, tunnustus ja töökoha ergonoomika mõjutavad töötaja motiveeritust ja töötamise efektiivsust.

Ergonoomika peamiseks eesmärgiks on manuaalse töö edendamise tootmises, vältimaks lisakoormust ning ebavajalikke liigutusi, põhinedes kolmel peamisel printsiibil: inimkeha kasutus, töökoha korraldus, masinate ja töövahendite disain. [7] Töökoha ergonoomsuse hindamisel on abiks välja töötatud standardid, mis käsitlevad masinate ohutust, inimese füüsilist tööd ning riskide hindamist (töötsoonid, tööasendid). Sagedased korduvad töövõtted võivad põhjustada luu- ja lihaskonna kurnatust ning suurendavad väsimuse, ebamugavustunde ja luu- ja lihaskonna vaevuste riski. Standard EVS-EN 1005-4:2005+A1:2008 on loodud kooskõlas EN ISO 121001-1-ga aidates luu-

ja lihaskonna ülepingetest tulenevate riskide hindamisel ning andes vajalikud oskused riskianalüüsi läbiviimiseks ning nende vähendamiseks. [29]

Ligi 80% tööks vajalikust infost saame me visuaalsel teel. Nähtavus sõltub erinevatest tööga seotud teguritest, mille hulka kuuluvad näiteks töö detailide suurus, värv, kaugus silmadest, valguse intensiivsus, taust. Eriti oluline on neid faktoreid jälgida töö puhul, mis nõuab täpsust või mida tehakse ohtlikes tingimustes. [7] Valgustihedus ja selle jaotus nii töö- kui ka ümbruspiirkonnas mõjutavad suurel määral inimese nägemisülesande käsitamise ja täitmise kiirust, ohutust ja mugavust [30]. Psühholoogilist tähtsust omab ka värvilahendus interjööris [7].

Müra osatähtsust tootlikust mõjutava tegurina on hakatud hindama alles hiljuti. Müraks peetakse heli, mis tekib heliallika korrapäratul võnkumisel [31] ning seda mõõdetakse detsibellides (dB), heli sagedust hertsides (Hz). Inimkõrvale on kuuldav heli, mis jääb umbkaudu vahemikku 20 kuni 20,000 Hz ning millest kõige selgemini tajutavad helid jäävad vahemikku 1,000 kuni 8,000 Hz. Liigne müra võib tekitada kurnatust, närvilisust, suurendada tööõnnetuste esinemissagedust ning põhjustada madalat tootlikkust. [7] Lisaks võib müra soodustada kõrgvererõhutõve teket ning verevarustuste häireid, mille tagajärjel võivad ilmnedä südametegevuse ja mao-limaskesta häired. [31]

Produktiivsust võivad mõjutada ka töökeskkonna sisekliima ja ventilatsioon. [7] Peale ebamugavustunde, mis on põhjustatud liiga kõrgest/madalast temperatuurist töökohal, soodustab see ka õnnetusjuhtumite esinemist. Ventileerimise abil on võimalik hajutada masinate ja inimeste poolt tekitatavat soojust, vähendada õhusaastet. [7]

Kehvad töötingimused võivad põhjustada ka õnnetusjuhtumeid. Tihti osutuvad tööõnnetustega seotud kaused kulud suuremateks otsestest kulutustest, seega on mõistlikum teha vajalikud muudatused töökeskkonnas enne õnnetuste esinemist. [7]. Lisaks muudatuste tegemisele töökeskkonnas, tuleks õnnetusjuhtumite vältimiseks eemaldada ka otsesed ohufaktorid. Siinkohal on tööuuringutel oluline roll märgata võimalikke ohu allikaid ning neid uute meetodite väljatöötamisel ennetada. Juhul kui turvavarustust tagada pole võimalik, tuleks kasutusele võtta täiendavad töökorralduslikud meetmed, vähendades näiteks ohtlikes tingimustes veedetavat aega. [7] Pidevalt töötatud ületundide tagajärjel suureneb tööõnnetuste risk [7].

Tööõnnetuste ennetamise ja ka produktiivsuse tõstmise puhul on oma koht töökeskkonna elementaarsel korrashoiul. [7] Siinkohal tasub meeles pidada, et ka töötajatel endil on oluline roll ohutusjuhendite järgimisel, isikukaitsevahendite kasutamisel ning oma töökoha korras hoidmisel [7].

Lisaks füüsilisele töökeskkonnale ei tohi unustada ka töötajate vaimset tervist. Sundimine ei asenda tegevust, mida sooritatakse vabast tahtest ning tulemuseks võib olla kesine pingutus ja lohakas töö. Töötajaid, olenemata nende positsioonist, tuleb motiveerida ning suurendada nende kuuluvus- ja kindlustunnet, siis suureneb ka töötaja poolne panus töökoha ja –korralduse parendamiseks. [7] Ka tööuuringuid läbiviies on äärmiselt oluline suhtuda töötajatesse, kelle töö efektiivsust uuritakse, ettevaatuse, austuse ja aususega. Kindlasti ei tohiks töötajates tekitada tunnet, et nad võivad oma tööst ilma jääda. [7]

4.3 Tööuuringute läbiviimise meetodid

Tööuuringute läbiviimiseks kasutatakse erinevaid meetodeid ja tehnikaid, et välja selgitada kitsaskohad ning võimalused tootlikkust parandada [7] [8]. Kui normeerimine tegeleb teatud tööülesande täitmiseks kuluva minimaalse aja välja selgitamisega, siis tööprotsessi uurimine keskendub süsteemselt konkreetse töö mahu uurimisele, vähendamisele ning parendamisele. [7] Töömeetodite uurimise viise võib jagada kasutatavate vahendite järgi visuaalseteks, automaatseteks ja kombineerituteks. Enamlevinud on visuaalsed vaatlusmeetodid, levinuim neist kronometraaž. [23] Täielik tööuuring hõlmab järgmisi etappe:

1. uurimisobjektiks oleva töö või protsessi valimine;
2. oluliste andmete kogumine uuritava töö või protsessi kohta vormis, mida on hiljem kõige mugavam käsitleda;
3. kogutud andmete kriitiline uurimine ja proovilepanek – mis on tegevuse eesmärk, teostamise asukoht, tegevuste järjekord, tegevuse teostaja ja kuidas teostatakse;
4. töötada välja kõige ökonoomsem meetod arvestades kõiki asjaolusid;
5. tulemuste võrdlemine ja hindamine, standard (töö)aja leidmine;
6. uue meetodi ja sellega seotu defineerimine ja presenteerimine asjaosalistele;

7. uue fikseeritud ajaga kinnitatud meetodi juurutamine, asjaosaliste koolitamine;
8. uue standardi säilitamine praktikas ning tulemuste võrdlemine esialgselt kavandatud tulemustega.

Kui esimesed kolm sammu esinevad tööuringus olenemata selle objektist, siis 4. punkt on osa tööprotsesside uurimise meetodist, 5. punkti käsitletakse aga normeerimise korral. Peale muudatuste elluviimist võib ilmneda, et uut meetodit on vaja siiski muuta, ning sel juhul uuritakse meetodit sarnaselt eelnevale. [7] [8]

Esimese sammuna tuleks võimalikult täpselt ja selgelt kaardistada hetkeolukord, kuna see on tööuringute ja parendatud meetodite väljatöötamise aluseks. Olenevalt sellest, kas kaardistatakse ainult protsesside järjekorda või soovitakse lisaks koostada ka ajagraafik, valitakse aluseks võetavad graafikud ja diagrammid. [7] Esmalt tuleks saada ülevaade protsessist kui tervikust kasutades tööprotsessi kaarti, mille abil on kergem hoomata operatsioonide omavahelisi seoseid ning olles samas ka arusaadavad kõigile. [7] Et graafikuid oleks mugav ka hiljem käsitleda, peaksid sellel kindlasti kajastuma toode/materjal/masin koos vajalike spetsifikatsioonidega, toestatav operatsioon koos tema selge algus- ja lõpuajaga, operatsiooni toimumise asukoht (osakond, vabrik), graafiku number, leheküljenumbrid, vaatleja nimi, kasutatavate sümbolite legend ning kokkuvõtte kajastatavatest andmetest. Oluline on märkida, et graafikul kajastatavad operatsioonid peaksid olema koostatud otsese vaatluse käigus.

Töötajate ja materjalide liikumise kaardistamiseks ja visualiseerimiseks kasutatakse näiteks operatsioonikaarte, nõordiagramme, töölise-masina kaarte, liigutuse ühitamise kaarte, kronovaatluse kaarte, teekonna skeeme, tööliste hõivatuse kaarte brigaadis, brigaadi tootmiskaarte, mikroelementide normeerimise süsteemi jt. [7] [8] Lisaks kaardistamisele kasutatakse ka filmimist ühe või enama kaamera abil, mida on soovituslik kasutada lühidalt kestvate töövõtete ja –operatsioonide ning ergonoomika vaatlemisel [23].

4.3.1 Tööpäeva pildistamine, kronovaatlus

Vaatluse abil selgitatakse välja tegelikud töötamisviisid, töö- ja puhkeajad, abi- ja operatiivajad, tööseisakute põhjused. Vastavalt vajadusele võib vaadelda kogu tööd, mingit kindlat tootmisprotsessi, ühe töötaja tegevust või töövõtteid. [23]

Kronometraaži teel uuritakse tööoperatsiooni põhi- ja abiaega mõõtes perioodiliselt korduvate operatsioonielementide jooksevaega. Kronovaatluse läbiviimiseks jaotatakse tööoperatsioonid võteteks, määrates selgelt ära iga osa algus ja lõpp fikseerpunktidenä. Saadud vaatluse tulemusi võib kasutada tööprotsessi analüüsimiseks tehes kindlaks ebavajalikud võtted ning mitme töötaja kronovaatlusi võrreldes on võimalik teha kindlaks ökonoomsem tööviis. Samuti annab see võimaluse võrrelda tulemusi mikroelementsete normatiividega ehk tööoperatsiooni põhiliigutuste ajakulutuse standardiga. [23] Operatsioonide kestused moodustavad kronorea ning nende kõikumisest tingituna vaadeldakse esmalt, kas kronorea püsivtegur vastab normatiivsele tegurile (Lisa 1) järgmise valemi abil:

$$k_{pt} = a_{max} / a_{min}$$

kus a_{max} - kronorea maksimaalne väärtus s, a_{min} - kronorea minimaalne väärtus s.

Vastasel juhul eemaldatakse kronoreast kõige enam hälbinud väärtused. [8] Kuna käesolevas töös vaatluse all olevate operatsioonide kestvus sõltub suuresti paigutatavate lekaalide arvust ja naha kvaliteedist ning suurusest, ei ole võimalik antud meetodit vastavate kriteeriumite järgi kasutada.

4.3.2 Nööriagramm

Nööriagrammi korral kaardistatakse töötaja/materjali liikumine niidi abil täpses mõõtkavas oleval plaanil. Enim kasutatakse seda diagrammi, et visualiseerida joonestades töötaja liikumine. Vaatlusel kasutatakse lihtsustatud uurimislehte ning vaatlus loetakse lõppenuks kui tööuuringu läbiviija tunneb, et kõik suurema esinemissagedusega liikumised on kajastatud, misjärel koostatakse küllaltki aeganõudev nöördiagramm. Teekonna markeerimiseks kasutatav niit mõõdetakse enne skeemi koostamist ning saadud tulemusest lahutatakse skeemi valmimisel alles jäänud niidi pikkus, saadud vahe peegeldab töötaja poolt läbitud vahemaad. Vajadusel kasutatakse töötajate eristamiseks erinevat värvi niite.

Tänu nöördiagrammi selgele visuaalile (Lisa 2) on selle abil vajalike muudatuste tegemise selgitamine juht- ja töötajaskonnale lihtsustatud. [7]

4.3.3 Töötajapõhine protsessikaart

Töötajapõhist graafilise analüüsi kaarti kasutatakse töötaja tegevuste dokumenteerimiseks ning see sarnaneb materjali voo kaardistamise protsessiga, kasutades baasina standardset protsessi kaarti (Lisa 3). Antud meetod sobib tööde vaatlemiseks, mida tehes esineb korduvaid töövõtteid vaid vähesel määral või mis pole standardiseeritud, näiteks hooldus-, labori- ja järelvalvajate töö kaardistamiseks. Vaatluse käigus visandatakse ka töötaja liikumine operatsiooni läbiviies. [7]

4.3.4 Liigutuse ühitamise kaart

Tegemist on eri tüüpi protsessikaardiga (Lisa), mis kajastab detailselt töötaja käte või jalgade liikumist ajaliselt üksteise suhtes. Peamiselt kasutatakse seda meetodit, kui uuritakse tervet töötajad, mille käigus esineb palju korduvaid töövõtteid. Esiolulised operatsioonid, mis kajastuvad, lammutatakse laiali mitmeteks väiksemateks tegevusteks. [7]

4.3.5 “Tööline-masin” kaart

“Tööline-masin” kaardi abil kaardistatakse rohkem kui ühe töölise, masina või töövahendi tegevust neile ühisel ajaskaalal, et näidata nende omavahelisi suhteid, visualiseerides töötaja kui ka masinate poolt paralleelselt tehtavaid operatsioone (Lisa 5). Nii on kergem märgata protsessi käigus esinevaid tegevusetuid perioode, millest need tulenevad ning korraldada seeläbi ka tegevusi ümber. Meetod sobib hästi masinotööstuses töö korraldamiseks või vajadusel näiteks hooldusest tingitud tööseisaku ajal töö ümber korraldamiseks. Läbi selle on võimalik ka kindlaks teha, kas efektiivsemalt tuleks kasutada operaatori või masina aega. Lisaks on võimalik selle meetodi abil välja selgitada masinate arv, millega on võimalised valitud töötajad opereerima. Mõõdetav aeg peab olema piisavalt täpne, et koostatav skeem oleks kasutamiseks sobilik. Kaart on soovitatav koostada nii, et masinate ja tööliste tegevused on reastatud vertikaalselt kõrvuti, tagades seeläbi hea visuaalne ülevaade tegevuste algusest ja kestvusest seoses üksteisega. [7]

Masstootmises on otstarbekas analüüsida tööprotsessi graafilisel meetodil, eriti kui on tegemist keerukate tööprotsesside ratsionaliseerimisega, ühiste töökohtade korraldamisega või mitme seadme teenindamisega. [23]

4.3.6 Teekonna skeem

Kui liikumiste ja tegevuste suure hulga tõttu pole nõordiagrammi koostamine mõistlik, siis kasutatakse tabelina vormistatavat teekonna skeemi, mis edastab samuti informatsiooni töötajate, materjali või varustuse liikumise kohta erinevatesse paikadesse pikema aja vältel.

Alati ruutjalt kujutatud teekonna skeemil (Lisa 6) paiknevad erinevad töökohad väikeste nummerdatud ruutudena. Kaardi alla lisatakse ka eskiis tegelikest töökohtade paiknevusest, et näidata töökohtade omavahelist paiknevust. Ülemises reas paremal olevad ruudud kujutavad endast kohti, kust liikumine saab alguse, vasak alumine rida aga kohti, mille suunas liikumine toimub. Teekond registreeritakse alustades liikumist ülevalt vertikaalselt alla ning suundudes seejärel horisontaalselt vasakule vastava töökoha numbriga kasti poole, skeemil märgitakse vaid vertikaalse ja horisontaalse joone ristumiskohas asuv ruut. [7]

4.4 Tööuuringute analüüs

Eelnevalt vaadeldud tegevused on võimalik jaotada kahte rühma: need, mille käigus toodangut liigutatakse, millega töötatakse või uuritakse, ning need, kui toodang seisab. Tegevused esimeses kategoorias jagunevad omakorda ettevalmistavateks tegevusteks, tegevusteks, mille käigus toodangu struktuur muutub ja tegevusteks, mille käigus paigutatakse toodang töökohalt kõrvale. Eesmärgiks on suur operatsioonide osakaal, mille käigus toimub toote valmimine, ning seetõttu loetakse neid tootlikeks tegevusteks. [7] Alternatiivse lähenemisena võidakse ka esmalt vaadata võtmeoperatsioonide vajalikkust ning nende elimineerimise käigus vabanetakse ka nendega seotud mittetootlikest tegevustest. [7]

Üheks võimaluseks läbiviidud vaatlusi analüüsida on kasutada süstematiseeritud küsimusi. Sellise analüüsimeetodi abil on võrdlemisi kerge märgata operatsioonide

kitsaskohti ning võimalusi nende parendamiseks. Esmalt vaadeldakse erinevad uuritava operatsiooni aspekte (Tabel 5), mille käigus kõrvaldatakse ebavajalikud tööloigud, võimalusel tegevusi kombineeritakse või seadistatakse ümber ning lihtsustatakse. Täiendavate küsimustena tuleks esitada veel ka, mida on võimalik lisaks eelnevale teha ja milliseid nendest tegevustest tuleks ka realiseerida. [7]

Tabel 5. Küsitluse tehnika

	Esitatavad küsimused	Eesmärk
Töö eesmärk	Mida tehakse? Miks seda tehakse, on see vajalik?	Ebavajalike tööosade elimineerimine Tööde kombineerimine/ töö järjekorra ümberkorraldamine Operatsioonide lihtsustamine
Töökoht	Kus töö tegemine aset leiab? Miks seda tööd selles kohas tehakse?	
Töö järjekord	Millal midagi tehakse? Miks seda just sellel ajal tehakse?	
Töötaja	Kes tööd teeb? Miks teeb seda just see konkreetne töötaja?	
Töö tegemise viis	Kuidas tööd tehakse? Miks seda just nii tehakse?	

Kuna operatsioone ja tegevusi mõjutavaid tegureid on palju, siis ei tohiks parendatud meetodi väljatöötamisel kiirustada, vaid lahenduste leidmisel kaaluda hoolikalt erinevate faktorite osatähtsust [7]. Kui parendatud meetod on välja töötatud, siis kaardistatakse sarnaselt esialgsele hetkeolukorrale, et neid oleks võimalik omavahel võrrelda samade kriteeriumite alusel. [7] Efektiivseima meetodi välja selgitamiseks võib kasutada tööaja uuringuid, mida teostatakse hetkevaatlusena, tööliste tööpäevapildistusena või ühe töökoha vaatlusena. [7] [23] Tööuuringute läbiviija peaks olema valmis diskuteerima disaineritega ja teiste tootmist puudutavate valdkondadega, et leida paremaid tootlikkuse tõstmise võimalusi. [7]

5 Naha juurdelõikusprotsessi kaardistamine ja analüüs ettevõttes AS Neiseri Grupp

Käesolevas töös on loodud tabeltöötlusprogrammis Microsoft Excel naha juurdelõikusprotsessi kaardistamiseks “tööline-masin” kaart (Lisa 5), mis baseerub Kanawaty samanimelisel kaardil [7] ning on kohandatud vastavalt AS Neiseri Grupp naha juurdelõikusosakonna struktuurile, kus ühel masinal töötab kaks operaatorit. Vaatluse all olid kaks naha juurdelõikuspinki (masin A ja masin B), millel töötasid vaatlusperioodi vältel 2-4 inimest.

Pistelisi vaatlusi viidi läbi perioodil 31.03.2017-09.05.2017, mille jooksul jälgiti 13 naha juurdelõikusprotsessi tsükli masinal A ning 58 naha juurdelõikusprotsessi tsükli masinal B. Masina B vaatluste suurema arvu tingis tööprotsesside esialgne kaardistamine antud masina näitel ning naha märgistamise ja lekaalide paigutamise operatsioonide ajakulu suur varieeruvus.

Juurdelõikusprotsessi tsükkel hõlmab endas naha asetamist lindile ja selle silumist naha kvaliteeditsoonide märgistamist, lekaalide paigutamist nahale, sisselõigete tegemist naha servadesse ja naha silumist, juurdelõikust ning detailide puhastamist ja komplekteerimist.

5.1 Töökeskkond naha juurdelõikusosakonnas

Töökeskkonna riskianalüüs on vaatluse all olnud osakonnas teostatud 2014 aastal Qvalitas Arstikeskus AS poolt, aluseks Euroopa Liidu Töötervishoiu ja Tööohutuse agentuuri riskihindamisjuhend. Riskitaseme hindamisel kasutati Lisa 7 välja toodud riskimaatriksit, mille kohaselt on hinnatud riske järgnevalt:

- 1) madal risk (riskitase I-II) – kui risk on madal ja hinnatud lubatavaks, on vaja tagada, et see seal ka püsiks;
- 2) keskmine risk (riskitase III) – kui risk on keskmine ja hinnatud lubatavaks, on soovitatav kavandada tegevusi riskitaseme alandamiseks;

3) kõrge risk (riskitase IV-V) – kui risk on kõrge ja hinnatud lubamatuks, tuleb otsekohe astuda samme riski vähendamiseks [32].

Keemiliseks ohuteguriks naha juurdelõikusosakonnas on tolm, mis eraldub juurdelõikuslaudade puhastamisel ja tekstiilitolm (samal ruumis toimub ka kangaste juurdelõikus). Osakonnas käib koristaja kord päevas, samuti toimub õhuniisutus.

Füüsikaliste ohutegurite all oli riskianalüüsis välja toodud õhutemperatuur, tuuletõmme, õhuvahetus, õhu suhteline niiskus, loomulik valgus ja valgustatus, müra, üld- ja kohtvibratsioon ja staatiline elekter, mille riski tase hinnati II või madalamaks.

Juurdelõikajate töökohtadel kasutatavate masinate ja töövahenditega kaasnev müra tase on mõõdetud alla maksimaalselt lubatud 80 dB(A). Töötajad kasutavad tööajal üldjuhul isiklikke kõrvaklappe, kuulates muusikat või rääkides mobiiltelefoniga. Oluline on tuletada töötajatele meelde, et müra ei tohiks segada nende omavahelist suhtlemist ega ohutust ning tähelepanu hajumist. Tuleb veenduda, et töötajad kuulevad hädavajalikke hoiatusi.

Naha juurdelõikuslaudade kohal paiknevad halogeen- ja luminofoorlampidega valgustid, komplekteerimise töölaudade kohal on lisavalgustid. Töökoha valgustatust mõjutavateks teguriteks on teised osakonna valgustid ja katuseakendest tulev loomulik valgus. Naha juurdelõikusosakonnas viidi läbi valgustiheduse indikaatormõõtmine, kasutades mõõteriista lux-meeter TES 1335, et kontrollida valgustatuse normidele vastavust EVS-EN 12464-1:2011 standardis soovitud valgustihedusele. Valgustihedust mõõdeti tavapärasel töökohal masina A ja masina B komplekteerija töökohtadel ja naha märgistaja töökohal, asetades mõõteriist vastava töökoha töölaual. Valgustiheduse indikaatormõõtmise protokollis (Lisa 8) on võrreldud saadud tulemusi Tabelis 6 välja toodud valgustiheduse hooldeväärtusega, mis on soovituslikud naha kvaliteedi ja värvi kontrollimiseks. Tabeli 6 kolmandas veerus on esitatud kirjeldatud ülesande või tegevuse puhul nõutava valgustiheduse hooldeväärtus \bar{E}_m tööpiirkonna arvutuslikul pinnal. Neljandas veerus on esitatud ühtse rägusteguri enimalt lubatavad väärtused UGR_L , viiendas valgustiheduse vähimalt nõutav ühtlus U_0 vastavas kolmandas veerus esitatud valgustiheduse hooldeväärtuse arvutuslikul pinnal. Kuuendas veerus on esitatud vähimalt nõutava värvieristuseindeksi R_a väärtused.

Tabel 6. Piirkondade, nägemisülesannete ja tegevusliikide valgusnõuded: tööstus- ja tööndustegevus - nahatööd (EVS-EN 12464-1:2011)

Esit. nr	Piirkonna liik, nägemisülesanne või tegevus	\bar{E}_m lx	UGR_L -	U_o -	R_a -	Erinõuded
5.17.1	Tööd tõrte, tünnide ja süvendite juures	200	25	0,40	40	
5.17.2	Nahkade kaapimine, lõhestamine, lihvimine, vanutamine	300	25	0,40	80	
5.17.3	Sadulsepa- ja jalatsivalmistustööd: teppimine, õmblemine, poleerimine, pressimine, juurdelõikamine, augustamine	500	22	0,60	80	
5.17.4	Sorteerimine	500	22	0,60	90	4000 K ≤ T _{CP} ≤ 6500 K
5.17.5	Naha masinvärvimine	500	22	0,60	80	
5.17.6	Kvaliteedi kontroll	1000	19	0,70	80	
5.17.7	Värvikontroll	1000	16	0,70	90	4000 K ≤ T _{CP} ≤ 6500 K
5.17.8	Kingsepatööd	500	22	0,60	80	
5.17.9	Kinnaste valmistamine	500	22	0,60	80	

Mõõdetud valgustiheduse väärtused on komplekteerijate töökohtadel vahemikus 384 kuni 480 luxi, mis on soovituslikest tunduvalt madalamad. Ettepanekuks oleks lisada komplekteerija töökohale lisaks kohtvalgustus. Kindlast suunast tulev valgus võib esile tõsta nägemisülesande selliseid peensusi, mis nende nähtavust parandavad ja töö sooritamist hõlbustavad [30]. Selle tulemusena lüheneks kvaliteedi kontrolliks kuluv aeg.

Sõltuvalt naha värvist, kasutatakse naha kvaliteedi kontrolliks märgistaja töökohal ka kohtvalgustit. Kohtvalgusti põlemise korral on märgistaja töölaual valgustiheduse väärtus 2000 luxi, mis on soovituslikust kõrgem. Kui kohtvalgusti töökohal ei põle on valgustiheduse väärtuseks 419 luxi, olles soovituslikust väärtusest tunduvalt madalam. Kuna töö käigus käsitletakse eri värvides nahku, nõuab töökoht paindlikku valgustust.

Sellest tulenevalt oleks soovituslik kasutada antud töökohal reguleeritavat valgust. Juurdelõikuspingil nahka märgistades on valgust võimalik reguleerida vastavalt vajadusele. Töötajatele on ka ette antud erinevatele nahkadele soovituslikud valgustatuse astmed.

Tööõnnetustega seotud ohutegurite all on välja toodud vigastusoht töövahendite ettevaatamatul ja ohutusnõuetele mittevastaval kasutamisel (käsinuga, juurdelõikusnuga, juurdelõikusnoa vahetamine), elektrilöögi, põletus- ja allajäämisohu, samuti tule- ja plahvatusohu, mille riskitase on hinnatud vahemikku I-II. Vajalikud isikukaitsevahendid on töökohtadel tagatud (kindad, prillid) ja ohutusjuhendid seadmetele olemas, töötajaid on koolitatud. Libisemis- ja kukkumisohtu vähendamiseks on liikumis- ja materjali ladustamise alad ning ka põrandapinnast kõrgemad astmed tähistatud vastavalt nõuetele.

5.2 Masinaoperaatorite töö ergonoomika

Naha juurdelõikusmasina operaatori töö toimub seistes, kuid nõuab pidevat liikumist, tihemini esineb korduvaid töövõtteid ning sundasendeid võib esineda üksikute tööoperatsioonide korral, mida sooritatakse harvem. Seismise alas on töökohtadel enamasti alusmatid. Nahamärgistamise laud on reguleeritava kõrgusega. Töökohtadel on piisavalt ruumi tööoperatsioonide sooritamiseks. Töötajatel on võimalus oma töötempo ise valida. Samuti peetakse üldjuhul ettenähtud regulaarseid puhkepause.

Töö iseloom on võrdlemisi pingeline, nõudes tähelepanelikkust, vajadusel kiirust. Osaliselt võivad tööoperatsioonid sõltuda ka teistest töötajatest, mis võib tekitada lisa pingeid.

Teostades lekaalide kombineeritud paigutamist masinal A seisab masinaoperaator 20° ettepoole kaldu. Töökohal on võimalus istuda, kuid tööoperatsioon vältab ligi 2 minutit ning töötaja üldjuhul istumisvõimalust ei kasuta, mis on ka standardi EVS-EN 1005-4:2005+A1:2008 kohaselt aktsepteeritav.

Töötades masinal B hoides manuaalpaigutamiseks kasutatavat pulti on käte asend 20° või rohkem, mis ei ole eelmainitud standardi kohaselt üle kümne minuti vältavate tööoperatsioonide puhul lubatud.

5.3 Naha juurdelõikusprotsessi vaatluse tulemused

Vaatlustulemuste analüüsimiseks on arvatud töövaatluslehtede alusel tööoperatsioonide kestvuse keskmised väärtused.

Masinal A lõigatakse peamiselt juba ette märgistatud nahkasid, sellest tulenevalt on Tabelis 7 masin A ja masin B automaatpaigutuse korral märgistamise tööoperatsiooni all silmas peetud defektide kontrollimist nahalõikuspingi serval enne lindile asetamist, nahkade skaneerimist ja märgistuse kontrolli, vajadusel lisamärgistamist. Märgistamine masinal B kasutades manuaalpaigutust kujutab endast tavapärast naha kvaliteedi tsoonide märkimist.

Manuaalpaigutusel määrab ajakulu peamiselt detailide hulk paigutuses, kuid ka paigutaja tööstaaž, mistõttu varieerus operatsiooni pikkus vaatluse ajal 2-16 minutit. Samuti mängib rolli naha kvaliteet ning märgitud kvaliteeditsoonide suur hulk, raskendades suurema pindalaga lekaalide paigutamist.

Masin A puhul kombineeritud paigutust kasutades haakuvad valitud lekaalid juba paigutuses olevate lekaalide välisservaga, välistades detailide kattuvuse. Lisaks kujutab arvuti valitud detaili piirjooned ka arvutis olevale nahale pinnale, et operaatoril oleks visuaalselt näha, kuhu detail paigutub.

Automaatpaigutuse korral kestab paigutuse operatsioon vastavalt tarkvara eelnevale seadistusele, mis masinal B on 1 minut.

Juurdelõikus varieerus mõlemal masinal samuti sõltuvalt detailide arvust paigutuses, jäädes vahemikku 2-8 minutit, detailide arv vahemikku 2-53 tükki.

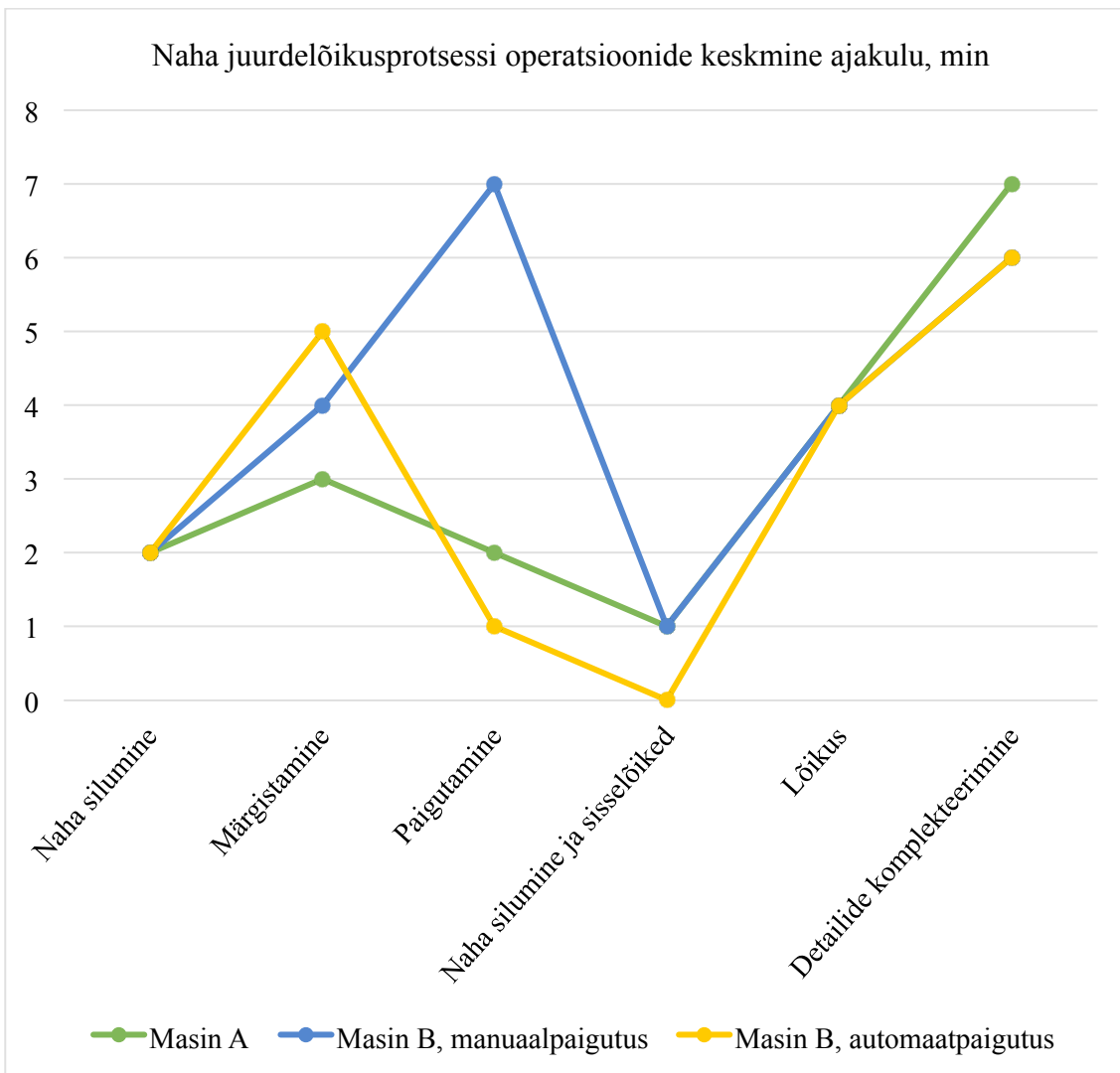
Tabel 7. Naha juurdelõikusprotsessi operatsioonide keskmine ajakulu, min

Masin	Naha silumine	Märgistamine	Paigutamine	Naha silumine ja sisselõiked	Lõikus	Detailide komplekteerimine
Masin A	2	3	2	1	4	7
Masin B, manuaalpaigutus	2	4	7	1	4	6
Masin B, automaatpaigutus	2	5	1	0	4	6

Detailide komplekteerimisel kontrollitakse ka lõigatud detailide vastavust märgistusele, mistõttu sõltub sellele operatsioonile kuluv aeg osaliselt lekaalide arvust paigutuses, kuid peamiselt detailide kvaliteedist. Detailide kvaliteedi all on silmas peetud detaili kuju korrektsust ja märgistuste arvu detailil, mida puhastatakse. Juurdelõigatud detaili kvaliteedi puhul on määravateks teguriteks markeeringute hulk detaili pinnal, kuju täpsus, defektidega kohtade parandamise või uue detaili käsitsi juurdelõikuse vajadus.

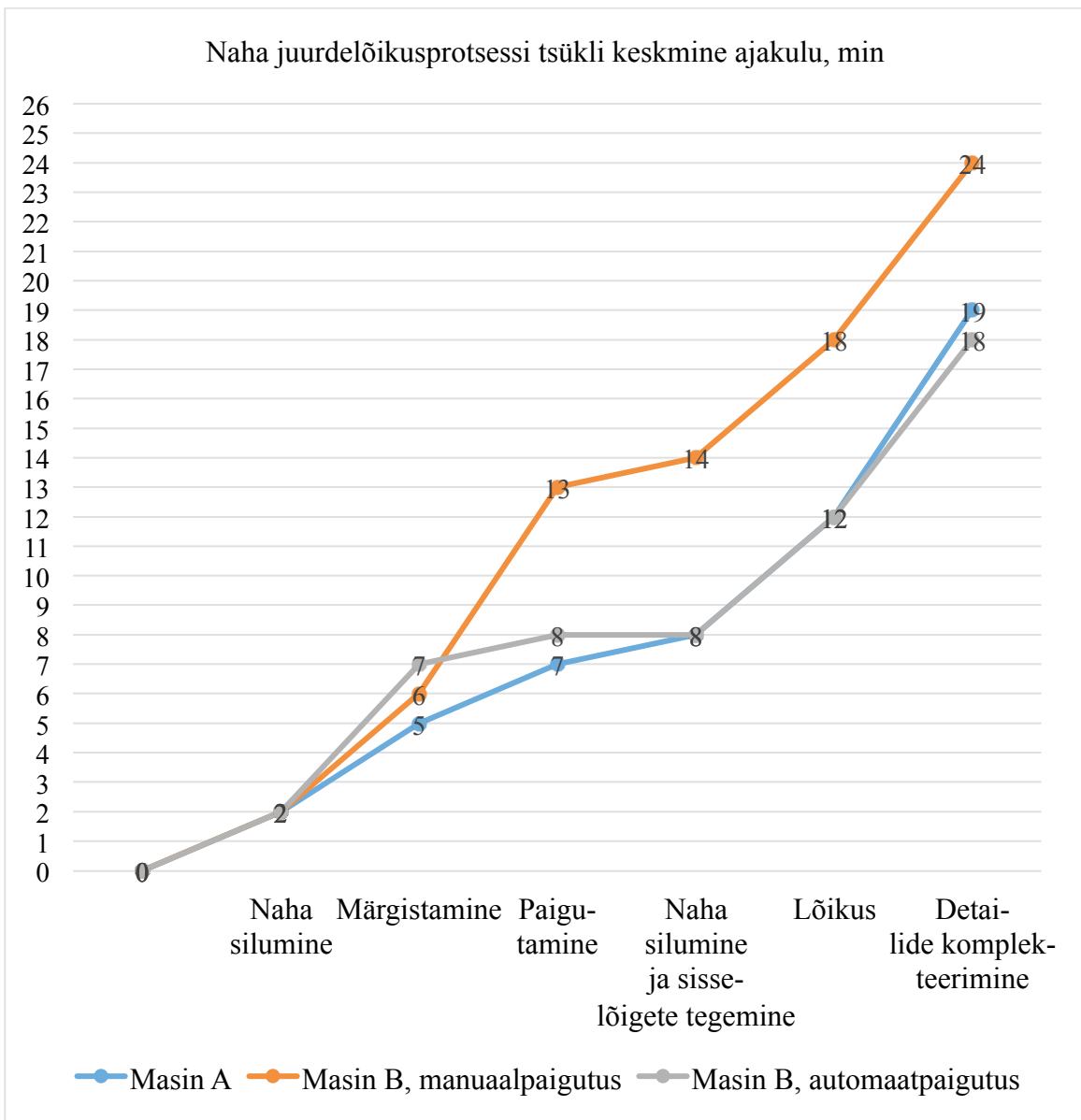
Joonisel 8 on näha, et keskmine ajakulu naha silumisel, sisselõigete tegemisel ja lõikusel on mõlemal masinal võrdne.

Peamised erinevused tekivad nende protsesside juures, mis on masinatel erinevad – masin A kasutab ettemärgistatud nahkasid ja kasutatakse automaat- ja kombineeritud paigutust, masinal B märgitakse kvaliteeditsoonid nahale alles tellimuse täitmisel ning lekaalid paigutatakse nahale manuaalselt.



Joonis 8. Naha juurdelõikusprotsessi operatsioonide keskmise ajakulu võrdlus kahel masinal

Joonisel 9 on välja toodud ühe naha juurdelõikusprotsessi tsükli võrdlus kahel masinal paralleelselt, kus masinal A kasutades kombineeritud paigutust on tsükli pikkuseks 19 minutit, masinal B kasutades manuaalpaigutust 24 minutit ja automaatpaigutust 18 minutit.



Joonis 9. Naha juurdelõikusprotsessi tsükli keskmise ajakulu võrdlus kahel masinal

Tabelis 8 on näidatud ühe naha juurdelõikusprotsess „masin-tööline“ kaardil masinal B kasutades manuaalpaigutust, illustreerides operatsioonide sõltuvust üksteisest ning andes ülevaate tsüklite kattuvustest. Kollasena on tabelis märgitud ühte nahka puudutavad tööoperatsioonid, hallina eelnevat või järgnevat nahka puudutavad operatsioonid. Tabelis on hästi näha ka masina ja operaator 2 jõudeoleku perioodid, millal naha juurdelõikuspingil tööd ei tehta.

Tabel 8. Naha juurdelõikusprotsess masinal B kasutades manuaalpaigutust

Aeg, min	Masin	Operaator 1	Operaator 2
1	Detailide juurdelõikus	Naha silumine 2min	Jõudeolek 3min
2			
3		Naha märgistamine 4min	
4			
5	Jõudeolek 11min	Lekaalide paigutamine 7min	Detailide komplekteerimine, kvaliteedi kontroll 6min
6			
7			
8			
9			
10			
11			
12			
13			
14			
15	Detailide juurdelõikus 4min	Naha silumine, sisselõigete tegemine, uue naha serv lindile, nahk lõikusesse 2min	Jõudeolek 9min
16		Naha silumine 2min	
17		Naha märgistamine 4min	
18	Jõudeolek 6min	Naha märgistamine 4min	Detailide komplekteerimine, kvaliteedi kontroll 6min
19			
20			
21		Lekaalide paigutamine	
22			
23			
24			

Sarnaselt eelneva tabeliga on Tabelis 9 kujutatud ühe naha juurdelõikusprotsess „masin-tööline“ kaardil masinal B kasutades automaatpaigutust, kus kollasena on märgitud ühte nahka puudutavad tööoperatsioonid, hallina eelnevat või järgnevat nahka puudutavad

operatsioonid. Tabelitest on selgelt näha ka väiksem masina ja operaator 2 jõudeoleku aeg automaatpaigutust kasutades.

Tabel 9. Naha juurdelõikusprotsess masinal B kasutades automaatpaigutust

Aeg, min	Masin	Operaator 1	Operaator 2
1	Detailide juurdelõikus 4min	Nahk lõikusesse, uus nahk lauale, silumine 2min	Jõudeolek 4min
2		Naha märgistuse kontroll, lisamärgistamine 2min	
3			
4			
5	Jõudeolek 4min	Naha märgistuse kontroll lindil ja arvutis, kvaliteedi-tsoonide määramine 3min	Detailide komplekteerimine, kvaliteedi kontroll 6min
6		Lekaalide paigutamine 1min	
7			
8			
9	Detailide juurdelõikus 4min	Nahk lõikusesse, uus nahk lauale, silumine 2min	Jõudeolek 2min
10		Naha märgistuse kontroll, lisamärgistamine 2min	
11			
12			
13	Jõudeolek 4min	Naha märgistuse kontroll lindil ja arvutis, kvaliteedi-tsoonide määramine 3min	Detailide komplekteerimine, kvaliteedi kontroll 6min
14		Lekaalide paigutamine 1min	
15			
16			
17	Detailide juurdelõikus	Naha silumine 2min	
18			

Ühe tellimuse täitmiseks vajalikke lekaale pole võimalik üldjuhul vaid ühele nahale paigutada. Sellest tulenevalt esineb operatsioone, mis igas naha juurdelõikustsükli ei kajastu, kuid korduvad siiski iga tellimuse korral (Lisa 9, Lisa 10). Ettevalmistava tööna

on selliseks operatsiooniks tellimuse sisestamine, mille sooritamiseks kulub mõlemal masinal keskmiselt 2 minutit. Kui tellimuse täitmiseks vajalikud detailid on nahast välja lõigatud komplekteeritakse need vastavalt õmblusjoonisele pakkideks õmblejatele, lisades täiendavad sildid. Selleks operatsiooniks kulub keskmiselt masinal A 17 minutit ja masinal B 13 minutit, sõltudes tellimustest (mitu tellimust on samast nahast lõigatud, mudelite arvust, detailide arvust ühel tellimusel) ja töötaja kogemusest. Masinal A lõigatakse keskmiselt 3-4 tellimust korraga, masinal B vähem. Vaatluse jooksul esines ka olukordi, kus mõni väiksem detail oli kogemata ära visatud ja puuduvat detaili tuli otsida komplekteerimisalas olevast prügikotist, mis kujunes aeganõudvaks olenevalt lõigatud nahkade kogusest.

Samuti märgiti üles vaatluse ajal esinenud tsüklivälised tööd ning nende teostamiseks kulunud aeg. Tegevused, mis leiavad aset paralleelselt naha juurdelõikustsükliga, on välja toodud Tabelis 10. Enamasti on tegemist operaator 2 poolt tehtavate tööoperatsioonidega, mis leiavad aset Tabelis 8 kajastuval jõudeoleku ajal. Tööoperatsioonid, mis vältavad vastavalt vajadusele katkestatakse, juhul kui operaatoril on taas võimalus juurdelõikusmasinal töötada. Operaator 1 tegevused põhjustavad aga töötsükli pikenemist.

Tabel 10. Paralleelselt naha juurdelõikustsükliga aset leidvad tööoperatsioonid

Tööoperatsioon	Keskmine ajakulu, min
Operaator 1	
Naha jäägi arvutamine, kirjapanek	2
Naha juurde küsimine, otsimine	5
Operaator 2	
Komplekteerimisalas oleva prügikoti vahetamine	1
Tühja naha ladestamisaluse viimine, uue toomine	3
Nahkade (ette)märgistamine	Vältab vastavalt vajadusele
Lattu saabunud nahkade ladustamine spetsiaalsetele ladestamisaluse	Vältab vastavalt vajadusele

5.4 Ettepanekuid töökorralduse ja tööoperatsioonide efektiivistamiseks

Ühtlustades naha juurdelõikuspingi töövoogu läbi jõudeolekuaja vähendamise, on võimalik tõsta ka naha juurdelõikusosakonna töö efektiivsust. Arvestades tööpäeva ja juurdelõikusprotsessi keskmist pikkust ja operatsioonide kattuvust, on Tabelis 11 välja toodud arvutuslik maksimaalne lõigatavate nahkade arv päevas ja nädalas. Võrdluseks on toodud võimalik lõigatavate nahkade arv, kui ühe naha lõikamiseks kulub keskmiselt 4 minutit ning lõikuri töös ei esine jõudeolekut (Lisa 11). Lisaks on hüpoteetilise juurdelõikusprotsessi eelduseks, et naha juurdelõikuspingil aset leidvate paigutamise ja komplekteerimise tööoperatsioonide ajakulu on viidud samuti neljale minutile, tulenevalt lõikamise keskmisest ajakulust, ning naha märgistamine ja lõigatud detailide komplekteerimine õmblusele ei leia aset juurdelõikuspingil ega mõjuta masinaoperaatorite tööd. Arvutustes pole arvestatud ka tellimuste ettevalmistamiseks kuluvat lisaega, sest selle operatsiooni esinemissagedus tööpäevas sõltub lõigatavate tellimuste arvust.

Tabel 11. Arvutuslik maksimaalne juurdelõigatavate nahkade arv päevas ja nädalas

Masin	Praegu		Hüpoteetiline	
	Nahka päevas	Nahka nädalas	Nahka päevas	Nahka nädalas
Masin A	32	224	58	406
Masin B, manuaalpaigutus	23	161		
Masin B, automaatpaigutus	35	245		

2016. aastal lõigati keskmiselt 125 nahast toodete kombinatsiooni nädalas, kuid nahkade arv, mis ühe toote kombinatsiooni valmistamiseks kulub, on varieeruv. Lisaks sõltub lõigatavate nahkade arv ka sellest, mitut tellimust korraga lõigatakse.

Hetkel on võimalik kahel naha juurdelõikuspingil, kasutades automaatpaigutust, lõigata nädalas kokku keskmiselt 469 nahka. Kui efektiivistada juurdelõikuspingi tööd, oleks ühel masinal võimalik lõigata nädalas keskmiselt 406 nahka. Tagamaks lõikuri pidev töö, nõuaks see endiselt nelja töötajat: naha märgistajat, paigutajat, komplekteerijat ja

töölist, kes komplekteeriks lõigatud tellimused õmblusele ning teeks vajadusel ka muid abitöid. Töötajate haigestumise korral tuleks asendajad, kes komplekteerimise tööoperatsioone täidaksid, leida juurdelõikusosakonna teistelt masinatelt. Samuti eeldab vaid ühe naha juurdelõikuspingi omamine väga head tugivõrgustikku, et tagada masina rikke korral võimalikult kiire töövõimekuse taastamine.

Ettevõtte eesmärgiks on tootmiskahtude suurendamine, mistõttu peaks siiski jätkama kahe naha juurdelõikuspingi kasutamist. See maandaks rikete tõttu tekkinud tööseisakute riske ning tagaks ka paindlikkuse, mis on üheks tootlikust mõjutavaks teguriks, olles eriti aktuaalne pehmemööbli tootmisel, kus toodetakse mudeleid nii suuremas mahus kui ka üksikute tellimustena.

Saavutamaks mõlema naha juurdelõikuspingi maksimaalne efektiivsus, tuleks palgata osakonda kolm lisatöölist. Mõlemal masinal töötaks naha märgistaja, paigutaja ja komplekteerija ning kahe masina peale üks komplekteerija, kes komplekteeriks lõigatud tellimused õmblusele.

5.4.1 Töökorraldus

Kolme operaatori korral töötavad mõlemal masinal paigutajad ning üks töötaja komplekteerib juurdelõigatud detailid mõlemal masinal, vajadusel aitavad teda paigutajad. Kui komplekteerija peab nahku ette märgistama, komplekteerivad mõlemad operaatorid oma masinal ise.

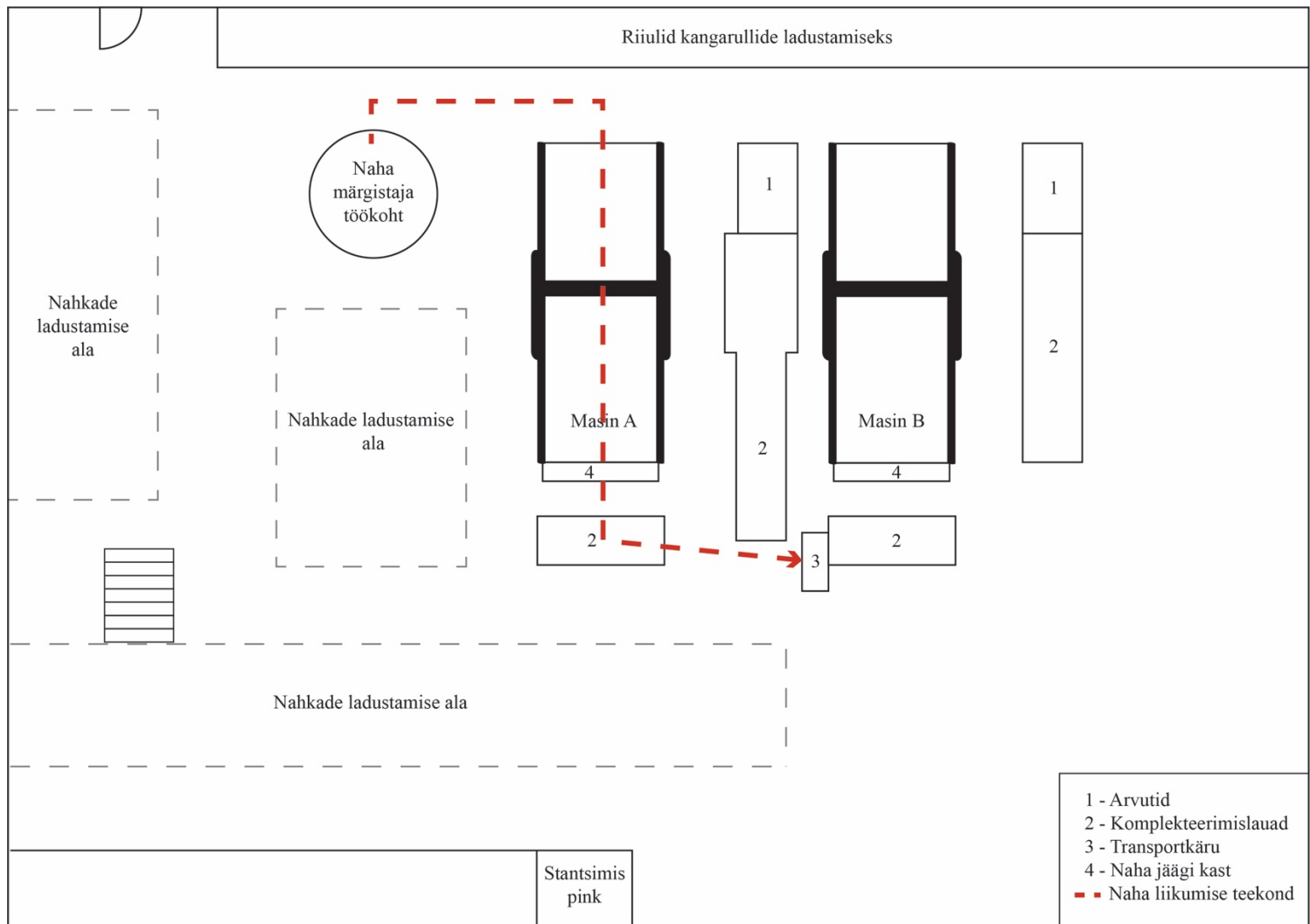
Olukorras, kus naha juurdelõikusosakonnas on tööl vaid kaks masinaoperaatorit, on otstarbekam hoida mõlemad masinad töös. Määrates kaks operaatorit tööle ühel masinal, on päevas võimalik lõigata masinal B automaatpaigutust kasutades keskmiselt 35 nahka, nagu kajastub Tabelis 11. Juhul, kui mõlemal masinal töötab üks operaator, kes teostab nii paigutuse kui detailide komplekteerimise, on mõlemal masinal võimalik päevas kokku lõigata keskmiselt 49 nahka, kui arvestada naha juurdelõikusprotsesside keskmiste ajakulu kasutades automaatpaigutust (Joonis 9).

Tabel 8 ja Tabel 9 illustreerivad, kuidas eelkõige masina, kuid ka komplekteerija tööoperatsioonid sõltuvad paigutaja töö kiirusest.

Uurimuses, mis käsitleb manuaalseid ja automatiseeritud paigutamise ja juurdelõikuse protsesse nahast mööbli tootmisel, jõuti järeldusele, et läbi automatiseerimise on võimalik saavutada suurem tootlikkus. Manuaalpaigutuse efektiivsust mõjutavad naha suurus, kvaliteet, lekaalid ning paigutaja oskused ja kogemus. Mida halvema kvaliteediga nahk ja keerukamate kujudega lekaalid, seda aeganõudvam on paigutuse loomine. [20] Samale järeldusele jõuti ka ettevõtte AS Neiseri Grupp naha juurdelõikusprotsessi kaardistades. Eelkõige on paigutamisele kuluvat aega võimalik lühendada kasutades automaatpaigutuse funktsiooni.

Teiseks ajamahukaks operatsiooniks naha juurdelõikuspingil on naha vigastuse märgistamine. Vähendamaks ühe naha masinal B olevat aega tuleks katmata pinnaga nahad märgistada naha märgistaja töökojal. Selleks on vaja katsetada erinevaid nahale mõeldud markereid ning ka puhastusvahendeid, et saavutada märgistuste püsimine naha pinnal ning hiljem nende edukas eemaldamine.

Naha pinnal olevate vigastuste klassifitseerimist võib pidada oma lihtsuses ja korduvate tövõtete tõttu aeganõudvaks ja inimesele sobimatuks operatsiooniks, mistõttu on mitmed uurimused [33] [34] [35] pakkunud erinevaid lahendusi selle operatsiooni automatiseerimiseks. See aitaks vältida inimlikust eksimusest ja ümbritsevast töökeskkonnast tingitud vigu, suurendades nii ka läbilaskevõimet. Peamiste probleemidena selle protsessi automatiseerimise juures on välja toodud õige valgustuse valimine nahkade analüüsimiseks, kuna eri värvi nahkadel tulevad defektid teatud valgusega paremini esile, naha mehaanilise venitamise võimaluse puudumine, et tuvastada „suletud“ arme, pildi töötlemise ajakulu ning vastava riistvara kulukus. [33]



Joonis 10. AS Neiseri Grupp naha juurdelõikusosakond pärast naha märgistaja töökohta ümberpaigutamist

Märgistamise kvaliteedist sõltub sellele järgnevatele operatsioonidele kuluv aeg ning ka lõpptoote kvaliteet. Tulenevalt naha märgistaja töökohta mitmetest puudustest, nagu kaugus paigutamise töökohast ja valgustus, võiks kaaluda ka töökohta ümberkorraldamist naha juurdelõikusosakonnas. Joonis 10 kujutab ühte võimalikku lahendust, kuidas muutes naha märgistaja töökohta lüheneb naha teekond juurdelõikusprotsessis. Lisaks on uues asukohas valgustust mõjutavad katuseaknad kinni kaetud, andes töötajale suurema kontrolli töökohta valgustuse üle.

Detailide lõikuse tööoperatsioon on ainukene, mida teostab täielikult masin, ning selle ajakulu vähendamine on raskendatud. Hetkel on märgatud lõikuspea kalibreerimisest tulenevat lisajakulu, ligi 0,5-1 minut, ning selle seadistamise võimalused on uurimisel.

Et vähendada komplekteerimisel abivahendite otsimisele kuluvat aega, oleks otstarbekas soetada mõlemale komplekteerimistöökohale eraldi puhastusvahendid.

5.4.2 Töötajate väljaõpe, motivatsiooniprogramm

Naha juurdelõikusosakonna töötajate väljaõpe toimub kogenumate masinaoperaatorite poolt. Töötajate käest esmase väljaõppe kohta uurides selgus, et saadud esialgse info hulk sõltub suurel määral väljaõppe läbiviija suhtlusoskusest ja kogemusest. Mõningatel juhtudel oli töötaja sunnitud ise palju juurde küsima. Naha märgistamise töökohal kulub algselt palju aega, et õppida tundma täpsemalt kvaliteeditsoonide määramist. Ettepanekuks oleks töötada välja naha defektide kataloog koos kirjeldusega, kuidas naha kvaliteeditsoone märkida. Nii oleks algajal töötajal usaldusväärne allikas, mille poole selliste küsimustega pöörduda, segades nii ka vähem teiste operaatorite tööd.

Kuigi juurdelõikusmasina kasutamise koolitusega ollakse rahul, siis tuleks masinal B soodustada automaatpaigutuse kasutamise võimalust. Lisaks naha juurdelõikusprotsessi kiirendamisel, on automaatpaigutusfunktsiooni kasutades võimalik vähendada paigutamiseks kasutatava puldi hoidmise aega, vähendades seeläbi käte väsimist. Arvestades, et hetkel kasutatakse masinal B peamiselt manuaalpaigutust, kus tööoperatsiooni pikkus jäi vahemikku 2-16 minutit ning üks operaator teeb paigutusi terve töönädala vältel, võib ergonoomiliselt mitesobilik asend tekitada töötajale

hilisemaid vaevusi. Ettepanekuks oleks koostada ajakohane masinaoperaatori tööjuhend. Kasutades masinal B automaatpaigutuse võimalust harva, võiks sellekohased juhised olla masinaoperaatori töökohal, et vältida info puudusest tingitud tööseisakuid.

Üleüldisemalt sõltub töölaad paljugi ka töötaja iseloomust, kas tegemist on aktiivsema või rahulikuma inimesega. Vaatluse käigus oli märgata, et töötajad teavad efektiivseid töövõtteid, kuid neil puudub tunne, et ajavõit oleks oluline või neile isiklikult kasulik. Hetkel on töötajate motiveerimiseks on välja töötatud süsteem, mille kohaselt on lisaks tunnipalgale võimalik teenida 5-15% boonust vastavalt ühes tunnis keskmiselt lõigatud naha ruutmeetrite arvule. Ruutmeetrid, millest tulenevalt boonustasu arvutatakse, on eelnevalt korrutatud läbi vastava naha tüübi või töö koefitsiendiga, sõltuvalt töö raskusastmest.

Töötajate motivatsioon sõltub peamiselt iseseisvusest, pädevusest ja ühtekuuluvustundest. Neid psühholoogilisi vajadusi mõjutavad töö organiseeritus, suhted töötaja ja juhtkonna vahel ja rahaline kompensatsioon. [36] Töötajaid tuleks koolitada efektiivsete töövõtete osas, näidates neile, kuidas naha juurdelõikusprotsessi sujuvamaks ja kiiremaks muuta. Ühe juurdelõikusmasina peal paaris töötades sõltub mõlema operaatori tulemustasu omavahelisest koostööst, sest lõigatud naha ruutmeetrite arv on masina peale üks, mis jagatakse seejärel töötajate vahel. Töötamine tiimina on juba oma olemuselt töökeskkonnale hea, vähendades stressi ning võimaldades töötajatel leida tööoperatsioonide sooritamiseks efektiivsemaid ja tõhusamaid töövõtteid [37]. Seetõttu oleks oluline suurendada naha juurdelõikusosakonna töötajate tiimitunnet, mitte ainult samal masinal töötavate operaatorite vahel, vaid tervel osakonnal. Tiimitunde kasvatamiseks võib kasutada näiteks erinevaid mänge, kus töötajad peavad tiimina ülesandeid lahendama. Sobilike ja meelepäraste tegevuste leidmiseks tuleks kaasata terve naha juurdelõikusosakond. Kindlasti ei tohi unustada, et motiveerimissüsteemi efektiivsus oleneb selle järjepidevusest. Läbiviidud tööuuringu tulemustena tehtavate ettepanekute ja parenduste edukal elluviimisel on määrav roll tööandja ja töötajate vahelistel suhetel. Töötaja peab olema motiveeritud ja töökeskkond peab julgustama produktiivsust, vaid sel juhul on võimalik muutusi süsteemselt ja edukalt sisse viia. [7]

6 Lectra Versalis Furniture 1-Head Digit nahalõikuspingi sobivuse analüüs AS Neiseri Grupp naha juurdelõikusosakonda

Lectra on 1973. aastal Prantsusmaal asutatud ettevõtte, olles maailma üks juhtivamaid integreeritud tehnoloogiliste lahenduste pakkujaid, spetsialiseerudes kangast, nahka, tehnilisi tekstiile ja komposiitmaterjale kasutavatele tööstussektoritele (sh moe-, auto-, mööbli- ja ka meretööstus). Pakutavate tehnoloogiliste lahenduste hulka kuuluvad tarkvara, CAD/CAM seadmed ja nendega seotud tugiteenused, mille abil on ettevõtetel võimalik toote disaini, arendust ja tootmist optimeerida. [38]

Uuel Lectra nahalõikuspingil on võimalik nahku märgistada elektroonilise pliiatsi abil ning vajadusel ka paralleelselt manuaalselt arvutis korrekture teha. Kvaliteeditsoonid on võimalik arvutis määrata juba märgistamise ajal eelmainitud elektroonilise pliiatsi abil. Elektrooniline nahkade märgistamine ja kvaliteeditsoonide määramine vähendaks märgistamisele ja komplekteerimisele kuluvat aega. Paigutaja ei peaks enam nahkade märgistusi üle kontrollima ning komplekteerimisel pole detaile tarvis märgistustest puhastada.

Masin võimaldab automaat- ja käsipaigutust, või kombinatsiooni mõlemast. Paigutuse loomisel võetakse nahad suvalises järjekorras naha kvaliteeti arvestamata. [39]

Sisselõiked naha servadesse tehakse peale lekaalide paigutamist, markeerides see siis alles kasutuskõlbmatu pinnana. Hetkel toimitakse sel viisil ka masinal B kasutades manuaalpaigutust, automaatpaigutuse korral tehakse sisselõiked enne paigutamist. See tuleneb sellest, et arvuti poolt loodud paigutust ei ole võimalik naha pinnale projitseerida ja seega kontrollida, et hilisemal sisselõigete tegemisel kogemata detaili sisse ei lõigata.

Komplekteerimisalas oleval ekraanil kajastub mitme tellimuse juurdelõikamisel tellimuste täitmise protsent, kui palju on veel lõigatavaid detaile tellimustes. Info tellimuse, efektiivsuse ja muu kohta säilitatakse. Defektiga detail on võimalik saata paigutusse tagasi, muutes selle paigutajale lihtsamaks ning vähendades seeläbi

komplekteerija poolt detaili käsitsi lõikamisele kuluvat aega. Hetkel on sarnane võimalus ka masinal A, masinal B on sellekohane soov tarkvaraarendajale edastatud.

Suurimateks eelisteks on masina puhul elektrooniline naha kvaliteeditsoonide märgistamine ja paigutuse projekteerimine laseri abil naha pinnale. Lisaks on naha märgistamise töökoht ergonomilisem kui hetkel lindil nahka märkides (kummargil, põlvili nahal, kumera seljaga).

Kirjelatud masinal on palju eeliseid, kuid esmalt tuleks keskenduda olemasolevate masinate efektiivsemale kasutamisele. Vajaduse korral üks olemasolevatest masinast välja vahetada, oleks mõistlik kaaluda VersalisFurniture 1-Head Digit naha juurdelõikuspingi soetamist, kuna see vähendaks tööoperatsioonide sooritamisele kuluvat aega.

Kokkuvõte

Käesoleva magistritöö eesmärgiks oli leida võimalusi ettevõtte AS Neiseri Grupp naha juurdelõikusprotsessi efektiivistamiseks ettevõtte tootmismahdade kasvamisel, kuna oli oli märke pudelikaela efekti võimalikust tekkest. Eesmärgi saavutamiseks kaardistati naha juurdelõikusprotsessid ettevõttes ja selgitati tööuuringute abil välja erinevate naha juurdelõikusprotsesside ajakulu ning kitsaskohad.

Tööuuringud ettevõttes AS Neiseri Grupp naha juurdelõikusosakonnas vältasid poolteist kuud. Vaatluse all olid kaks naha juurdelõikuspinki, millel töötasid vaatlusperioodi vältel 2-4 inimest. Naha juurdelõikusprotsesside kaardistamiseks ettevõttes AS Neiseri Grupp kasutati „tööline-masin“ kaarti, mis annab visuaalse ülevaate protsesside omavahelistest suhetest ning töö käigus esinevatest jõudeoleku perioodidest. Analüüsi käigus selgus, et naha juurdelõikusprotsessi kõige ajamahukamateks operatsioonideks on nahkade märgistamine, paigutamine ja lõigatud detailide komplekteerimine. Erinevate tööoperatsioonide ajakulu sõltus peamiselt naha kvaliteedist, detailide hulgast paigutuses, töötajate kogemusest ja korraga lõigatavatest tellimustest.

Lekaalide paigutamisel nahale kasutatakse ettevõttes automaat-, manuaal- ja kombineeritud paigutust. Eelkõige on paigutamisele kuluvat aega võimalik lühendada kasutades automaatpaigutuse funktsiooni, saavutades seeläbi ka suuremat tootlikkust. Samuti vähendaks see masinaoperaatori käte väsimist, mis on tingitud paigutamiseks kasutatava puldi hoidmisest.

Ülevaate saamiseks töötajate töötingimustest tutvuti ettevõttes varem läbiviidud töökeskkonna riskianalüüsiga ning viidi naha juurdelõikusosakonnas täiendavalt läbi valgustiheduse indikaatormõõtmine, mille käigus avastati naha märgistaja ja komplekteerija töökohtadel normidele mittevastavusi. Valgustingimuste parandamiseks antud töökohtadel tehti ettepanek lisada komplekteerija töökohale kohtvalgustus ning naha märgistaja töökohale valgustuse reguleerimise võimalus. Seeläbi oleks võimalik vähendada ka naha kvaliteedi kontrolliks kuluvat aega. Lisaks võiks kaaluda ka naha märgistaja töökoha ümberkorraldamist naha juurdelõikusosakonnas, et lühendada naha teekonda juurdelõikusprotsessis.

Töövaatluste käigus oli märgata ka töötajate vähest motiveeritust. Kuna ühe juurdelõikusmasina peal paaris töötades sõltub mõlema masinaoperaatori tulemustasu omavahelisest koostööst, on oluline suurendada töötajate tiimitunnet läbi erinevate koostööharjutuste. Motiveerimissüsteem peab olema efektiivuse saavutamiseks järjepidev.

Uue töötaja sisseelamisaja lühendamiseks tehti ettepanek koostada naha defektide kataloog koos kirjeldusega, kuidas naha kvaliteeditsoone märkida ning koostada ajakohane masinaoperaatori tööjuhend, et vältida info puudusest tingitud tööseisakuid.

Ettevõtte tootmismahdade suurenemisel tasuks siiski jätkata kahe naha juurdelõikuspingi kasutamist. See tagaks suurema paindlikkuse ja tootlikkuse ning maandaks ka rikete tõttu tekkivate tööseisakute riske. Saavutamaks mõlema naha juurdelõikuspingi maksimaalset efektiivsust, tuleks lisaks eelnevatele ettepanekutele palgata osakonda kolm lisatöölist. Sel juhul töötaks mõlemal masinal naha märgistaja, paigutaja ja komplekteerija ning kahe masina peale üks komplekteerija, kes komplekteeriks lõigatud tellimused õmblusele.

Kokkuvõtteks võib öelda, et esmalt tuleks keskenduda töötajate töötingimuste parendamisele, motivatsiooni- ja väljaõppeprogrammi juurutamisele ning efektiivsemate töövõtete kasutamisele. Tootmismahdade kasvamisel tuleks naha juurdelõikusosakonnas lisaks teha suuremaid ümberkorraldusi palgates lisatööjõudu.

Abstract

EFFICIATING THE LEATHER CUTTING PROCESS IN AS NEISERI GRUPP

The main goal of this master thesis is to find ways to make leather cutting process in AS Neiseri Grupp more effective when the production output grows. To achieve this objective, the leather cutting process was observed and mapped to measure the time spent on different operations and to find the bottlenecks in the process. The thesis will give an overview of the properties of leather and how it is processed. In addition, different work study methods are compared to find the one that would be the most suitable for the analysis of the leather cutting process in AS Neiseri Grupp. Lastly, the suitability of a new Lectra leather cutting machine for AS Neiseri Grupp is analysed, in regards to the leather cutting process.

The leather cutting process in AS Neiseri Grupp was observed over a period of 1,5 months. The analysis showed that the most time consuming operation is marking leathers, nesting and assembling the cut details. Time spent on different operations was mainly influenced by the quality of leather, amount of patterns nested, experience of the workers and the number of different production orders processed at the same time. Most efficient method to shorten the nesting time and to achieve higher productivity is using automated nesting, reducing also arm muscle fatigue.

To get an overview of the working conditions in the company, a formerly conducted workspace risk analysis was consulted and additional light density measurements were conducted. To improve the lighting conditions at the leather marking and assembling workstations, which did not adhere to the standards, it was advised to add a spotlight to the assembly workstation and an adjustable light to the leather marking workstation. By improving the lighting, the time spent on quality control would be reduced. Repositioning the leather marking workstation would shorten the leather cutting process.

To increase the motivation of the workers it is important that the motivational system is consistent. While two workers are operating one leather cutting machine, it is important to improve teamwork through different team building exercises.

A suggestion to assemble a catalogue of leather defects, with instructions on how to mark the quality zones on the leather, and to create an up-to-date machine operator's manual was made to make the study period of new workers shorter and to reduce breaks in work caused by lack of information.

In conclusion, the first thing to improve should be the working conditions, motivation and training of the workers and the use of more effective work ethics. When increasing the production output of the company, it is suggested to continue with two leather cutting machines, as it would guarantee higher flexibility and productivity. To achieve the maximum efficiency on both leather cutting machines, it would be necessary to hire additional workers.

This thesis is written in estonian and is 61 pages long, including 6 chapters, 10 figures and 11 tables.

Kirjanduse loetelu

- [1] European Furniture Industries Confederation [WWW] <http://www.efic.eu/Industry.aspx> (13.02.17)
- [2] Töökäte puudus on mööblitöösturitele tõsiseks mureks [WWW] <http://digileht.epl.delfi.ee/arileht/tookate-puudus-on-mooblitoosturitele-tosiseks-mureks?id=72428869> (07.02.2017)
- [3] Furniture Industry. [WWW] https://ec.europa.eu/growth/sectors/raw-materials/industries/forest-based/furniture_et (06.04.2017)
- [4] Eesti Mööblitööstuse sektoruuring 2015 - detailne. [WWW] <http://furnitureindustry.ee/wp-content/uploads/2015/11/MoeobelSektor2015.pdf> (13.2.17)
- [5] Uuenduslik tootmine. (2011). Tallinn: TTÜ kirjastus.
- [6] AS Neiseri Grupp [WWW] <https://www.neisergroup.com> (14.01.2017)
- [7] Introduction to Work Study (4th ed.). (1992) / ed. G. Kanawaty. Geneva: International Labour Office.
- [8] Kabral, H.-E. Tootmine ja operatsioonijuhtimine. Tln : TTÜ Kirjastus, 2007.
- [9] Kangro, V. Naha Tehnoloogia. Tallinn: Tehniline Kirjastus, 1939.
- [10] Leather Resource [WWW] <http://www.leatherresource.com> (14.02.2017)
- [11] Handbook of Manufacturing Processes - How Products, Components and Materials are Made. (2007). /ed. J. G. Bralla. Industrial Press. Knovel (21.03.17)
- [12] Conservation of Leather and Related Materials. (2005). Kite, M., Thomson, R. EBL (27.02.2017)
- [13] Leather properties [WWW] <http://www.muirhead.co.uk/OurLeather/Leather-Properties.aspx> (17.02.2017)
- [14] Leather characteristics [WWW] <http://www.muirhead.co.uk/OurLeather/Characteristics.aspx> (17.02.2017)
- [15] Pure Aniline. [WWW] <http://www.leatherresource.com/pureaniline.html> (17.02.2017)
- [16] Nappanahk. [WWW] <http://nahatohter.onepagefree.com/?id=16052&onepagefree=48045c318b8f9ac8794ad2351ed36fa2> (13.04.2017)
- [17] Semianiline. [WWW] <http://www.leatherresource.com/semianiline.html> (17.02.2017)
- [18] Corrected Grain. [WWW] <http://www.leatherresource.com/correctedgrain.html> (17.02.2017)
- [19] Leather - Upholstery leather characteristics. Guide for selection of leather for furniture : EVS-EN 13336:2012.
- [20] Elamvazuthi, I., Kamaruddin, S., Azmi, M. S. Automation of nesting and cutting processes of leather furniture production: a case study. - *International Journal of Mechanical & Mechatronics Engineering*, 2008, 9(10), 25-29. http://www.idc-online.com/technical_references/pdfs/mechanical_engineering/Automation%20of%20Nesting.pdf (04.04.2017)

- [21] Alves, C., Brás, P., de Carvalho, J. V., Pinto, T. New constructive algorithms for leather nesting in the automotive industry. - *Computers & Operations Research*, 2012, 39(7), 1487-1505. <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S030505481100253X> (04.04.2017)
- [22] Baldacci, R., Boschetti, M. A., Ganovelli, M., Maniezzo, V. Algorithms for nesting with defects. - *Discrete Applied Mathematics*, 2014, 163, 17-33. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.dam.2012.03.026>
- [23] Fominõh, J., Freyberg, J., Toom, E. Teaduslik töökorraldus. Tln : Valgus, 1983.
- [24] Taiwo, A. S. The influence of work environment on workers productivity: A case of selected oil and gas industry in Lagos, Nigeria. - *African Journal of Business Management*, 2010, 4(3), 299. <http://search.proquest.com/openview/4afa40a6a4cb181e88f44e3cad1f344f/1?pq-origsite=gscholar&cbl=816394> (13.04.2017)
- [25] Niemelä, R. R. Work environment effects on labor productivity: An intervention study in a storage building. - *American Journal of Industrial Medicine*, 2002, 42(4), 328-335. <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/ajim.10119/epdf> (13.04.2017)
- [26] Baizhan, L., Clements-Croome, D. Productivity and indoor environment. - *Proceedings of Healthy Buildings*, 2000, vol.1, 629-634. <http://www.senseair.se/wp-content/uploads/2011/05/31.pdf> (14.04.2017)
- [27] Niemelä, R., Hannula, M., Rautio, S., Reijula, K., Railio, J. The effect of air temperature on labour productivity in call centres—a case study. - *Energy and Buildings*, 2002, 34(8), 759-764. <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0378778802000944> (14.04.2017)
- [28] Ahmad, S., Intiaz, S. Impact of stress on employee productivity, performance and turnover; an important managerial issue. - *International Review of Business Research Papers*, 2009, 5(4), 468-477. <http://irbrp.com/static/documents/June/2009/38.Subha.pdf> (18.04.2017)
- [29] Masinate ohutus. Inimeste füüsiline töö. Osa 4: Tööasendite ja liigutuste hindamine : EVS-EN 1005-4:2005+A1:2008.
- [30] Valgus ja valgustus. Põhioskussõnad ja valgustusnõuete valiku alused : EVS-EN 12665:2011.
- [31] Kuulmislanguus töökeskkonnast – müra tõttu. [WWW] <http://www.tooelu.ee/et/uudised/648> (15.05.2017)
- [32] Martin, K. Neiseri Grupp AS Töökeskkonna riskianalüüs, 2014.
- [33] Adamo, F., Attivissimo, F., Cavone, G., Giaquinto, N., Lanzolla, A. M. L. Artificial vision inspection applied to leather quality control. - 18th IMEKO World Congress 2006, Metrology for a Sustainable Development, 2006. Rio de Janeiro, Brazil, 17-22 Sept. 2006, 3, 1970-1972. Scopus (06.04.2017)
- [34] Kwak, C., Ventura, J. A., Tofang-Sazi, K. Automated defect inspection and classification of leather fabric. - *Intelligent Data Analysis*, 2001, 5(4), 355-370. <http://content.iospress.com/articles/intelligent-data-analysis/ida00061> (05.04.2017)

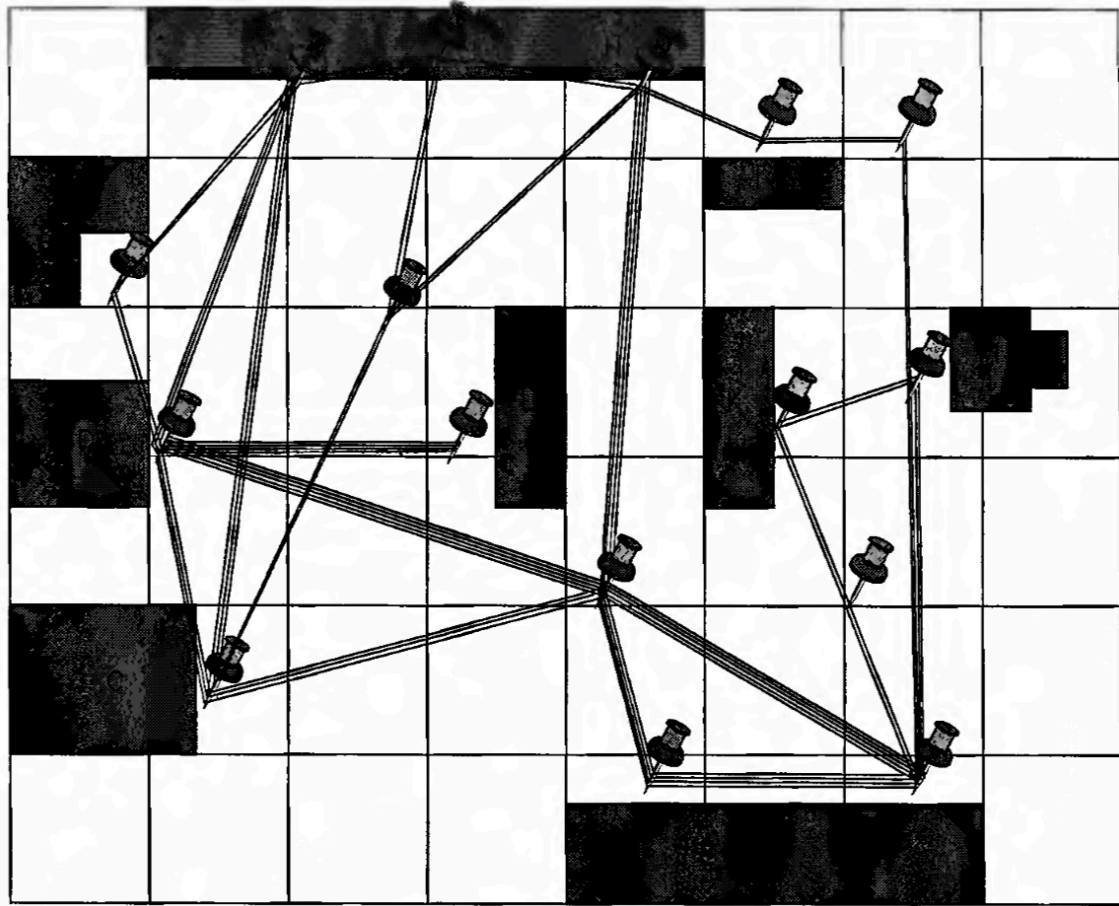
- [35] Jawahar, M., Babu, N. C., Vani, K. Leather texture classification using wavelet feature extraction technique. - 5th IEEE International Conference on Computational Intelligence and Computing Research, IEEE ICCIC 2014, Tamilnadu, India, 18-20 Dec. 2014, Article number 7238475. Scopus DOI: 10.1109/ICCIC.2014.7238475
- [36] Ludivine, M. Do Innovative Work Practices and Use of Information and Communication Technologies Motivate Employees? - *Industrial Relations*, 2017, 56(2), 263-292. DOI: 10.1111/irel.12173
- [37] Hanaysha, J., Tahir, P.R. Examining the Effects of Employee Empowerment, Teamwork, and Employee Training on Job Satisfaction. - *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 2016, 219, 272-282. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2016.05.016>
- [38] Lectra. [WWW] <https://www.lectra.com/en/press/lectra-factsheet> (14.2.17)
- [39] Lectra Versalis. [WWW] <https://versalis.lectra.com> (14.2.17)

Lisa 1

Kronorea normatiivsed püsivustegurid [8]

Töötlemisviis ja tööelemendi kestvus, s	Kronorea normatiivne püsivtegur		
	Masinatööl	Masina-käsitsitööl	Käsitsitööl
Hulgi tootmine			
Kuni 6 s	1,2	1,5	2,0
6 – 15 s	1,1	1,3	1,7
Üle 15 s	1,1	1,2	1,5
Suursaritootmine			
Kuni 6 s	1,2	1,8	2,3
6 – 15 s	1,1	1,5	2,0
Üle 15 s	1,1	1,3	1,7
Saritootmine			
Kuni 6 s	1,2	2,0	2,5
Üle 6 s	1,1	1,7	2,3
Väikesaritootmine	1,3	2,0	3,0

Lisa 2



Nöördiagramm [7]

Lisa 3

Standardne protsessi kaarti

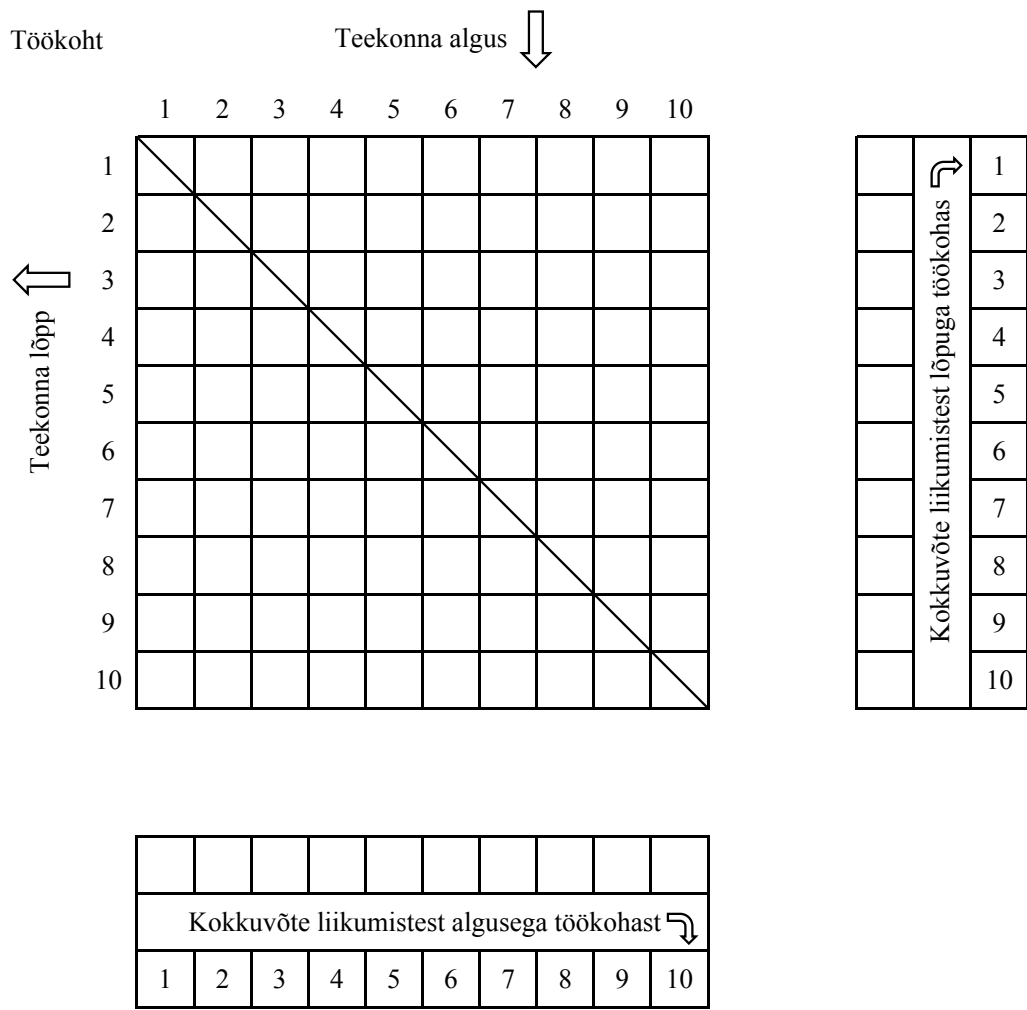
Tegevuspaik:		Kokkuvõte							
Operatsioon:		Tegevus	Praegune	Kavandata	Kokkuvõte				
Kuupäev:		Operatsioon							
Tööline:		Transport							
Materjal:		Viibimine							
Masin:		Kontroll							
		Ladustamine							
Meetod: Praegune/Kavandata		Ajakulu, min							
Tüüp: Tööline/Materjal/Masin		Distsants, m							
Jrk. nr	Tegevuse kirjeldus	Distsants, m	Aeg, min	Sümbol					Märkused
				○	→	D	□	□	

Lisa 5

"Tööline-masin" kaart

Aeg, min	Kaart nr.	Kokkuvõte		
	Tegevuspaik:	Praegune	Kavandata	Kokkuhoid
	Tegevus:	Tsükli aeg, min		
		Masin		
	Kuupäev:	Operaator 1		
	Töölised:	Operaator 2		
	Mudel:	Tööaeg, min		
		Masin		
		Operaator 1		
		Operaator 2		
	Nahk:	Seisev, min		
		Masin		
		Operaator 1		
	Masin:	Operaator 2		
	Paigutus:	Kasutus, %		
	Automaat/Manuaal	Masin		
	Meetod:	Operaator 1		
	Praegune/Kavandata	Operaator 2		
	Masin	Operaator 1	Operaator 2	

Lisa 6



Teekonna skeem

Lisa 7

Ohuteguritest tuleneva riski hindamiseks kasutatud riskimaatriks [32]

Tõenäosus	Tagajärgede raskusaste		
Ilmnemissagedus	Mõõdukalt kahjulik (õnnetused ja haigused, mis ei põhjusta pikaajalisi kahjustusi)	Keskmiselt kahjulik (õnnetused ja haigused, mis põhjustavad küll kergeid, aga pikaajalisi või reeglipäraselt korduvaid kahjustusi)	Väga kahjulik (õnnetused ja haigused, mis põhjustavad raskeid ja püsivaid kahjustusi)
Väga ebatõenäoline (ei tohiks ilmnedagi kordagi kogu töötamise jooksul)	I Madal (1)	II Madal (1)	III Keskmine (2)
Tõenäoline (võimalik ilmumine mõned korrad kogu töötamise jooksul)	II Madal (2)	III Keskmine (2)	IV Kõrge (3)
Väga tõenäoline (võib ilmnedagi korduvalt kogu töötamise jooksul)	III Keskmine (2)	IV Kõrge (3)	V Kõrge (3)

Lisa 8

Valgustustiheduse indikaatormõõtmise protokoll

1. Valgustustiheduse mõõtmised teostati 16.05.2017. Mõõtmise eesmärk: kontrollida valgustatuse normide vastavust EVS standardis soovitatud valgustustihedusele.
2. Mõõteriist: lux-meeter TES 1335 (mõõtepiirkondadega 40,00; 400,0; 4000; 40 000; 200 000).
3. Normatiivdokumendid (standard): EVS-EN 12464-1:2011 Valgus ja valgustus. Töökohavalgustus. Osa 1: Sisetöökohad. Valgustiheduse hooldeväärtuse (valgustatuse normi) määramisel on lähtutud antud standardi valgustusnõuete loendist vastavalt ruumi või ruumiosa kavandatud funktsioonile.
4. Looduslikust päevavalgusest tuleneva valguskomponendi mõju mõõtmistulemustele võib lugeda mitteoluliseks. Saadud mõõtmistulemuste andmed on esitatud tabelis.
5. Üldvalgustustihedust mõõdeti vastava töökoha tööpinnal.
6. Töökohtade valgustustiheduse mõõtmistulemused on toodud alljärgnevas tabelis:

Töökoht	Keskmine valgustustihedus, lux	Soovituslik EVS-EN norm
Naha märgistamise töökoht, kohtvalgustusega	2060	1000
Naha märgistamise töökoht, kohtvalgustuseta	419	1000
Komplekteerimislaud, masin A	466	1000
Komplekteerimislaud (eraldiseisev), masin A	467	1000
Komplekteerimislaud, masin B	480	1000
Komplekteerimislaud (eraldiseisev), masin B	384	1000

7. Mõõtmised viis läbi Leena-Maria Väli.

Lisa 9

	Kaart nr.	Kokkuvõte			
			Praegune	Kavandata	Kokkuhoid
Aeg, min	Tegevuspaik: Neiseri Grupp AS Juurdelõikusosakond Nahast detailide juurdelõikus	Tsükli aeg, min	24		
		Tööaeg, min			
		Masin	7		
		Operaator 1	24		
	Tegevus: Nahast detailide juurdelõikus	Operaator 2	12		
		Seisev, min			
	Töölised: Operaator 1 Operaator 2	Masin	17		
		Operaator 1	0		
		Operaator 2	12		
	Masin B	Kasutus, %			
	Paigutus: Automaat/ Manuaal	Masin	29		
		Operaator 1	100		
	Meetod: Praegune/Kavandata	Operaator 2	50		
1	Jõudeolek (16min)	Ettevalmistav töö (2min)		Jõudeolek (20min)	
2					
3		Naha silumine (2min)			
4					
5		Naha märgistamine (4min)			
6					
7					
8					
9		Lekaalide paigutamine (7min)			
10					
11					
12					
13					
14					
15					
16		Naha silumine, sisselõigete tegemine, uue naha serv lindile, nahk lõikusesse (2min)			
17	Detailide juurdelõikus (4min)	Naha silumine (2min)			
18					
19		Naha märgistamine (4min)			
20	Jõudeaeg (11min)			Detailide komplekteerimine, kvaliteedi kontroll (6min)	
21					
22					
23		Lekaalide paigutamine			
24					

25		(7min)	
26			
27			
28			
29			
30			
31			
32	Detailide juurdelõikus (4min)	Naha silumine, sisselõigete tegemine, uue naha serv lindile, nahk lõikusesse (2min)	Jõude aeg (9min)
33		Naha silumine (2min)	
34			
35		Naha märgistamine (4min)	
36	Jõudeaeg (11min)		Detailide komplekteerimine, kvaliteedi kontroll (6min)
37			
38			
39		Lekaalide paigutamine (7min)	
40			
41			
42			
43			
44			
45			
46			
47	Detailide juurdelõikus (4min)	Naha silumine, sisselõigete tegemine, uue naha serv lindile, nahk lõikusesse (2min)	Jõudeaeg (9min)
48		Ettevalmistav töö (2min)	
49			
50		Naha silumine (2min)	
51	Jõudeaeg (13min)		Detailide komplekteerimine, kvaliteedi kontroll (6min)
52		Naha märgistamine (4min)	
53			
54			
55			
56		Lekaalide paigutamine (7min)	
57			Detailide komplekteerimine õmblusele (13min)
58			
59			
60			
61			
62			
63			
64	Detailide juurdelõikus (4min)	Naha silumine, sisselõigete tegemine, uue naha serv lindile, nahk lõikusesse (2min)	
65		Naha silumine	

66		(2min)
67		Naha märgistamine
68	Jõudeaeg	
69		

Lisa 10

	Kaart nr.	Kokkuvõte			
			Praegune	Kavandata	Kokkuhoid
Aeg, min	Tegevuspaik Neiseri Grupp AS Juurdelõikusosakond Nahast detailide juurdelõikus	Tsükli aeg, min	18		
		Tööaeg, min			
		Masin	10		
		Operaator 1	18		
	Tegevus: Nahast detailide juurdelõikus	Operaator 2	12		
		Seisev, min			
	Töölised: Operaator 1 Operaator 2	Masin	8		
		Operaator 1	0		
		Operaator 2	6		
	Masin B	Kasutus, %			
	Paigutus: Automaat/Manuaal	Masin	56		
Operaator 1		100			
Meetod: Praegune/Kavandata					
	Operaator 2	67			
	Masin	Operaator 1	Operaator 2		
1	Jõudeolek (10min)	Ettevalmistav töö (2min)			Jõudeolek (14min)
2					
3		Naha silumine (2min)			
4					
5		Naha märgistuse kontroll, lisamärgistamine (2min)			
6					
7		Naha märgistuse kontroll lindil ja arvutis, kvaliteeditsoonide määramine (3min)			
8					
9		Lekaalide paigutamine (1min)			
10					
11	Detailide juurdelõikus (4min)	Nahk lõikusesse, uus nahk lauale, silumine (2min)			
12					
13		Naha märgistuse kontroll, lisamärgistamine (2min)			
14					
15	Jõudeolek (4min)	Naha märgistuse kontroll lindil ja arvutis, kvaliteeditsoonide määramine (3min)		Detailide komplekteerimine, kvaliteedi kontroll (6min)	
16					
17		Lekaalide paigutamine (1min)			
18	Detailide juurdelõikus (4min)	Nahk lõikusesse, uus nahk lauale, silumine (2min)			
19					
20		Naha märgistuse kontroll, lisamärgistamine (2min)			
21					
22	Jõudeolek (2min)				
23					
24	Jõudeolek (4min)	Naha märgistuse kontroll lindil ja arvutis, kvaliteedi-		Detailide komplekteerimine,	

25		tsoonide määramine (3min)	kvaliteedi kontroll (6min)
26		Lekaalide paigutamine (1min)	
27	Detailide juurdelõikus (4min)	Ettevalmistav töö (2min)	
28			
29		Naha silumine (2min)	Jõudeolek (2min)
30			
31	Jõudeolek (6min)	Naha märgistuse kontroll, lisamärgistamine (2min)	Detailide komplekteerimine, kvaliteedi kontroll (6min)
32			
33		Naha märgistuse kontroll lindil ja arvutis, kvaliteedi- tsoonide määramine (3min)	
34			
35			
36		Lekaalide paigutamine (1min)	
37	Detailide juurdelõikus (4min)	Nahk lõikusesse, uus nahk lauale, silumine (2min)	Detailide komplekteerimine õmblusele (13min)
38			
39		Naha märgistuse kontroll, lisamärgistamine (2min)	
40			
41	Jõudeolek (4min)	Naha märgistuse kontroll lindil ja arvutis, kvaliteedi- tsoonide määramine (3min)	
42			
43			
44		Lekaalide paigutamine (1min)	
45	Detailide juurdelõikus (4min)	Nahk lõikusesse, uus nahk lauale, silumine (2min)	
46			
47		Naha märgistuse kontroll, lisamärgistamine (2min)	
48			
49	Jõudeolek	Naha märgistuse kontroll lindil ja arvutis, kvaliteedi- tsoonide määramine	

Lisa 11

	Kaart nr.	Kokkuvõte			
			Praegune	Kavandatud	Kokkuhoid
Aeg, min	Tegevuspaik Neiseri Grupp AS Juurdelõikusosakond Nahast detailide juurdelõikus	Tsükli aeg, min	12		
		Tööaeg, min			
		Masin	12		
		Operaator 1	12		
	Tegevus: Nahast detailide juurdelõikus	Operaator 2	12		
		Seisev, min			
	Töölised:	Masin	0		
		Operaator 1	0		
		Operaator 2	0		
	Masin	Kasutus, %			
	Paigutus:	Masin	100		
		Automaatne	Operaator 1	100	
	Meetod: Võimalik	Operaator 2	100		
		Masin	Operaator 1	Operaator 2	
	1	Jõudeolek (6min)	Ettevalmistav töö (2min)		Jõudeolek (10min)
2	Naha silumine, lekaalide paigutamine (4min)				
3					
4					
5					
6					
7	Detailide juurdelõikus (4min)		Naha silumine, lekaalide paigutamine (4min)		
8					
9					
10					
1	Detailide juurdelõikus (4min)	Naha silumine, lekaalide paigutamine (4min)		Detailide komplekteerimine, kvaliteedi kontroll (4min)	
1					
2					
1					
3					
4					
1	Detailide juurdelõikus (4min)	Ettevalmistav töö (2min)		Detailide komplekteerimine, kvaliteedi kontroll (4min)	
5					
1					
6					
7		Naha silumine, lekaalide paigutamine (4min)			

1 8			
1 9	Jõudeolek (2min)		Detailide komplekteerimine, kvaliteedi kontroll (4min)
2 0			
2 1	Detailide juurdelõikus	Naha silumine, lekaalide paigutamine	
2 2			