



TALLINNA TEHNIKAÜLIKOOL  
TALLINN UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

POLÜMEERMATERJALIDE INSTITUUT  
PUIDUTÖÖTLEMISE ÕPPETOOL

**SÕRMJÄTKULIINI TOOTLIKKUSE SUURENDAMINE  
OÜ-s COMBILINK  
Magistritöö**

**Kristjan Lillepalu**

Juhendaja: Üllar Luga,  
Puidutöötlemise õppetool, lektor

Materjalitehnoloogia õppekava KAOM12

Tallinn 2015

## AUTORIDEKLARATSIOON

Deklareerin, et käesolev magistritöö, mis on minu iseseisva töö tulemus, on esitatud Tallinna Tehnikaülikooli magistrikraadi taotlemiseks ja et selle alusel ei ole varem taotletud akadeemilist kraadi.

Kõik töö koostamisel kasutatud teiste autorite tööd, olulised seisukohad, kirjandusallikatest ja mujalt pärinevad andmed on viidatud või (avaldamata tööde korral) toodud autorlus välja põhitekstis.

.....

Kristjan Lillepalu

# SISUKORD

SISSEJUHATUS .....	4
1. ETTEVÖTTEST OÜ COMBILINK .....	5
1.1 Töökorraldus ning palgasüsteem .....	5
1.2 Toodang ja tootmismahud .....	7
1.2.1 Toodangu kvaliteedinõuded ja kvaliteediklassid .....	7
1.2.2 Combilink OÜ tootmismahud .....	9
1.3 Seadmepark .....	10
1.3.1 System TM Opti-Feed 6000 .....	11
1.3.2 Weinig Hydromat 23 C .....	12
1.3.3 Skanner Luxscan Combiscan .....	14
1.3.4 Järkamissaag Dimter OptiCut 450 Quantum II .....	15
1.3.5 Sõrmjätkamismasin Grecon Combipact 4 .....	16
1.4 Tehase tootmisprotsessi kirjeldus .....	18
2. SEADMETE TOOTLIKUSE ARVUTUSED .....	23
2.1 Nelikanthöövli Weinig Hydromat 23 C tootlikkusarvutused .....	23
2.2 Kappimissae Dimter OptiCut 450 Quantum II tootlikkusarvutused .....	24
2.3 Sõrmjätkamismasina Grecon Combipact 4 tootlikkusarvutused .....	24
3. PROBLEEMIDE TUVASTUS SÕRMJÄTKULIINIL JA KITSASKOHTADE ANALÜÜS .....	27
3.1 Probleemide tuvastus seadmetel .....	28
3.1.1 Probleemide tuvastus seadmel- System- TM Opti-Feed 6000 .....	28
3.1.2 Probleemide tuvastus seadmel- Weinig Hydromat 23 .....	30
3.1.3 Probleemide tuvastus seadmel- Luxscan Combiscan .....	32
3.1.4 Probleemide tuvastus seadmel- Dimter OptiCut 450 Quantum II .....	34
3.1.5 Probleemide tuvastus seadmel- Grecon Combipact 4 (I) .....	36
3.1.6 Probleemide tuvastus seadmel- Grecon Combipact 4 (II) .....	38
3.2 Tööpäeva pildistamine sõrmjätkumasinale Grecon Combipact 4 (I) .....	40
3.3 Probleemide tuvastus läbi tootmisstatistika .....	42
3.4 Leitud kitsaskohtade analüüs .....	44
3.5 Muud probleemid .....	45
4. AUTORIPOOLSED LAHENDUSED JA VÕIMALUSED .....	46
4.1 Tööajagraafiku muutmise .....	46

4.2 Muud väljapakutud lahendused.....	50
KOKKUVÕTE .....	52
SUMMARY .....	54
KASUTATUD KIRJANDUS.....	56
LISAD .....	57

## LÜHENDITE LOETELU

- **Jm** – jooksev meeter
- **Tm** – tihumeeter
- **Vah** – vahetus

## SISSEJUHATUS

Käesolev magistritöö on kirjutatud teemal: „Sõrmjätkuliini tootlikkuse suurendamine OÜ-s Combilink“. Antud teema valiti, kuna autor oli samas ettevõttes praktikal ja hiljem juba ka tööil. Mõte antud teema jaoks tuli teadmisest, et ettevõttel on kavas järgneva kahe aastataga enda tootmiskahtusid kasvatada, tehes selleks suuremaid investeeringuid. Plaanis on vahetada välja vanemaid seadmeid ja soetada mitmeid uusi, laiendada tootmishoonet kui ka laopinda. Autori arvates tuleks juba praegusel hetkel tootmises viia sisse muudatused, mis võimaldaksid tõsta tootlikkust sõrmjätkuliinil. Seda, et tootlikkust sellel tõsta saaks, tuleks kasutada maksimaalselt tootmises olevaid seadmeid, tööaega ning ka muid võimalusi, mis sellele kaasa aitaksid.

Antud töö eesmärgiks on välja selgitada praegusel hetkel tootmises olevate seadmete, kui ka töökorraldusest tulenevad kitsaskohad, mis takistavad sõrmjätkuliinil täiel võimsusel töötamast ning pakkuda omapoolseid lahendusi selle parandamiseks. Kitsaskohtade väljaselgitamiseks jägiti seadmete ja inimeste tööd, tuvastati probleemid ning hinnati neid, hiljem analüüsi saadud tulemusi. Autor pakub oma töös ettevõttele välja mitmeid erinevaid lahendusi sõrmjätkuliini tootlikkuse suurendamiseks.

Teema on aktuaalne, kuna nõudlus sõrmjätkatud materjalile on aina kasvanud ning iga ettevõtte soovib olla konkurentsivõimeline. Selleks tuleks kasutada oma töövõimalusi ja ka tootmises olevaid seadmeid maksimaalselt, et seeläbi toota rohkem. Et töötajate palk, samuti ettevõtte kasum on sõltuv toodangumahust, siis oleks tarvis, et masinad oleksid maksimaalselt kasutatud, töökorras ning seisakud võimalikult minimaalsed.

# 1. ETTEVÕTTEST OÜ COMBILINK

OÜ Combilink on Eesti kapitalil põhinev ettevõte, mis alustas oma tegevust 2010. aasta märtsis, kui samade omanikega firma OÜ Combiwood ostis optimeerimisliini. Põhitegevuseks on männipuidust sõrmjätkatud toorikute tootmine liistu-, akna-, ukse- ja mööblitööstustele <sup>[1]</sup>. Ettevõtte OÜ Combilink tootmine asub Varese külas, Sõmerpalu vallas, Võrumaal saetööstuse AS Toftan territooriumil. Tehase ülespanekuks renditi AS Toftan tühjuna seisnud tööstushoone. Optimeerimisliinile osteti juurde uus sõrmjätkamise seade Weing Combipact 4 ja telliti vajalikud abiseadmed nagu linttransportöörid, joondaja ja lintkonveier.

AS Toftan on Combilink OÜ-le üks põhilisi saematerjali tarnijaid ning kuna tootmine asub saetööstusega samal territooriumil, siis puudub ka transpordikulu, mis on ettevõttele suureks eeliseks.

2010. aasta maikuus alustati tootmisega ühes vahetuses ning mainitud aasta juunikuuks oli kokku komplekteeritud kolm töötavat vahetust. Tänapäeva seisuga töötab ettevõttes kokku 34 töolist. Põhitoodang läheb oksavaba sõrmjätkatud männipuidust liistutoorikuna Combiwood OÜ-le, mida ettevõtte kasutab värvitud profiilliistu tootmiseks. Ettevõtte on eeskujuks teistele konkureerivatele firmadele oma tootmise efektiivsusega ja väikeste administreerimiskuludega.

Lähimatel aastatel on Combilink OÜ ettevõttel plaanis laiendada oma tegevust ning sealjuures kindlustada ettevõtte jätkuv kasv tootmises. Ettevõtte kavatsus on olla lähitulevikus sama jätkusuutlik, nagu seda on olnud tänaseni.

Aastal 2014 ehitati juurde saematerjali varjualune ja uuendati välisplatside pinnakatet, vahetati välja sõrmjätkuliin Grecon Profijoint- Grecon Combipact 4 vastu.

Aastal 2015 on kavas ehitada juurde tootmisruume, mis võimaldaksid juurde lisada ka seadmeid tootmismahu kasvatamiseks ning soetada ka uus liimipress kõrvaltoodete valmistamiseks. Ettevõtte soov on kahe aasta jooksul tõsta käivet ja tootmistahtu kuni kaks korda.

## 1.1 Töökorraldus ning palgasüsteem

Ettevõtet juhib juhataja, kes vastutab nii kontori töö eest ning tegeleb materjali ostu ja müügiga. Juhatajat abistab andmete sisestamisel kontoritöötaja. Ettevõtte juhataja koostab

tööplaani vastavalt tellimustele. Töökorraldused pingijuhtidele annab juhataja vormistatud töökäskudena, kus on näidatud tellimuse valmistamiseks vajaminev materjal ja sellest saadavate materjalide ristlõike mõõtmed, pikkused ja kvaliteet. Pingijuhid korraldavad oma vahetuse tööd. Nende töökohustuste hulka kuulub pingi remont oma võimete piirides, tööriistade õigeaegne vahetamine ning pingi hooldus ja seadistus. Teenindavaks personaliks on tõstukijuht. Tema kohustuseks on saabuva saematerjali vastuvõtmine, ladustamine, saematerjali toomine tootmisliinile, valmistoodangu pakkimine ja laadimine koormasse ning muud vajalikud tõstetööd liinide teenindamiseks.

Ettevõttes tehakse tööd kolmes vahetuses:

I (hommikune) vahetus – algus kell 6.00, esimene puhkepaus 8.00-8.15, vaheaeg einestamiseks 10.00-10.30, teine puhkepaus 12.30-12.45. 14.30 tööaja lõpp.

II (õhtune) vahetus – algus kell 14.30, esimene puhkepaus 16.30-16.45, vaheaeg einestamiseks 18.30 - 19.00, teine puhkepaus 21.00.-21.15. 23.00 tööaja lõpp

III (ööine) vahetus – algus kell 23.00, esimene puhkepaus 01.00- 01.10, vaheaeg einestamiseks 3.00-3.30. 6.00 tööaja lõpp.

Ettevõttes on kasutusel palgasüsteemina nii tunnipalk kui ka tükitöö. Põhipalk moodustub 30% tunnitöö alusel ja 70% tükitööst. Iga vahetus teenib enda palga vastavalt vahetuses toodetud valmistoodangu kogusele jooksvates meetrites. Pingioperaatorid teenivad iga toodangu jooksva meetri (jm) pealt 0,06 euro senti, abistav tööjõud nagu sorteerijad ja paketeerijad teenivad 0,03 euro senti toodetava materjali jooksva meetri pealt.



## 1.2 Toodang ja tootmismahud

Ettevõtte kasutab toodangu valmistamiseks männipuidust saematerjali. Saematerjali ostetakse erinevatest saekaatritest: AS Laesti<sup>[2]</sup>, AS Toftan<sup>[3]</sup>, AS Barrus<sup>[4]</sup>, Combimill Sakala OÜ<sup>[5]</sup>, ning Stora Enso Eesti AS<sup>[6]</sup>. Hangitud saematerjali põhioeteks on, et materjali niiskussisalduse sisalduse protsent peab jääma vahemikku 12-14% ning vastama mõõtmetele, mille järgi see on tellitud. Tabel 1 on välja toodud põhilised kasutusel olevad saematerjali ristlõigete mõõdud.

Tabel 1. Ettevõttes kasutatavad saematerjali ristlõiked.

Paksus, mm	Laius, mm
16	75/100/125/138/150/175
19	75/100/125/138/150/175
22	75/100/125/150
25	75/100/125
32	63/75/100/125/150/175
38	63/75/100/125/150
50	63/75

### 1.2.1 Toodangu kvaliteedinõuded ja kvaliteediklassid

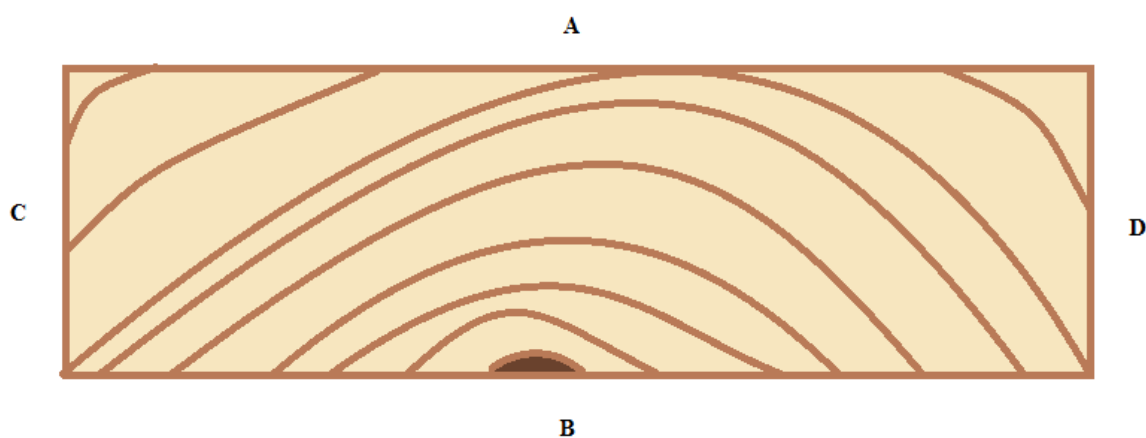
Põhitoode - oksavaba sõrmjätkatud liist moodustab ligikaudu 70% kogu ettevõtte toodangust. 15% moodustavad kõrvaltooted ning umbes 15% moodustab materjal, mis toodangutesse ei sobi (defektsed kohad, jäägid). Tabelis 2 on välja toodud saematerjalist toodetavate sõmjätkuliistude kvaliteediklassid. Kvaliteediklassid, mis on tabelis välja toodud, on ettevõttesisesed ning kasutatakse töö lihtsustamiseks. Lõpptoodangu pikkusteks on enamasti 4,42 m, erandjuhtudel kasutatakse pikkusmõõtmeid ka vahemikus 2,0 – 6,0 m. Pikkus 4,42 m on kõige optimaalsem pikkusmõõde seetõttu, et transpordiks mahub sellist materjali autokoormasse kõige rohkem. Kokkuvõttes määravad liistu kvaliteedi ära materjali niiskussisaldus, materjalis esinevate defektide arv, liimühenduse tugevus ning materjali ristlõike täpsus. Kvaliteedi nõuded esitab ettevõttele toote tellija.

Tabel 2. Valmistoodangu kvaliteediklassid.

Nimetus	Lühend
Oksavaba	OV
Kaks külge oksavaba	2KOV
Kolm külge oksavaba	3KOV
Poomkant, erinevad laiused	PK8 PK15 PK20 PK30 PK40
Lapik poomkant	LapikPK
Ehituslik	EHIT

Tabelis 3 on põhiliste lõpptoodangu kvaliteetidile määratud normid defektide osas. Tabelis X-iga märgitud ala tähendab, et antud kvaliteedil ei ole defekt lubatud. Tabelis  $\sqrt{\quad}$ -iga märgitud ala tähendab, et defekt on antud kvaliteedil lubatud. Joonisel 1 tähised A, B, C, D näitavad ära millisele küljele või servale kvaliteedinõue kehtib.

Näide: Kvaliteedi nimetus – OV(oksavaba), defekti nimetus: terve oks kuni 5x5 mm, A – pealmine pind, märgistus X - ei ole lubatud. Täendus: Oksavaba (OV) materjali pealmisel pinnal ei ole lubatud terve oks läbimõõduga 5x5 mm.



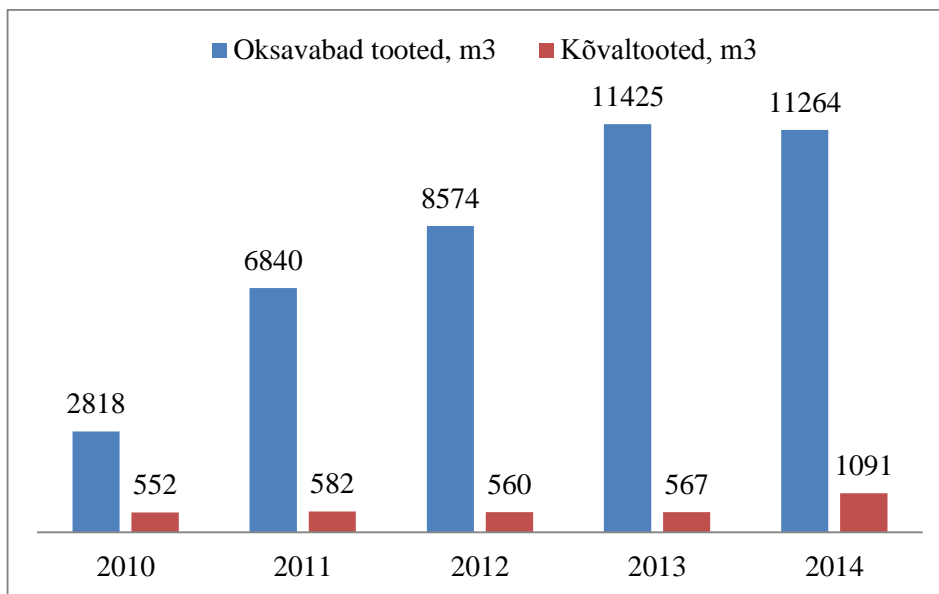
Joonis 1. Materjali otsvaade: A - pealmine pind, B - alumine pind, C - baaspinna serv, D – baaspinna vastas serv.

Tabel 3. Defektide nõuded ettevõtte kvaliteediklassidele.

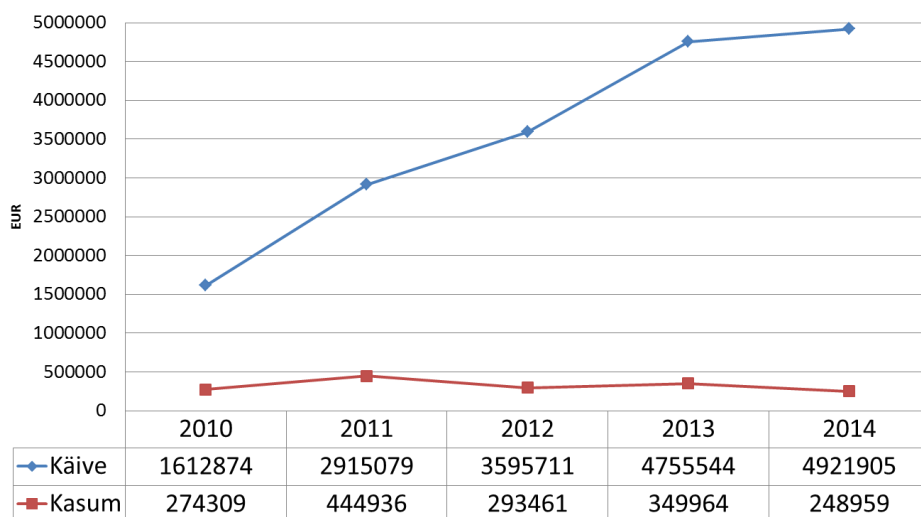
Defekti nimetus	Kvaliteedi nimetus																							
	OV				2KOV				3KOV				PK				LapikPK				EHIT			
	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D
Terve oks kuni 5x5 mm	X	X	X	X	X	√	√	X	X	√	X	X	X	√	X	√	X	√	X	X	√	√	√	√
Must oks kuni 3x3 mm	X	X	X	X	X	√	√	X	X	√	X	X	X	√	X	√	X	√	X	X	√	√	√	√
Lahtine oks	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	√	X	X	X	X	√	√	√	√
Vaigupesa max 5x50 mm	X	X	X	X	X	√	√	X	X	√	X	X	X	√	X	√	√	√	X	X	√	√	√	√
Alamõõõt paksuses kuni 0,5 mm	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√
Alamõõõt laiuses kuni 0,5 mm	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√
Alamõõõt laiuses kuni 1,5 mm	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	√	√	√	√	X	X	X	X	√	√	√	√
Poomkant kuni 2 mm	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√
Sine	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	√	√	√	√
Lõhe laiuses 0,5 mm ja 50 mm pikk	X	X	X	X	X	√	√	X	X	√	X	X	X	√	X	√	√	√	X	X	√	√	√	√
Mehaanilised muljumised	X	X	X	X	X	√	√	X	X	√	X	X	X	X	X	√	√	√	X	X	√	√	√	√
Mädanik	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Auk	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	√	X	X	X	X	√	√	√	√

## 1.2.2 Combilink OÜ tootmismahud

Ettevõtte algusaastail ulatus töödeldava materjali maht ühes kuus ligikaudu 700 m<sup>3</sup>. Pidevalt tõusvale nõudlusele sõrmjätkatud liistumaterjali osas ning pidevale arengule ettevõttes toodetakse nüüd ühes kuus juba keskmiselt 1200 m<sup>3</sup> sõrmjätkatud materjali. Mahu hüppeline tõus aastail 2010-2011 tuleneb optimeereiva kappsae väljavahetamisest uuema vastu, mis on täpsem kiirem ning efektiivsem. Aasta 2011-2014 mahu tõusu võib põhjendada parema planeerimise, lisainveteeringute tegemiste ja kitsaskohtade likvideerimisega, mis on taganud tootmises aina jätkuva mahu kasvu läbi aastate. Joonis 2 illustreerib ettevõtte tootmismahu aastatel 2010 - 2014. Tootmismahu kasvades on kasvanud ka ettevõtte käive (vt. Joonis 3).



Joonis 2. Tootmiskaht aastail 2010 – 2014.



Joonis 3. Combilink OÜ käibe ja kasumi näitajad aastate lõikes.

### 1.3 Seadmepark

Seadmepark on ettevõttel kaasaegne ning masinad on soetatud tuntud tootjatelt. Masinaparki kuuluvad: pakilammutusliin- System TM Opti-feed 6000, viiespindiline neljakandihöövelduspink – Weinig Hydromat 23C, puiduskanner – Luxscan, optimeeriv järkamissaag - Dimter OptiCut 450 Quantum II, ning kaks sõrmjätkupinki Weinig Grupilt-Grecon Combipact 4. Abitööde jaoks on töös veel üks neljakandihöövelduse pink Grama ning lintsaag.

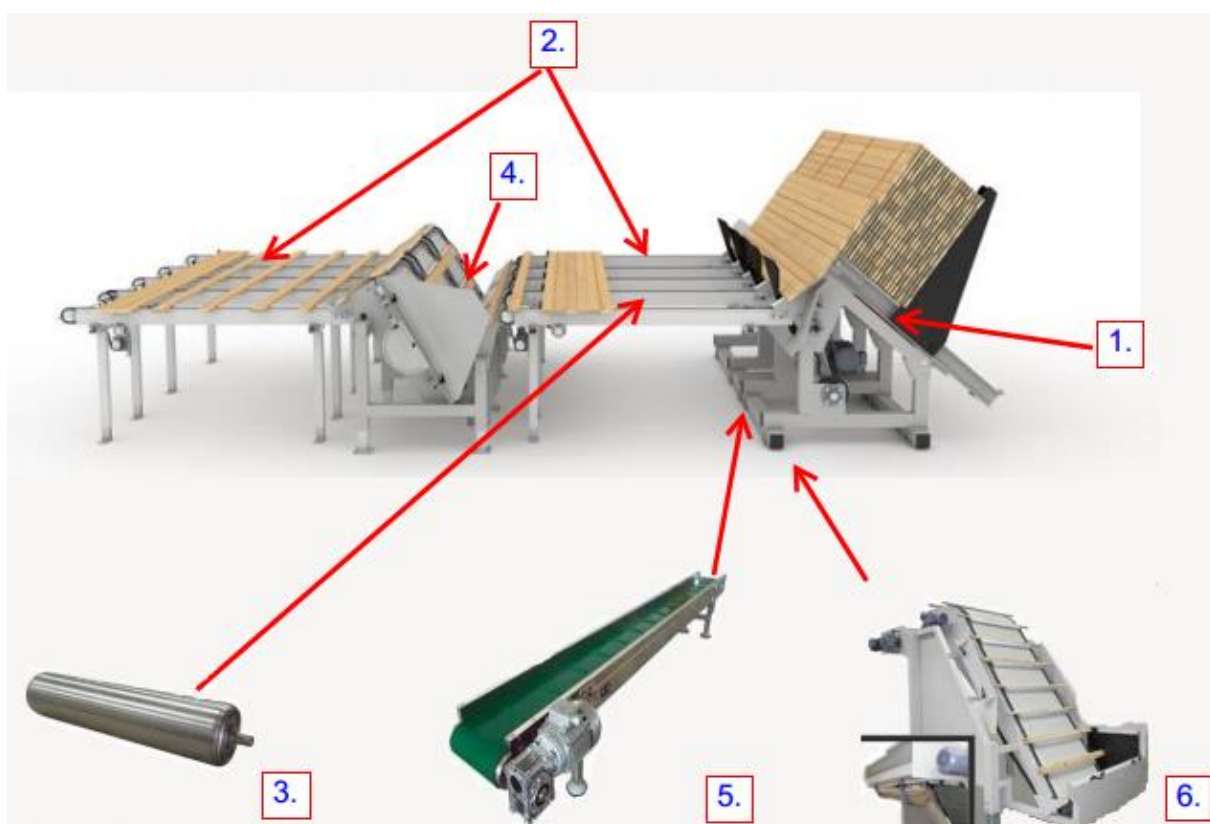
### 1.3.1 System TM Opti-Feed 6000

Automaatne sisseande süsteem System TM Opti-feed 6000 on kavandatud nii, et see transpordiks saematerjali automaatselt ja ükshaaval järgnevale nelikandi freesmasinasse. (vt. Joonis 4). Seade vabastab töölise raskest ja üksluisest tööst ning kiirendab tootmise protsessi. Tabelis 4 on välja toodud seadme nõuded sellel kasutatava materjali osas.

Liini kiirus on automaatselt seadistatud neljakandihöövelduspingi kiirusega vastavaks. Materjal liinil liigub puhvertsoonides, mis on reguleeritud fotosilmadega. Võimalikud on vaid minimaalsed etteandeviivitused.

Materjali liikumist mõjutavad liini detailid:

1. Kallutustõstuk
2. Kettkonveier
3. Otsatasandus rullkonveier
4. Laudade eraldaja
5. Lintkonveier lippide eemalduseks
6. Lipikoguja



Joonis 4. System TM Opti-Feed 6000. <sup>[7]</sup>

Tabel 4. Sisseandesüsteemi System TM Opti-Feed 6000 andmed.

<b>Detaili pikkus min.</b>	1200 mm
<b>Detaili pikkus max.</b>	6100 mm
<b>Maksimaalne tootlikkus</b>	50 detaili minutis

### 1.3.2 Weinig Hydromat 23 C

Joonisel 5 on näidatud viiespindiline nelikanthöövelduspink Weinig Hydromat 23C. Seadme ülesandeks on saematerjali hõõveldus ja kalibreerimine. Kalibreerimisel antakse ühe läbimiga saematerjalile sile pind ning nõutavad korrektsed nominaalmõõtmed. Seade on võimeline töötleva materjali kiirusega 80 m/min. Ettevõttes kasutatav nelja kandi hõõvelduspink on tootmiseks seadistatud läbilaskekiirusele 35-45 m/min vastavalt vajadusele. Võimalik on kasutada ka lahtilõikussaaage laia materjali töötluks. Tabelis 5 on näha pingi tehnilised andmed ja mootorite võimsused. Hõõvelduseks kasutatakse spindlile istatud spiraalse asetusega pöördlõikuritega liitfreese (vt. Joonis 6).



Joonis 5. Weinig Hydromat 23 C.

Tabel 5. Weinig Hydromat 23C tehnilised andmed. <sup>[8]</sup>

<b>Spindlite arv</b>	5
<b>Eendekiirus</b>	Kuni 80 m/min
<b>Spindlite paiknemise jäjekord</b>	All, parem, vasak, üleval, all
<b>Lõikeriistade pöörlemissagedus</b>	6000 p/min
<b>Alumine spindlimootor</b>	11 kW
<b>Parem spindlimootor</b>	11 kW
<b>Vasak spindlimootor</b>	11 kW
<b>Ülemine spindlimootor</b>	18 kW
<b>Viimane alumine spindlimootor</b>	15 kW

**Masina koosseisus on järgmised elemendid:**

- Pneumaatilised surveelemendid vasakul ja ülemise lõikepea laastumurdja
- Pneumaatilise survega juhtrullikud
- Sisseveo laud (1,4 m)
- Automaatne kesksurve- ning töölaua õlituspump
- Helisummutus ning tööohutuskate sisemise valgustusega



Joonis 6. Spiraalse asetusega pöördlõikuritega liitfrees.

### 1.3.3 Skanner Luxscan Combiscan

Tegemist on puitmaterjali nelja külje skanneriga Weinig Grupilt <sup>[9]</sup> (vt. Joonis 7). Skanner tuvastab hõõveldatud saematerjalil erinevad puidurikked, nagu näiteks poomkant, oksad, praod, säsi, vaigupesad, sine, mädanikud ja muud defektid. Tuvastatud vigade kohta annab seade edasi informatsiooni sellele järgnevale optimeerivale kappsaele, mille järgi saag hakkab vastavat lauda lõikama. Vigade tuvastuseks kasutab seade Multi-Scan tehnoloogiat, laser-profiilmõõtmist, dimensioonide mõõtmist ja on sealjuures ka võrguvõimeline. Viimane omadus lubab seda seadistada ja kontrollida, kui ka jälgida pingi tööd eemalt, kasutades arvutit ja internetivõrku <sup>[10]</sup>. Tabelis 5 on esitatud seadme tehnilised andmed.



Joonis 7. Skanner Luxscan Combiscan. <sup>[10]</sup>

Tabel 6. Skanneri Luxscan Combiscan andmed.

<b>Skaneeritava laua pikkus</b>	1,2-6,0 m
<b>Skaneeritava laua laius</b>	25-310 mm
<b>Skaneeritava laua paksus</b>	12-125 mm
<b>Tööala kõrgus</b>	920 mm
<b>Seadme kõrgus</b>	2215 mm
<b>Seadme laius</b>	2300 mm
<b>Seadme pikkus</b>	670 mm
<b>Elektrivoolu parameetrid</b>	400 V / 50 Hz või 480 V / 60 Hz
<b>Suruõhu rõhk süsteemis</b>	3 baari
<b>Maksimaalne etteande kiirus</b>	210 m/min



### 1.3.4 Järkamissaag Dimter OptiCut 450 Quantum II

Ettevõttes on kasutusel hetke seisuga maailma kiireim optimeeriv kappsaaag (vt. Joonis 8), saele kuulub kiirusrekord 540 löiget minutis. Seadme ülesandeks on skanneri poolt saadetava löikekava järgi saagida lahti hõõveldatud saematerjal erinevate kvaliteedi ja pikkustega klotideks. Masina juurde kuulub Variospeed etteandesüsteem, mis tagab pausideta saagimise. Lisaks on olemas ka automaatselt juhitud jäätmešaht, mis avaneb vastavalt vajadusele, eemaldades väljalõigatud puiduriketega jäätmed ning transportides need lintrahandõõri abil purustajasse. Kindlale puiduliigile kohandatud HighGrip-rullikud võimaldavad materjali täpset positsioneerimist. Tabelis 7 on välja toodud seadme andmed töödeldava materjali kohta.



Joonis 8. Järkamissaag DIMTER OptiCut 450 Quantum II. <sup>[11]</sup>

Tabel 7. Dimter Opticut Quantum 450 II tehnilised andmed. <sup>[11]</sup>

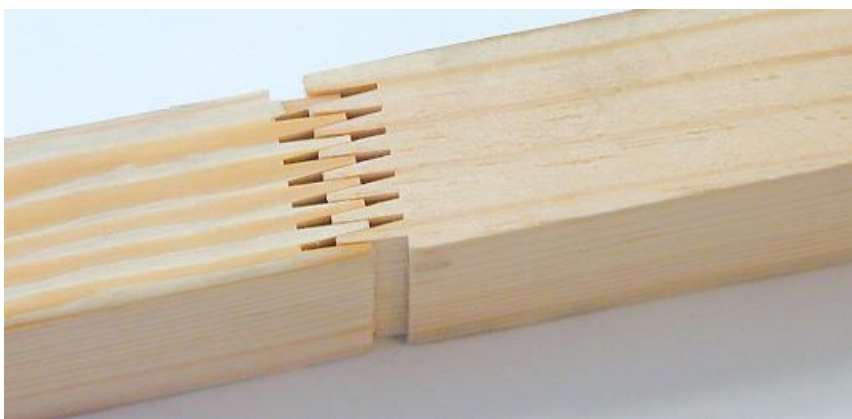
<b>Minimaalsed töödeldava laua ristlõike mõõtmed</b>	30 x 12 mm
<b>Minimaalne töödeldava laua pikkus</b>	900 mm
<b>Maksimaalne töödeldava laua pikkus</b>	6,3 m
<b>Maksimaalne etteandekiirus</b>	415 m/min
<b>Lõiketäpsus 1 m</b>	±0,8 mm
<b>Lõiketäpsus 2,5 m</b>	±1,5 mm
<b>Minimaalne laua pikkus peale lõikust</b>	110 mm
<b>Keskmine tootlikkus</b>	1900 jm/h

## Seadme võimalused ja omadused

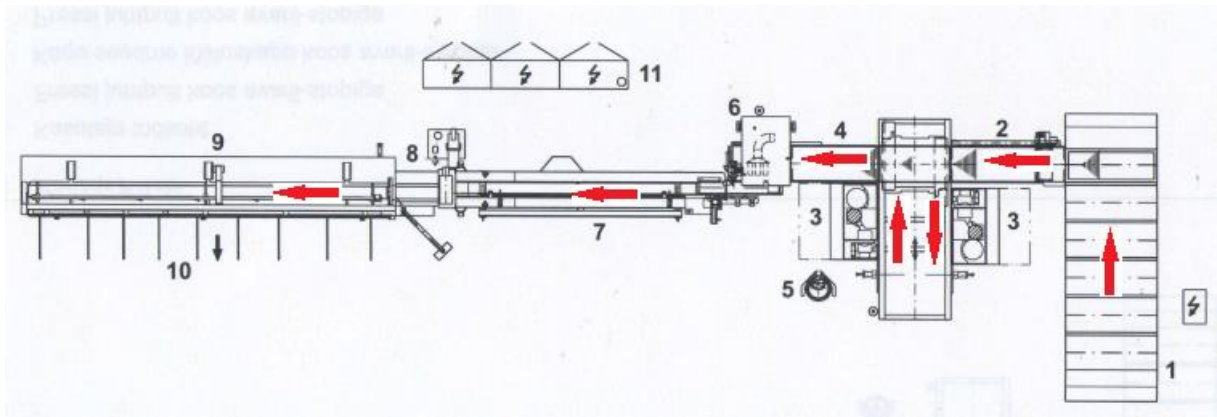
- Ühilduvus skanneriga Luxscan Combiscan
- Ühilduvus teiste süsteemidega
- Automaatne etteanne
- Automaatne sorteerimine
- Patenteeritud kõrgjõudlusega jäätmete-eemaldussahtel
- Väga mitmekülgne seadistusvõimalus: võimalikud on nii kindla- kui eripikkused lauad, kuni kaheksa kvaliteediklassi, 16 gruppi ja üle 100 000 pikkuse.
- Fikseeritud pikkusele lõikamine ja defektide eemaldus

### 1.3.5 Sõrmjätkamismasin Grecon Combipact 4

Ettevõttel on kasutusel kaks sama mudeliga sõrmjätkamasinat: Grecon Combipact 4 (I) ja Grecon Combipact 4 (II). Sõrmjätkamismasinad on ette nähtud eranditult ainult massiivpuidu töötlemiseks. Sõrmjätkamisel toodetakse kasutusvalmis sõrmtappide abil pikemateks detailideks ühendatavaid puitdetailide (vt. Joonis 9). Grecon Combipact 4 (vt. Joonis 10) freesib sõrmtapid tooriku mõlemale küljele, liimib liimikammi abil tapid, viib need pressimistsooni ning pressib surve all üheks pikaks toorikuks, lõigates peale pressimist materjali täpsele etteantud pikkusele. Kasutusel on kaheksast freesist koosnev komplekt (vt. Joonis 11). Lõikefreese teritatakse üks kord nädalas. Töös on kaks komplekti korraga, üks komplekt freesib ühele otspinnale tapid, teine freesib teisele otspinnale. Tabelis 8 on välja toodud tehnilised andmed seadme kohta.



Joonis 9. Sõrmjätkatud tappühendus. <sup>[12]</sup>



Joonis 10. Sõrmjätkuliin Grecon Combipact 4. <sup>[13]</sup>

- |                                 |                          |                             |
|---------------------------------|--------------------------|-----------------------------|
| 1. Pakkimine (sahtlid)          | 6. Ristilükkaja          | 11. Kogu seadme lülituskilp |
| 2. Sissetõukeüksus              | 7. Reastusüksus          |                             |
| 3. Freesimis üksus 2st freesist | 8. Ettenihe              |                             |
| 4. Transportlint                | 9. Press                 |                             |
| 5. Liimivarustusseade           | 10. Pressi väljalaskeava |                             |

Tabel 8. Sõrmjätkuliini Grecon Combipact 4 andmed.

<b>Detaili (tooriku) pikkus</b>	150-1000 mm
<b>Detaili (tooriku) laius</b>	30-205 mm
<b>Detaili (tooriku) paksus</b>	14,5-100 mm
<b>Väljastuslaudade pikkused</b>	3000-6100 mm
<b>Pressimisjõud</b>	120 (145) kN
<b>Tootlikkus vertikaalühendusel 30 x 90 x 400 mm</b>	41,8 jm/min
<b>Tootlikkus horisontaalühendusel 22 x 50 x 350 mm</b>	19,25 jm/min
<b>Keskmine tootlikkus</b>	1400 jm/h



Joonis 11. Sõrmjätkupingi frees

#### 1.4 Tehase tootmisprotsessi kirjeldus

Materjali liikumine ettevõttes algab selle ladustamisega varju alla ehk materjali hoiukuuri. Varjualusest tuuakse materjal tõstukiga tootmistehasesse, kus eemaldatakse sellelt pakkelindid ning kile. Edasi kulgeb saematerjali liikumine läbi tehase ning asetatakse see pakilammutusliinile (vt. Joonis 12) 1. Peale paki asetamist liinile toimub kogu liikumise juhtimine eemalasuvatest pingi juhtimispuultidest, mida opereerivad pingi operaatorid. Materjali pakk pannakse liikuma mööda kett-transportööri pakilammutuseadme poole, kus esimese operatsioonina tõstetakse saematerjali pakk 45° nurga all ülesse, kuni paki esimene rida ulatub üle piiraja, ning edasi kukutatakse saematerjal liinile. Kukutamise eemaldatakse saematerjali paki vahelt vahelipid juhul, kui need on olemas. Vahelipid kukuvad konveierile, kus need liiguvad edasi lipikogujasse 2. Edaspidine liikumine materjalil toimub automaatselt puhvertsoonides. Materjali liigutatakse mööda kett-teed, ülestõusvate rullikuteni, mille abil tasandatakse laudade otsad. Lauad liigutatakse rullikute abil paremalt vasakule otstega pörgates vastu pörkeseina. Enne kalibreerimist nelikanthöövelpingil on oluline, et laudade otsad oleksid tasandatud, sest ainult siis liiguksid need ühtlaselt sissesöötja vahele. Kui saematerjali otsad on tasandatud liigub materjal edasi liini tasapinnast allpool olevasse kolusse, kus konveier eraldab lauad üksteisest ja materjal saab liikuda ühekaupa mööda kettliini edasi. Kogu liikumine toimub liinil puhvertsoonides, mis on reguleeritud

fotosilmadega. Autmatiseeritud seade mugavdab tunduvalt tööliste tööd vabastades ta raskestest ning tüütutest liigutustest.

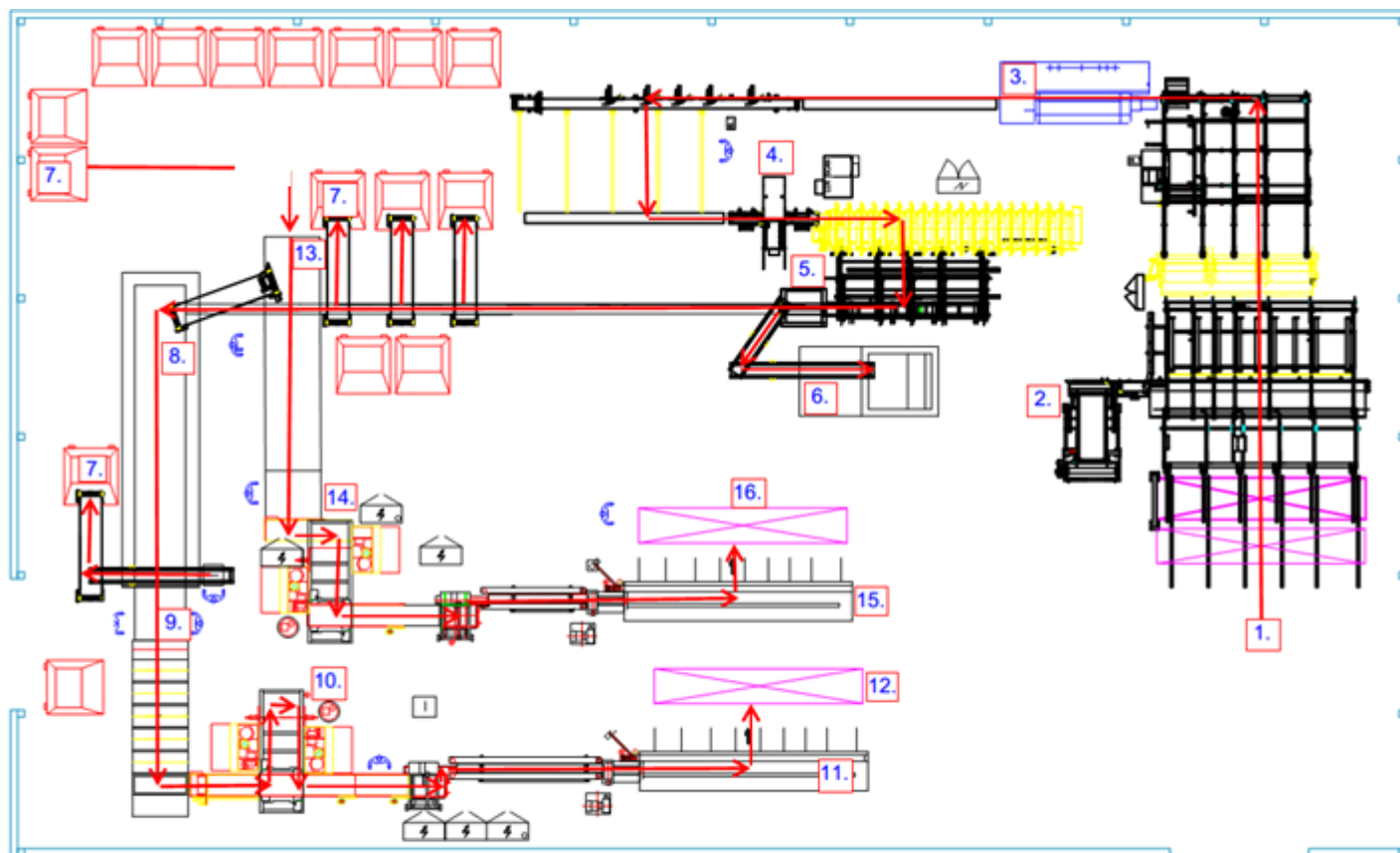
Kui saematerjal on jõudnud nelja kandi hõõvelduspingini 3, siis sissesöötja lükkab ükshaaval need seadmesse. Nelikanthõõvelpingi ülesandeks on kalibreerida saematerjal nõutavatesse ristlõikemõõtmetesse. Peale nelikanthõõvliit liigub kalibreeritud materjal mööda lintkonveierit esimese sorteerimisliini poole. Tõukurid tõukavad fotosilmadelt saadud signaalide poolt iga mööduva laua lintkonveieri puhveralasse, kus hinnatakse operaatori poolt visuaalselt materjal esimest korda üle. Kontrollitakse ristlõike vastavusi ning keeratakse käsitsi vajaliku külje peale- aastarõngad avatuna ülespoole. Puhverala tagab saele materjali olemasolu tootmises 1,5 minutiks juhul, kui eelnevalt mainitud seadmetel peaks toimuma seisak. Puhveralast kulgeb materjal edasi sissesöötmissaadme alla, mis suunab selle skannerisse 4. Skanneri ülesanne on registreerida materjalil kõik defektid: oksakohad, lõhed, poomkandid, värvimuutused, kõverused, ala- ja ülemõõtmed, ning nende järgi anda materjalile kvaliteediklass jaotades selle lõikudeks ja edastada see info edasi optimeerivale kappsaele. Kõik see toimub nelja laserkaameraga Multi-Scan tehnoloogia abil. Operaatoril tuleb eelnevalt sisestada defektide andmed vastavalt kvaliteediklassidele. Optimeerida saab kvaliteetide, hinna, kasutuse või tööeesmärgi järgi. Kui materjal on läbinud skanneri, siis jõuab ta lintteed mööda kappsae puhveralasse. Puhvererala tagab 1,5 minutit tootmisaega juhul, kui eelpool mainitud seadmetel peaks toimuma seisak. Puhveralalt kulgevad lauad järgmise etteandesüsteemi alla, kus suunatakse lauad ükshaaval optimeerivasse kappsaaget 5. Lauad läbivad sae olenevalt pikkusest ja defektide arvust keskmiselt 6 sekundit. Saag on võimeline lõikama läbilaskekiirusel 415 m/min või 540 lõiget minutis.




Pärast saage eemaldatakse defektideks määratud jäägid, mis liiguvad mööda konveiereid purustajasse 6. Samaaegselt toimub ka lahtilõigatud materjali esmane sorteerimine. Sorteerimine toimub määratud kvaliteediklasside järgi, kus lintkonveieril liikuvad puidudetailid tõugatakse hüdrauliliste tõukurite abil skanneri antud käsu poolt vastavasse puhverkasti 7. Puhverkaste on ettevõttes kasutusel 25 tk ning iga kasti mahutavus on ligikaudu 0,6 m<sup>3</sup> või 500 jm. olenevalt materjali mõõtmetest. Põhitoodang ehk oksavaba materjal liigub edasi otse lailintkonveieri puhveralasse 8, kus sorteerimise käigus läbivad järgatud detailid veelkord visuaalse kontrolli 9. Praak, mis ei sobi toodetesse loobitakse praagi kasti, mis hiljem töödeldakse ümber või purustatakse. Sorteerimise käigus avastatud otspinna oksakoht või mõni muu defekt eemaldatakse järkamissaega, muutes detaili oksavabaks ning lisatakse tagasi liinile. Peale kontrolli laotakse detailid servpinnale kõrvuti ja asetatakse konveiersahtlitesse, kus need liiguvad edasi sõrmtapilõikurisse 10. Sõrmtapilõikur freesib

materjalipaki otspindadele tapid, kus töö käigus kantakse liimikammi abil tapi pesadesse liim. Maksimaalsel kiirusel toimub kogu freesimise protsess 10 sekundit. Liimimisel kasutatakse FOLCO LIT X 3000 (Lisa 1) liimi. Liim kantakse ühele tapi otspinnale. Peale tappide freesimist ja liimimist liiguvad detailid edasi pressi. Ristilükkamisüksuses kukutatakse vastava rulliku ja tõukuri abil detailid ühekaupa, üksteise järel servpinnalt külgpinnale ja mööda kettkonveierit liiguvad detailid üksteise järel ühendatud tappidega pressimisse 11. Pressimise aeg on vastavalt toorikule 1,5 sekundit. Peale pressimist lõigatakse toorik lõikuri abil pikkusele ning tõukurid tõukavad detaili pressist ristpuudele, kus tootele on antud liimi kuivamisaeg 2 min. Pärast liimi kuivamisega võtab paketeerija ning asetab detailid pakki, kus liistutoorikutel toimub edasi ülejäänud tehnoloogiline kuivamisprotsess 12. Kui liistutoorikud on pakki laotud, liigutatakse see edasi tõstuki abil toodangu lattu, kus see kiletatakse ning võetakse arvele.

Ettevõtte teise sõrmjätkuliiniga Grecon Combipact 4 (II) toodetakse kõrvaltooteid ehk kehvema kvaliteediga tooteid 14. Protsess on täpselt sama võrreldes eelmise sõrmjätkamispingiga.

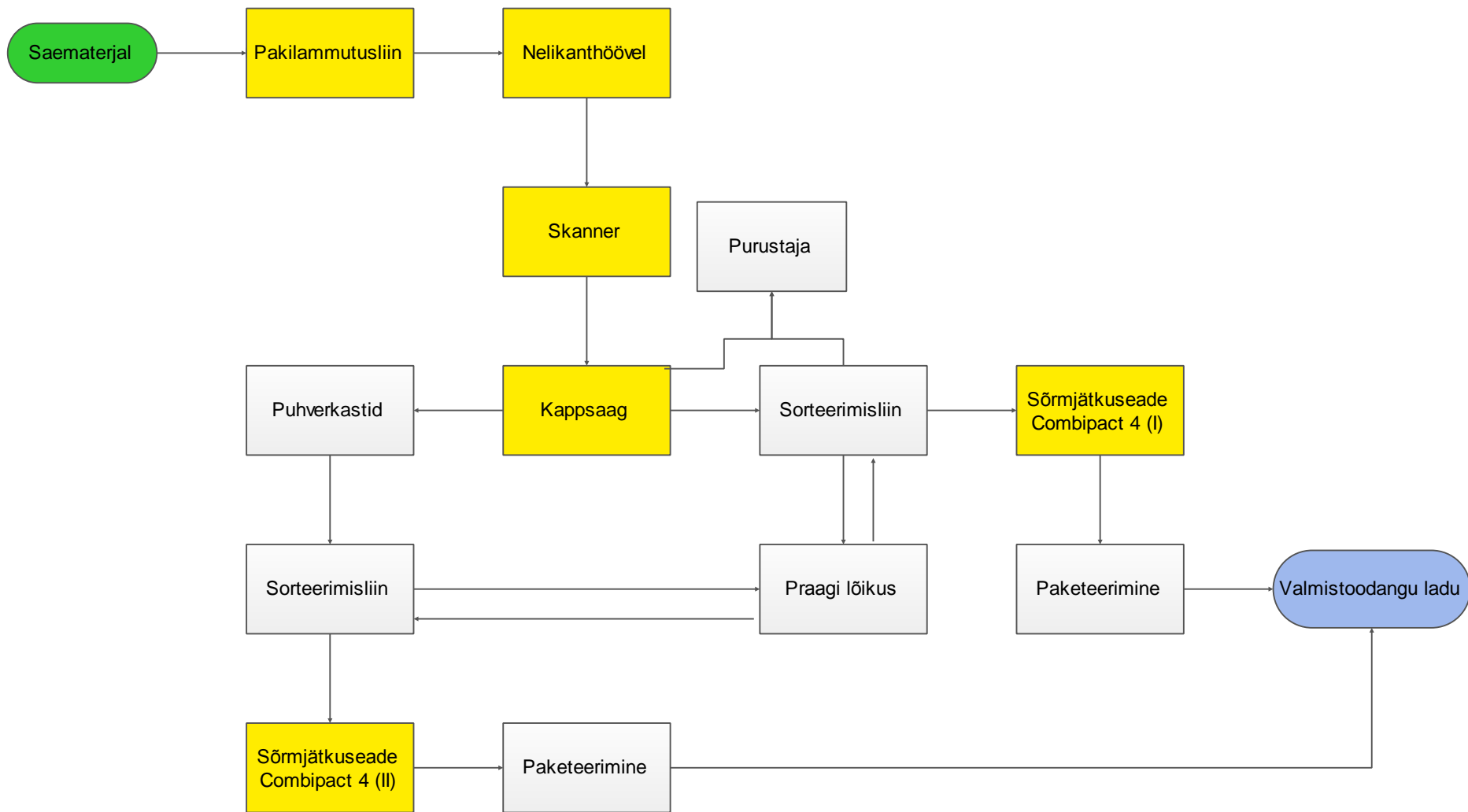
Kogu liikumine paki asetamisest liinile ja oksavaba tooriku pakki asetamisega võtab aega 11 min. Iga järgnev toorik valmib 10 sekundi jooksul ehk kuni 6 toorikut minutis vastavalt pressitavale tooriku pikkusele. Voodiagrammil (vt. Joonis 13) on näha saematerjali liikumise üldine skeem.



-  - materjali pakk
-  - tootmistööline
-  - materjali liikumissuunda näitav nool

1. Pakilammutusliin  
System TM Opti-Feed 6000
2. Lipikoguja
3. Nelikanthöövelpink  
Weining Hydromat 23 C
4. Puiduskanner Luxscan
5. Järkamissaag DIMTER  
Opticut 450 Quantum II
6. Purustaja
7. Puhverkast
8. Puhverliin
9. Visuaalne kontroll
10. Sõrmtapilõikur Grecon  
Combipact 4 (I)
11. Combipact 4 (I)  
Tapipress
12. Valmistoodangu pakk
13. Puhverliin
14. Sõrmtapilõikur Grecon  
Combipact 4 (II)
15. Combipact 4 (II)  
tapipress
16. Valmistoodangu pakk

Joonis 12. OÜ Combilink tootmistehase skeem, materjali liikumine liinil.



Joonis 13. Saematerjali liikumine tootmistesases.



## 2. SEADMETE TOOTLIKUSE ARVUTUSED

Arusaamaks, millised on maksimaalsed tootlikkusvõimalused sõrmjätkamisliini seadmetel tuli need arvutada iga seadme kohta eraldi. Edasipidine tootlikkusega seotud uurimised toimuvad saadud arvutuslike tulemuste järgi. Seadmete tootlikkusarvutused on tehtud autori poolt kasutatades erinevaid seadmete tootlikkusvalemeid. Tootlikkus arvutati nelikanthöövelpingi Weining Hydromat 23 C, kappsae Dimter Opticut 450 II ning Grecon Combipact 4 kohta.

### 2.1 Nelikanthöövli Weining Hydromat 23 C tootlikkusarvutused

Tootlikkusarvutused nelikanthöövelpingi kohta on tehtud maksimaalsete näitajatega. Tooriku pikkus on saadud kappsae statistilistest andmetest ning arvutatud keskmiseks tulemuseks. Keskmise pikkus saematerjalil 2015 a. juunikuus oli 4,15 m.

Weinig Hydromat 23 C tootlikkuse valem:

$$A = T_{vah} * K_t * K_m * K * u * n/L \text{ tk/vah} \quad [14] \quad (1)$$

Kus  $T_{vah}$  = vahetuse kestvus, min (450)

$K_t$  = tööaja ärakasutamise koefitsient = 0,9

$K_m$  = tooriku pikkus 0,5 m = 0,9; kuni 2 m = 0,95

$K$  = libisemist arvestav tegur = 0,9

$u$  = eendekiirus, m/min

$n$  = kordsus pikkuses

$L$  = tooriku pikkus, m

$$A = 450 * 0,9 * 0,95 * 0,9 * 80 * 1 / 4,15 = 6675 \text{ tk/vah}$$

$$6675 * 4,15 = 27701 \text{ jm/vah}$$

## 2.2 Kappimissae Dimter OptiCut 450 Quantum II tootlikkusarvutused

Kappimissae tootlikkus arvutati keskmise lauapikkuste järgi, mis saadi sae statistilistest andmetest 2015 a. juunikuu kohta. Statistilistest andmetest saadi ka sae keskmine töötlemisaeg laua kohta. Nende näitajatega arvutatakse tootlikkus kappsael.

Kappsae tootlikkuse valem:

$$a * (s/b) = m/min \quad [15] \quad (2)$$

Kus  $a$  = Materjali pikkus, m

$b$  = töötlemise aeg laua kohta, s

$s$  = 60 sek

$T_{vah}$  = 450 min

$4,15 * (60/6,75) = 36,89 \text{ m/min}$

$36,89 * 450 = 16\ 600 \text{ m/vah}$

Kappimissae tootlikkus vahetuse kohta saadi arvutuslikul teel 16 600 jm. Saadud summat ei saa lõplikuks lugeda, kuna maha tuleks arvutada veel tehnoloogilised kaod ning jäätmete osakaal. Arvutades jäätmed ning tehnoloogilised kaod (~ 15%) kappimissae väljatulekust maha, saame sae tootlikkuseks 14 110 jm/vah, mis on ~1900 jm/h.

## 2.3 Sõrmjätkamismasin Grecon Combipact 4 tootlikkusarvutused

Sõrmjätkumasin Combipact 4 töötlusprotsess koosneb mitmest erinevast etapist. Tabelis 9 on arvutatud seadme Grecon Combipact 4 tootlikkus kolmest tähtsamast sõlmüksusest: freesimisüksusest, ristilükkamisüksusest ning pressimisüksusest. Teada on, et freesitavate detailide pikkus on vahemikus 140 - 600 mm. Tootlikkuse arvutamiseks saadi sõrmjätkuseadmete 2015 a. juunikuu statistilistest andmetest töödeldud keskmine detaili pikkus, milleks oli 300 mm. Enne arvutamist on teada, et masin suudab töödelda 5 töölauatäit materjali minutis. Lauale mahub erinevate paksustega detaile erinev arv, kuid mitte üle töölaua laiuusest, mis on 600 mm. Veel on teada, et pressimisüksuses on võimalik pressida materjali kokku maksimaalsele pikkusele 6100 mm. Arvutamisel võeti pressitava materjali keskmiseks pikkuseks 4420 mm, kuna see on enim kasutatav tooriku pikkus ettevõttes.

Arvesse on võetud , et press on võimeline pressima 8 tsükli minutis. Pressimisüksuse tootlikkuse arvutamiseks kasutati valemit 4. Valemit 3 kasutati ristilükkaja tootlikkuse arvutamiseks ning valemit 5 kasutati freesimisüksuse tootlikkuse arvutamiseks.

Ristilükkaja tootlikkuse arvutamise valem  $R_t$ :

$$R_t = a * c * d * e / 1000 \text{ m/vah}^{[16]} \quad (3)$$

Kus  $a$  = Ristilükkaja kiirus, tk/min

$c$  = Detaili keskmine pikkus, mm

$d$  = Vahetuse kestvus,  $T_{vah} = 450$  min

$e$  = Hooldusaja koefitsient- 0,8

Pressimisüksuse tootlikkuse arvutamise valem  $P_t$ :

$$P_t = a * b * d * e / 1000 \text{ m/vah}^{[16]} \quad (4)$$

Kus  $a$  = Pressitava detaili pikkus, mm

$b$  = Pressi tsükkel, tsükli/min

$d$  = Vahetuse kestvus,  $T_{vah} = 450$  min

$e$  = Hooldusaja koefitsient- 0,8

Freeslaua tootlikkuse arvutamise valem  $F_t$ :

$$F_t = a * b * c * d * e / 1000 \text{ m/vah}^{[16]} \quad (5)$$

Kus  $a$  = Töölaua kiirus, töölauda/min

$b$  = Detailide mahutavus freeslaulal ( $600/f$ ), tk

$c$  = Detaili keskmine pikkus, mm

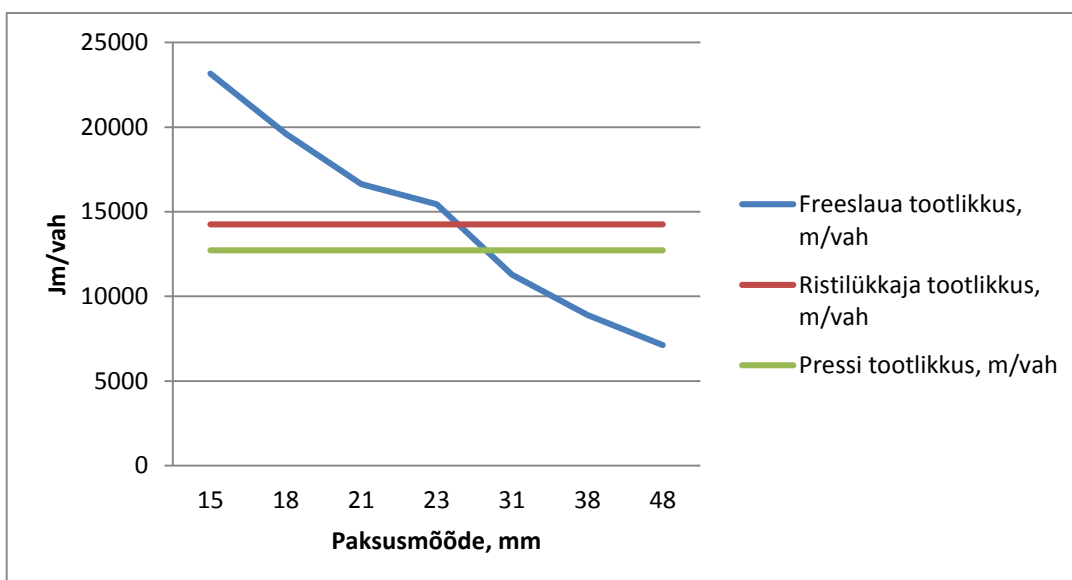
$d$  = Vahetuse kestvus,  $T_{vah} = 450$  min

$e$  = Hooldusaja koefitsient- 0,8

$f$  = Detaili paksus, mm

Tabel 9. Sõrmjätkuliini Combipact 4 tootlikkusarvutused. <sup>[16]</sup>

Materjali paksus, mm	Detaile laual	Freeslaua tootlikkus, jm/vah	Ristilükkaja tootlikkus, jm/vah	Pressi tootlikkus, m/vah
15	39	23166	14256	12730
18	33	19602	14256	12730
21	28	16632	14256	12730
23	26	15444	14256	12730
31	19	11286	14256	12730
38	15	8910	14256	12730
48	12	7128	14256	12730



Joonis 14. Sõrmjätkumasina sõlmede tootlikkused paksusmõõtmete järgi.

Sõrmjätkatud materjali on võimalik pressida täpselt niipalju kui on tema kõige nõrgema sõlme tootlikkus (vt. Joonis 14). Tabeli 9 järgi võib lugeda, et enamasti on madalaima tootlikkusega sõrmjätkupingil pressimisüksus – 12730 jm/vah. Pressimise aega ei ole võimalik rohkem aga kiirendada. See aeg on hetkel töösolevate andmete järgi 1,5 sekundit detaili kohta.

### **3. PROBLEEMIDE TUVASTUS SÕRMJÄTKULIINIL JA KITSASKOHTADE ANALÜÜS**

Ettevõttes Combilink OÜ on põhiliseks probleemiks iga seadme seisuaeg ehk seisak. Iga seisak põhjustab rahalise kaotuse nii ettevõttele kui ka töölisele. Mahutootmise puhul on kõige olulisem seadmete töös hoidmine. Ükski seade liinil ei ole võimeline 100%-lise tööajaga töötama. Takistavad tegurid on: tööajagraafik, masinate tehnoloogilised võimalused, seadmete korrasolek, nende remondiks kuluv aeg, probleemid tingitud materjali kvaliteedist liinil ja kõigi nende probleemide likvideerimise kiirus operaatorite poolt. Enne, kui hakatakse seadmetel tööle, kontrollitakse iga töötluspingi operaatori poolt tema juhitava seadme seisukorda. Probleeme ennetatakse ning vigu, mis on võimalik lahendada enne seadmel tööle hakkamist lahendatakse või kui on võimalik, siis tegeletakse nendega puhkeagadel. Lõikeriistade ja etteanderullikute vahetus, masina puhastus ja selle hooldus toimuvad kõik väljaspool tööaega.

Erinevate vigade otsimiseks ja probleemide tuvastuseks sõrmjätkuliini tootlikkuse parandamiseks kasutati mitmeid erinevaid viise. Kõigepealt selgitati välja materjali liikumine seadmetes ning masinate töö iseärasused, uuriti seadmete võimalusi ning ka puudusi. Seejärel tegeleti töö- ja seisuaegade uurimisega, kus vaadeldi seisakute tekkimise põhjuseid, vigade kõrvaldamise kiirust, hinnati ja analüüsiti tulemusi. Suuremat tähelepanu antud töös nõudis sõrmjätkumasin Combipact 4, mille kohta tehti eraldi tööpäeva pildistamine. Koguti andmeid liinil olevate defektsete oksavabade detailide osas, mis oli tarvis parandusena kvaliteedi jaoks üle lõigata või teise kvaliteedi alla liigitada.

Ettevõtte masinapark on kaasaegne, ning tänu sellele on võimalik saada masinatest ka statistilisi andmeid nende töö kohta päevade lõikes. Selle järgi on võimalik analüüsida nende tootlikkust ja seisuaegasid. Täpsema hinnangu andmiseks tuli analüüsida masinate statistilisi andmeid.

Peale selle uuriti veel muid probleeme, mis võiks tootlikkust vähendada, nagu töökorraldust, varuosade olemasolu, inimeste jaotust ja selgitati välja, kas nende muutmisega oleks võimalik tootlikkust suurendada.

### **3.1 Probleemide tuvastus seadmetel**

Probleemide tuvastuseks seadmetel vaadeldi sõrmjätkuliiniga seotud olevaid seadmeid, mõõdeti stopperkellaga seisakute pikkusi, tuvastati probleemide põhjused ja hinnati seisaku poolt tekitatud tootlikkuse kadusid. Seisakuaja sisse kuulus operaatori reageerimise kiirus, vea leidmine, vea eemaldamine kuni tootmise jätkumiseni. Jälgimist alustati tootmises kasutatava liini alguspunktist, kus saematerjali pakk pannakse esmalt transportööriinil liikuma. Edasi liiguti probleemide tuvastamistega sellele järgnevatel seadmetel kuni viimase etapini, kus toode ladustatakse pakki. Töö käigus hinnati nii tootmisliini seadmete probleeme, kui ka tööliste võimet neid probleeme lahendada. Kõigi seadmete jälgimiseks kulutati aega üks kuu. Ühe kuu jooksul kogutud andmed arvatati ümber keskmisteks tulemusteks ühe vahetuse kohta ning hinnati ja analüüsiti seisakute mõju tootmisele. Vahetuse pikkuseks ilma pausideta ja lõunata on 450 minutit. Tuvastati erinevaid vigu: vead, mis otseselt ei sega tootmise efektiivsust ja vead mille tagajärjel tekkis seisak, mis põhjustas kaotuse toodangu mahus. Otseselt tootmist mitte segavad vead liinil loendati üles selleks, et võimaluse korral muuta operaatorite töö lihtsamaks, et nad saaksid keskenduda rohkem tootmisele, kui tekkinud vigade kõrvaldamisele. Suuremateks vigadeks loeti neid, mille tagajärjel tekkis tootmises seisak ka mujal tootmiseseadmetes. Kindlasti on tunduvalt rohkem probleeme seadmetega, kui vaatluse ajal üles loendati, kuid olulistemate vigade ülevaade saadi antud tööks kindlasti.

#### **3.1.1 Probleemide tuvastus seadmel- System- TM Opti-Feed 6000**

Tabelis 10 on näha System-TM Opti-Feed 6000 probleemide tuvastuse tulemused. Liinil kasutatav materjal jälgimise ajal oli männilaud mõõtmetega 19x100 mm. Probleemide tuvastamiseks kulutati aega kokku 8 h. Tabelit lugedes võib teha järelduse, et liinil suuremaid probleeme, mis oleks tootmise seisma pannud, ei esinenud. Siiski esines mitmeid pisivigu, mille jaoks pidi pingi operaator lahkuma oma tööpositsioonilt liini juurde, et need kõrvaldada. Vahemaa, mida operaator peab läbima vea kõrvaldamiseks on positsioonilt lahkumisega ja tagasi tulekuga 20 m. Keskmiselt oli vajalik operaatoril 70 vea kõrvaldamist vahetuses. Vahetuse jooksul kulutas operaator vigade kõrvaldamiseks aega 55 minutit. Kokkuvõtvalt võib öelda, et vigade likvideerimise peale kulunud aeg ei ole suur ning nende probleemide kõrvaldamine ei nõua suuremaid pingutusi ega tekita edasises tootmises seisakuid. Mehaanilisi vigu ei tuvastatud ja liin töötas hästi, probleeme tekitasid aeg-ajalt defektidega (kõverad ning katkised lauad või välja kukkuvad oksad) lauad ja lipid ning neid probleeme

töös edasi ei analüüsita. Kõik tabelis 10 välja toodud andmed on keskmised näitajad ühe vahetuse kohta.

Tabel 10. Probleemide tuvastus seadmel System- TM Opti-Feed 6000.

Probleem	Põhjus	Tootmise seismise aeg ,min	Kõrvaldamise aeg, min	Esinemiste arv vahetuses, min	Kaotus, toodangus jm/vah.
Lauad paiknevad mittekorrektelt liinil ja liiguvad diagonaalis kolusse	Lauad on kõverad. Liinil paikneb mitu rida materjali korruga. Saematerjali paki üks ots on madalam kui teine	-	1	22	-
Lipid kukuvad risti liinile	Mitu rida liinil korruga, Lipikoht pakil satub tasandajaga kohakuti	-	1	18	-
Lauad paiknevad enne nelikanti üksteise peal	Transportöör kukutab mitu lauda üksteise peale	-	0,5	30	-

### 3.1.2 Probleemide tuvastus seadmel- Weinig Hydromat 23

Nelikanthöövelpingil tuvastati mitmeid erinevaid vigu (vt. Tabel 10.1). Nelikanthöövelpingi poolt tekitatud seisakud tootmises tekivad enamjaolt siis, kui on tarvis häälestada seade teistele toodangu mõõtmetele või kui materjal jääb seadmesse kinni. Need probleemid tekivad ootamatult tööaegadel. Vaatluse aeg seadmele oli võetud 450 min. Töödeldav saematerjal oli sel ajal mõõtmetega 19x100 mm. Vahetuses registreeriti vigu kokku 46 korda. Tootmise seisuaeg näitab antud seadme poolt põhjustatud seiskumist ning tootmise kadu järgnevatel töötlusseadmetel (kappsaa, sõrmjätkamispink). Vaatluse käigus registreeriti kokku 22 minutit tootmise seisuaega vahetuse kohta. Seade ise seisis vahetuse jooksul 56 minutit. Tänu puhveraladele ei kandunud kogu seadme seisu aeg järgnevale kappsaele. Puhveralad annavad 3 minutit lisaega, et seade vea korral uuesti tööle saaks ilma tootmist seisma panemata. Kui kappsaa ei saa tööd teha, ei jätku ka materjali sõrmjätkamispinkidele. Nelikanthöövelpingi probleemid tekitasid vaatlusel optimeerimissaes tööaja kaotust keskmiselt 696 jm vahetuses. Joonisel 15 on illustreerivalt välja toodud seisakute ja tööaja erinevused. Nelikanthöövelpingi vigade mõju sae tootlikkusele (S) jooksvates meetrites saab arvutada valemi 6 järgi.

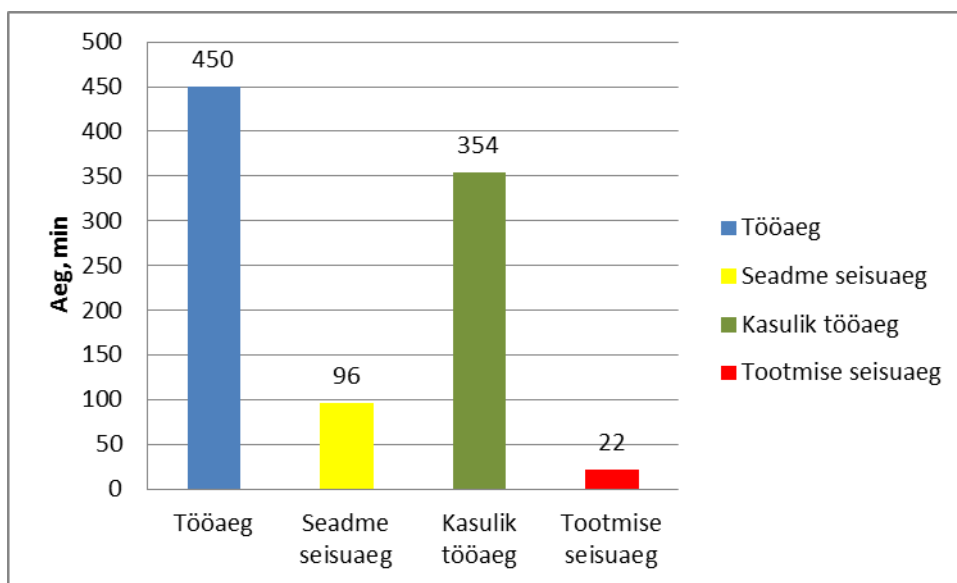
$$S = \frac{k*d}{t} = \tag{6}$$

Kus, k – masina tootmisvõimsus: 1900 jm/h (Opticut)

1400 jm/h (Combipact 4)

d – seisaku aeg, min

t – tööaeg (60 min)



Joonis 15. Weinig Hydromat 23C töö- ja seisuajad

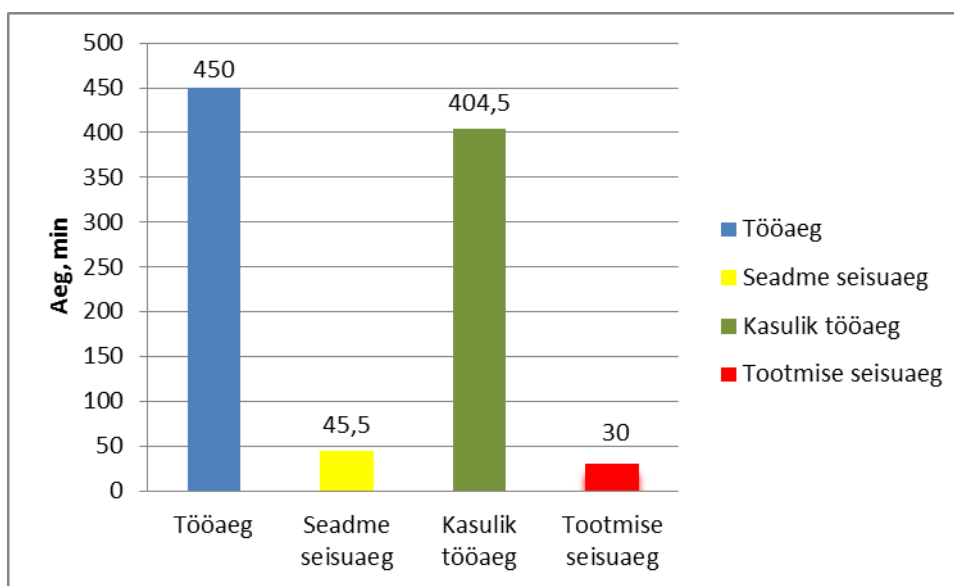


Tabel 10.1 Probleemide tuvastus Weining Hydromat 23 C.

Probleem	Põhjus	Tootmise seisuaeg, min.	Kõrvaldamise aeg, min	Esinemiste arv vahetuses	Kaotus, jm/vahetus
Seadme häälestus teistele materjali mõõtmetele	Järgmine materjali mõõde tootmisesse	12	15	1	380
Survelükkaja ei suuda materjali läbi seadme lükata	Paks materjal Kõver materjal Valesti seadistatud	-	2	8	-
Enne hõõvelpinkii jäävad lauad piiraja taha kinni	Materjal kõver	-	1	8	-
Uus pakk kallutajale	-	-	2	8	-
Lühike materjal ei liigu lükkaja alla	Järgmine laud on vähemalt poole pikem kui esimene laud	-	1	16	-
Materjal liigub üksteise alla	Seadmesse kinni jäänud materjali alla surutakse järgmine laud,( otsa veaga )	2	5	1	63
Materjal kinni seadmes	Kõver materjal Rullikud ja tööpind mustad Väljakukkunud oksad takistavad edasi liikumast Paksem/laiem materjal Niiske materjal	2	5	4	253

### 3.1.3 Probleemide tuvastus seadmel- Luxscan Combiscan

Rikkeid tuvastati järgmisel puiduskanneril Luxscan Combiscan. Tabelis 10.2 on skanneril leitud vead üles loetud. Vaatluste põhjal tekitas skanner seisakuid järgnevates tootmise seadmetes vahetuse jooksul 30 minutit ehk 6,6% tööajast. Skanneri põhilisteks probleemideks olid tarkvara- ning fotosilmade eksimuste poolt tekitatud seisakud. Skanner põhjustas optimieerimissaele 950 jm töötlemise seisaku. Skanneri ning seotud liiniosade probleemidega tuli operaatoril tegeleda 45,5 minutit vahetuse jooksul, mis moodustab 10% tööajast. Tootmise seisuaeg on väiksem skanneri seisuaegst tänu puhveralale enne kappsage. Kappsae seiskumine tekitab ka ülejäänud seadmetes tootlikkuse langevuse. Joonis 16 näitab illustreerivalt skanneri seisakute ja tööaja suhet. Kuu jooksul mehaanilisi vigu seadmel ette ei tulnud.



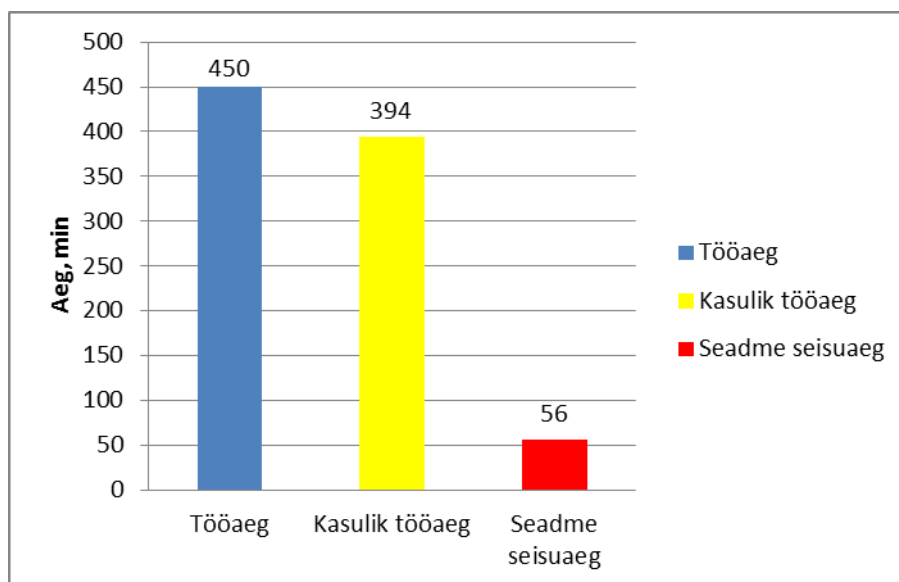
Joonis 16. Luxscan Combiscan töö- ja seisuajad.

Tabel 10.2 Probleemide tuvastus seadmel - Luxscan Combiscan.

<b>Probleem</b>	<b>Põhjus</b>	<b>Tootmise seisuaeg, min.</b>	<b>Kõrvaldamise aeg, min</b>	<b>Esinemiste arv vahetuses</b>	<b>Kaotus, jm/vahetus</b>
Etteanne ei jõua lauda läbi skanneri lükata	Laudade kogus liinil suur	-	1	2	-
Materjal jääb juhtlati alla kinni	Materjal kõver Materjal jookseb viltu ette	-	1	5	.
Materjal jääb suunaja ja veolindi vahele kinni	Kõver materjal Materjal liigub halvasti (viltu) ette	-	0,5	4	-
Etteanne ei näe lauda	Silm näeb oksaaugust läbi	-	0,5	1	-
Skanneri järgne transportöör ei eralda laudu	Silm ei näe laua lõppu, lauad liiguvad üksteise otsa	3	5	1	95
Skanner loeb valesti, hakkab praaki tekitama	Laser silmad on mustad Väljakukkunud oks fotosilmal Valesti seadistatud	3	5	2	190
Tarkvara probleemid	Erinevad põhjused	7	7	3	665

### 3.1.4 Probleemide tuvastus seadmel- Dimter OptiCut 450 Quantum II

Tabelis 10.3 on autori poolt märgitud optimeeriva kappsae vead. Vaatluste põhjal tekitas kappsaa vahetuse jooksul tootmises 56 minutit seisakut. See moodustab sae tööajast 7,8%. Kokku oli vahetuse jooksul ligi 816 jm mahukadu. Võib järeldada, et saag töötas päris hästi. Probleemid olid rohkem põhjustatud materjali puudumisest eelnevate seadmete vigade tõttu või siis materjali defektide poolt tekitatud seisakud. Kokku tuli optimeerimissaie ning tema liiniosade probleemidega tegeleda operaatoril 56 minutit vahetuse jooksul. Kui saag jääb seisma hakkab kohe jooksma tootmise seisu aeg järgnevates sõrmjätkuseadmetes ja lõppeb alles vea kõrvaldamisega. Seega on väga oluline siin operaatori reageerimise kiirus, et töö saaks võimalikult kiirelt jätkuda. Joonis 17 illustreerib optimeeriva kappsae seisakute ja tööaja suhet. Kuu jooksul mehaanilisi vigu ette ei tulnud.



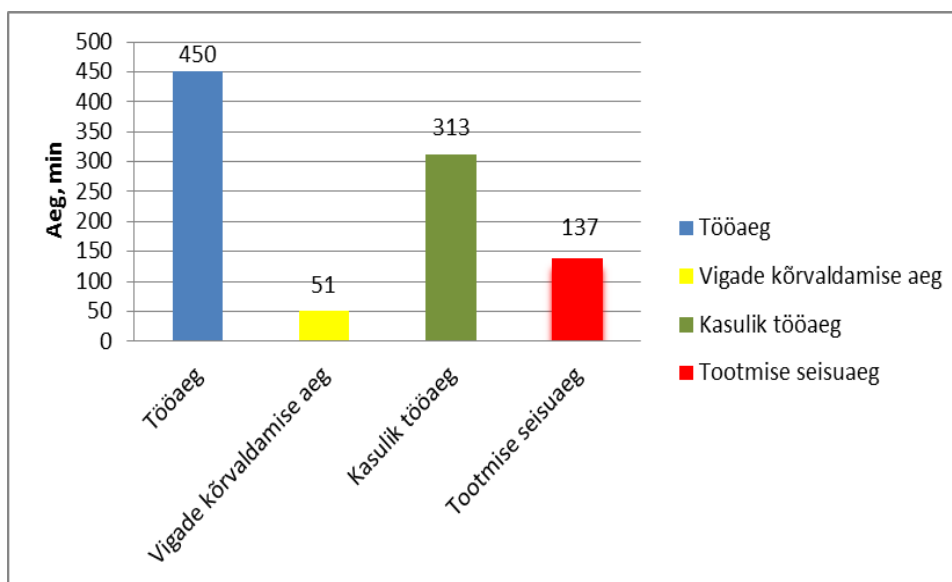
Joonis 17. Dimter OptiCut 450 Quantum II töö- ja seisuajad.

Tabel 10.3 Probleemide tuvastus seadmel - Dimter OptiCut 450 Quantum II.

<b>Probleem</b>	<b>Põhjus</b>	<b>Tootmise seisu-aeg, min</b>	<b>Kõrvaldamise aeg, min</b>	<b>Esinemiste arv vahetuses</b>	<b>Kaotus, jm.</b>
Materjal liigub viltu või üle teineteise enne saagi	Kõver materjal Tõukurid lükkavad valesti	3	3	2	140
Detailid suunajate vahel kinni	Paraja pikkusega oksavaba detail liigub kõveralt konveieril ja jääb suunajate vahele kinni, takistades talle järgnevate detailide liikumist transportööril	3	3	1	70
Sae seisak	Erinevad põhjused	1	1	12	280
Puhverkasti vahetus	Kast täis	2	5	7	326

### 3.1.5 Probleemide tuvastus seadmel- Grecon Combipact 4 (I)

Sõrmjätkuliini Grecon Combipact 4 (I) vaatluse ajal loendatud vead on üles loetud (vt. Tabel 10.4). Vaatluste ajal tekitas liin tootmises keskmiselt vahetuse jooksul 1 h ja 17 minutit seisakut. See moodustab seadme tööajast 30%. Grecon Combipact 4 põhjustas vahetuses 3196 jm materjali töötlemise seisaku. 36% kadudest olid tingitud masina enda poolt, kuid 64% oli tekkinud materjali töödeldava materjali puudusest kappsaeast. Kokku tuli sõrmjätkuseadme ning tema liiniosade probleemidega tegeleda operaatoril 51 minutit vahetuse jooksul. Joonisel 18 on illustreerivalt välja toodud sõrmjätkumasina seisakud ja tööaeg.



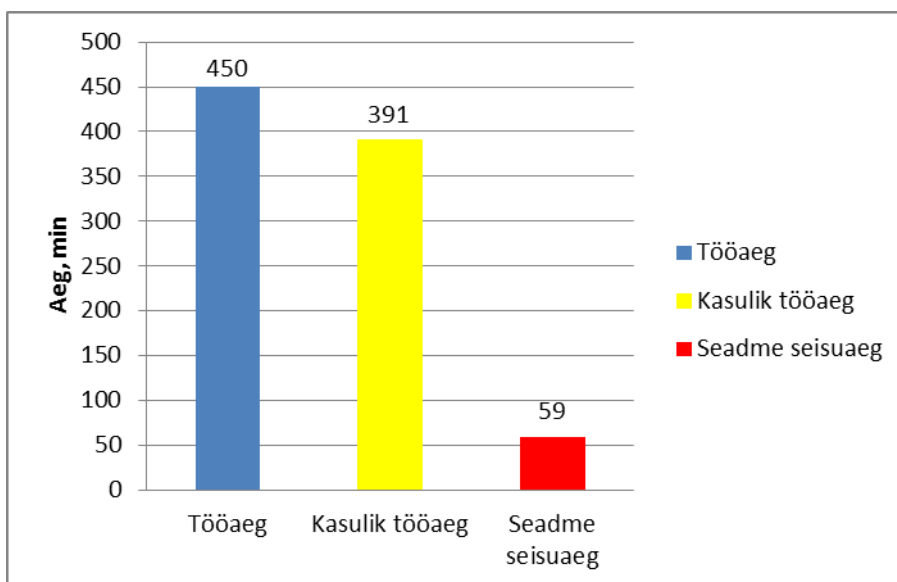
Joonis 18. Grecon Combipact 4 (I) töö- ja seisuajad.

Tabel 10.4. Probleemide tuvastus seadmel – Grecon Combipact 4 (I).

<b>Probleem</b>	<b>Põhjus</b>	<b>Tootmise seisaeg, min</b>	<b>Kõrvaldamise aeg, min</b>	<b>Esinemiste arv vahetuses</b>	<b>Kaotus, jm.</b>
Seisak pressil või tapilõikuril	Materjalitõukur lükkab viltu Fotosilm ei näe lauda Muud põhjused	1	1	16	373
Palju tühjasid sahtleid	Materjali puudus saest	86	-	pidev	2006
Praakdetail kukub sahtlis olevate oksavabade detailidele peale	Sorteerija visates praaki praagi kasti, põrgates vastu seda ja kukkudes sahtlisse	2	2	1	47
Masina hooldus	Iga vahetuse järgne masina hooldus, puhastus	20	20	1	467
Seadme häälestus teistele materjali mõõtmetele	-	13	13	1	303

### 3.1.6 Probleemide tuvastus seadmel- Grecon Combipact 4 (II)

Sõrmjätkuliini Grecon Combipact 4 (II) vead on üles loetud (vt. Tabel 10.5). Sõrmjätkumasin on mõeldud töötleva teisi kvaliteete peale „oksavaba“ materjali. Sorteerimisiinile kallatakse puhverkastis olev materjal, milles asuvad erinevad kvaliteedid, mis on kappsagimise teel saadud. Seade on töös vaid ühe vahetuse ööpäevas, kuna lihtsalt ei jagu järgatud detaile. Vaatluste ajal tekitas seade tootmises vahetuse jooksul 59 minutit seisakut. See moodustab seadme tööajast 13%. Kokku vahetuse jooksul ligi 1377 jm kadu. Sõrmjätkuseadme ning tema liiniosade probleemidega tuli tegeleda operaatoril 34 minutit vahetuse jooksul. Joonisel 19 on näha sõrmjätkumasina Combipact 4 (II) seisakute ja tööaja suhet.



Joonis 19. Grecon Combipact 4 (II) töö- ja seisuajad.



Tabel 10.5. Probleemide tuvastus seadmel - Grecon Combipact 4 (II).

Probleem	Põhjus	Tootmise seisuaeg, min	Kõrvaldamise aeg, min	Esinemiste arv vahetuses	Kaotus, jm.
Seisak pressil või tapilõikuril	Materjali tõukur lükkab viltu Fotosilm ei näe lauda Muud põhjused	1	1	26	607
Masina hooldus	Iga vahetuse järgne masina hooldus, puhastus	20	20	1	467
Seadme häälestus teistele materjali mõõtmetele	-	13	13	1	303

### 3.2 Tööpäeva pildistamine sõrmjätkumasinal Grecon Combipact 4 (I)

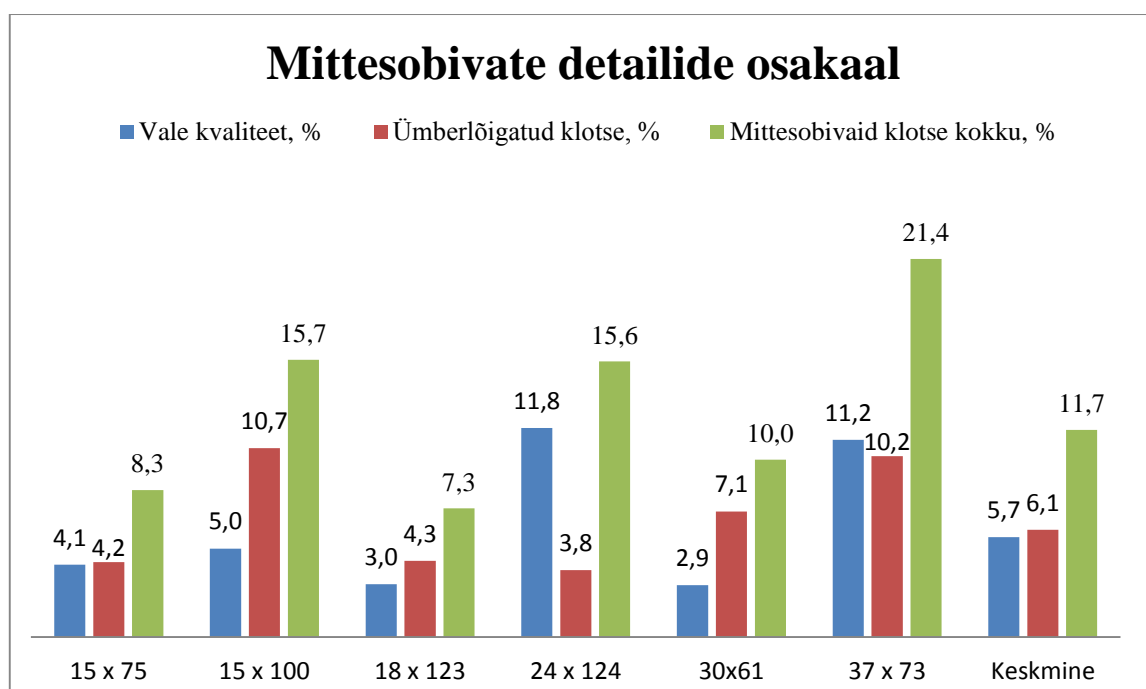
Selgeks arusaamiseks, mis takistavad sõrmjätkumasinal tootlikuse tõusu, tuli autoril läbi viia masina sorteerimisosal tööpäeva pildistamine. Tööpäeva pildistamine viidi läbi erinevate ristlõigetega materjalide töötlemisel. Pildistamisele kulus aega iga ristlõike kohta 2 h. Defektide loendamist teostati viie erineva materjali ristlõikel. Pildistamise ülesandeks oli vaja välja selgitada skanneri ja optimeeriva sae tõttu järgatud oksavabadele detailidele jäänud vead, ning seejärel tulemusi hinnata ja pakkuda välja lahendus selle parandamiseks. Vaatlust alustati sõrmjätkuliini sorteerimisosal, visuaalse kontrolli juures, kus loendati sorteerijate poolt välja sorteeritavat praak materjali, valesid kvaliteete või ülelõikamisele minevaid detail. Sorteerimisüksusel töötab kolm töötajat: kaks sorteerijat ning üks abitöötaja defektide välja lõikamisel järkamissaega. Loendati detailid millele oli jäänud otspinnale või mujale defekt, mis oli võimalik paranduse sisse viimiseks järkamissaega eemaldada. Parandatud detailid asetatakse tagasi sorteerimisliinile. Oksavabade detailide hulka sattus ka erineva kvaliteedinõuetega toorikuid, mis ei sobinud tootmises olevasse oksavabasse tootesse. Teistele kvaliteedinõuetele vastavad detailid pannakse eraldi puhverkasti, parandust vajavad detailid antakse abitöötajale lõikamiseks. Tabelis 11 on tööpäeva pildistamisel saadud tulemused erinevate ristlõigete ning nende defektide osakaalu kohta. Iga detaili kohta kulutab töötaja kontrolliks ning otsuse tegemiseks, kuhu iga detail paigutada aega keskmiselt 1 sekund. Tootmismahu kadu tekib defektide välja sorteerimisel, kui ka ümberlõikamisel. Kulutadud aega oleks tarvis efektiivselt kasutada hoopis sahtlite täitmiseks kvaliteedile vastavate oksavabade detailidega. Saadud defektide arv arvutati ümber protsentuaalseks osakaaluks. (vt. Tabel 12). Joonis 20 illustreerib saadud tulemusi.

Tabel 11. Tööpäeva pildistamise tulemused Grecon Combipact 4 (I) sorteerimise üksusel.

Ristlõige, mm	15 x 75	15 x 100	18 x 123	24 x 124	30x61	37 x 73
Ümberlõikus, tk	669	632	440	280	668	659
Vale kvaliteet, tk	645	296	304	876	276	718
Täidetud sahtlid, tk	388	144	300	272	480	357
Detailide kogus sahtlis, tk	39	39	33	24	19	16
Aeg, h	2	2	2	2	2	2

Tabel 12. Tööpäeva pildistamise arvutuslikud tulemused sõrmjätumasina sorteerimise üksusel.

Ristlõige, tk	15 x 75	15 x 100	18 x 123	24 x 124	30x61	37 x 73
Vale kvaliteet, %	4,1	5,0	3,0	11,8	2,9	11,2
Ümberlõigatud detaile, %	4,2	10,7	4,3	3,8	7,1	10,2
Koheselt mittesobivaid detaile, %	8,3	15,7	7,3	15,6	10,0	21,4
Sahtlite arv minutis, tk	3,2	1,2	2,5	2,3	4,0	3,0
Sahtlitesse detaile minutis, tk	126	47	83	54	76	48



Joonis 20. Grecon Combipact 4 (I) tööpäeva pildistamise tulemused.

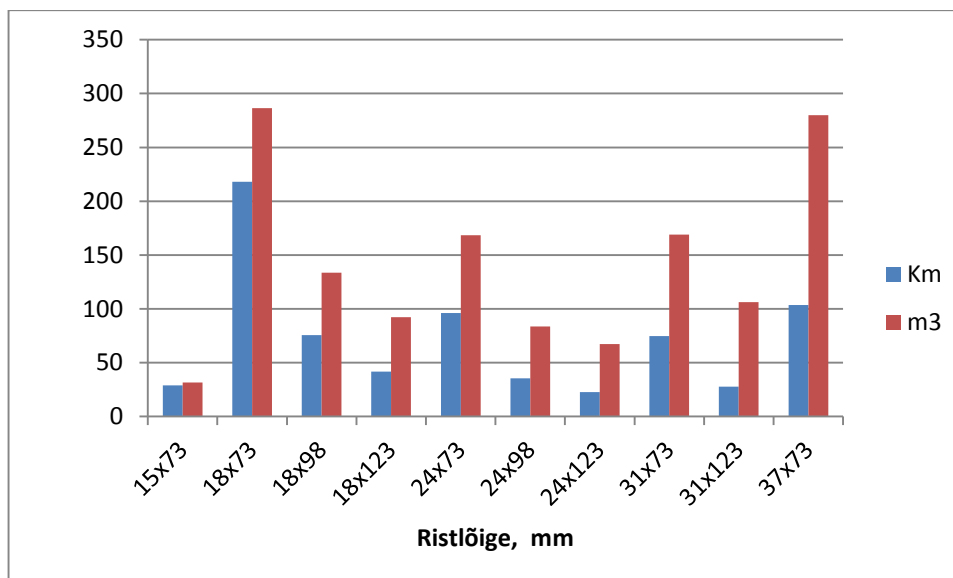
Mittesobivad detailid, mis sorteerijate poolt välja korjati või mis ümbertöötlust vajasis moodustasid vaatluse ajal keskmiselt 11,7% oksavabast materjalist. Eriti defektiderohkeks ristlõikeks osutus 37x73 mm, kus 21,4% kogu oksavabast materjalist oli kas vale kvaliteediga või vajab ümberlõikust. Autor leiab, et saadud tulemused on liiga kõrged ning viivad tootlikkuse sõrmjätumasinal alla. Põhjuseks, miks defektide osakaal on suur tuleneb skanneri valest vigade detektsioonist ning seega ka vale informatsiooni saatmisest kappsaele. Kappsaaq lõikab täpselt selliselt, kuidas skanner on saele lõikekava lauale ette seadnud.

### 3.3 Probleemide tuvastus läbi tootmisstatistika

Probleeme tuvastati autori poolt ka ettevõtte seadmete tootmisstatistikat uurides. Seadmed, millelt oli võimalik saada tootmise kohta tagasisidet oli kappsaa- Dimter Opticut Quantum 450 II ning sõrmjätkamiseade Combipact 4. Andmeid koguti seadmetelt 2015. a juuni kohta. Saadud statistilisi tulemusi võrreldi seadmete tootmisvõimsustega. Sõrmjätkupingi Combipact 4 (I) toodetud liistude ristlõigete jagunemine tootmismahu statistikas (vt. Tabel 13) on visuaalselt näha joonisel 21. Statistilisi andmeid olid seadmetelt võimalik välja võtta päevade lõikes jooksvates meetrites. Jooksvad meetrid arvutati paremaks arusaamiseks ümber kuupmeetriteks.

Tabel 13. Juunis 2015 toodetud materjali ristlõigete jagunemine mahu järgi.

Paksus, mm	Laius, mm	Kokku, jm	Kokku, m <sup>3</sup>
15	73	66975	73,34
18	73	62730	82,43
18	98	33587	59,25
18	123	42741	94,63
22	73	29463	47,32
24	73	2825	4,95
24	98	32396	76,20
24	123	24359	71,91
30	48	9588	13,81
30	61	48690	89,10
30	73	59353	129,98
34	69	12295	28,84
37	62	27470	63,02
37	73	67856	183,28
37	123	29898	136,07
<b>Kokku</b>		550226	1154,11



Joonis 21. Ristlõigete mahujagunemine juunis 2015 a.

Kappsaaq töötles 723808 jm saematerjali 2015 aasta juunikuus. Saematerjalist sõrmjätkatud toodete väljatuleku protsent arvutatati valem 7 järgi. Tulemuseks saadi, et samaterjali väljatulek on 76,02% . 23,98% moodustavad tehnoloogilised kaod ( defektid, lühike materjal, saetee).

$$\frac{A}{B} * 100 = c \quad (7)$$

Kus A-sõrmjätkatud materjali kogus, jm

B- saematerjali kogus, jm

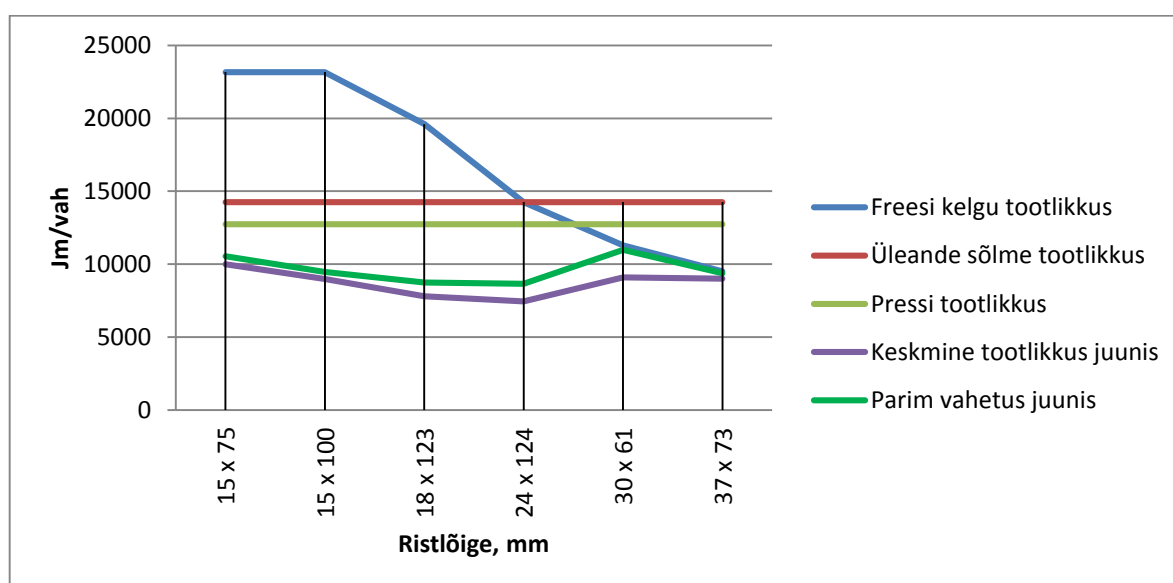
C- väljatuleku %

$$\frac{550226}{723808} * 100 = 76,02\%$$

Kui võrrelda sõrmjätkumasina igapäevast statistikat seadme tehase poolt antud arvutuslike andmetega (vt. Pt. 2.3), siis on näha, et realselt on veel palju teha, et tehase poolt antud tootlikkust tegelikult saavutada. Tehase andmete poolt antud tootlikkused arvutati ümber juunis 2015 tootmises olnud ristlõigete mahtude abil sõrmjätkumasina sõlmede reaalseks tootlikusteks (vt. Tabel 14). Tootmisajaks on võetud vahetuse pikkus 450 min. Tootlikkused tehase andmete järgi arvutati ümber pingi Grecon Combipact 4 (I) kõigi sõlmede kohta (vt. Tabel 14). Jooniselt 22 on näha sõrmjätkumasina juunikuu tootlikkus andmed võrreldes tehase poolt antud tootlikuse andmetega. Kogu sõrmjätkumasina maksimaalne tootlikkus on võrdne seadme kõige madalama tootlikkuse sõlme omaga.

Tabel 14. Grecon Combipact 4 (I) sõlmede tootlikkused juunis 2015.

Ristlõiked, mm	15 x 75	15 x 100	18 x 123	24 x 124	30 x 61	37 x 73
Freesi kelgu tootlikkus, jm/vah	23166	23166	19602	14256	11286	9504
Üleande sõlme tootlikkus, jm/vah	14256	14256	14256	14256	14256	14256
Pressi tootlikkus, jm/vah	12730	12730	12730	12730	12730	12730
Keskmine tootlikkus juunis, jm/vah	9985	8988	7800	7443	9092	9007
Parim vahetus juunis, jm/vah	10529	9467	8746	8646	10977	9372



Joonis 22. Grecon Combipact 4 (I) sõlmede tootlikkused juunis 2015.

### 3.4 Leitud kitsaskohtade analüüs

Seadmete probleemide tuvastuse (vt. Peatükk 3.1) käigus välja tulnud sõrmjätkumasina tootlikkuse kaod on tekkinud enamasti lõigatud materjali puudujäägist, seda kinnitab ka tootmisstatistika uurimine (vt. Peatükk 3.3) Sõrmjätkatud tooteid saab teha täpselt nii palju, kui on saest järgatud detaile sõrmjätkuseadmetesse panna. Antud olukorras tuleb välja, et kappsag Dimter Opticut 450 Quantum II ei suuda piisavalt „oksavaba“ kvaliteediga detaile lõigata, et toita ära sõrmjätkumasina vajadus. Kuna kappsag on üheks suurimaks kitsaskohaks, miks on materjali puudujääk sõrmjätkamismasinatel, siis peaks seda ka maksimaalselt ajaliselt töös hoidma. Selgus, et hetkel kasutusel oleva tööajagraafikuga seda ei tehta.

Suureks probleemiks võib välja tuua ka skanneri poolt valede andmete lugemine hõõveldatud saematerjalilt (vt. Peatükk 3.2). Valede andmete lugemine põhjustab ebakorrektse informatsiooni saatmise kapsaele, põhjustades palju defektseid detaile, mis tuleb sorteerijatel ümber töödelda või teise kvaliteediklassi määrata. Defektsete detailid ümbersorteerimine põhjustab aga suurt ajalist kulu ning oksavaba materjali puudujääki sõrmjätkumasinas. Skannerit on pidevalt üritatud parandada, investeerides sellesse suuri summasi. Tõsiasi on aga see, et skanner on lihtsalt 10 aastaga vananenud ning amortiseerunud ja tuleks vahetada paremate tulemuste saamiseks välja.

### **3.5 Muud probleemid**

- Ruumipuuduse tõttu ei ole võimalik hetkel lisada juurde lisaseadmeid, suuremaid puhveralasid ning ka rohkem puhverkaste, mis hoiaksid sõrmjätkumasinad töös ka siis kui eelnevatel seadmetel peaks midagi juhtuma.
- Seadmete remondiks vaja minevaid varuosi ei ole alati piisavalt. Pisemaid varuosi hoitakse laos, aga erinevaid mootoreid, reductoreid, sagedusmuundureid ja teisi olulisemaid liini osasid, mille tarne aeg võib ulatuda mitme päevani, ei varuta.
- Suuremate automaatiliste ja mehaaniliste rikete lahendamiseks puudub selleks spetsialiseerunud tööjõud. Nende probleemide lahendamiseks on tellitud tööjõud väljaspoolt ettevõtet. Rikete kõrvaldamine võtab selle tõttu tunduvalt kauem aega, kuna ei ole kunagi teada, kas vajalikul automaatikul või mehaanikul on aega kõrvalise asjaga tegeleda. Probleemiks on ka tema saabumise aeg. Kõik see toob ettevõtte tootmises kao.
- Ettevõttes ei toimu seadmete regulaarset hooldust. Regulaarne hooldus hoiaks ära seadmetel suuremad seisakud, tagaks kindla töö ning pikendaks seadmete iga. Korras ja töötav masin hoiaks tootlikkust masinal üleval.

## 4. AUTORIPOOLSED LAHENDUSED

### 4.1 Tööajagraafiku muutmine

Selleks, et aru saada kui efektiivne on hetkel tootmises olev tööajagraafik, oli tarvis välja selgitada sõrmjätkuliini seadmete tootmismahud ning nende erinevused (vt. Pt. 2.3). Eelnevalt välja tulnud sae-, kui ka sõrmjätkuliinide tootlikkust saaks suurendada tööajagraafikut ümber muutes, ilma suuremaid investeeringuid tegemata. Tabelis 15 on näha viie päevalise tööajagraafiku plaani, kus töödunde on ühes kuus 446,25h. Tabel 16 näitab, et seitsmepäevase tööajaga tõuseks kuu tundide arv 658,75 h peale, mis on 212,5 h võrra suurem viie päevasest tööajagraafikust. Kappsae tootlikkus on ligikaudu 1900 jm/h ning sõrmjätkumasinal on see 1400 jm/h. Ettevõttes on kasutusel kaks sõrmjätkuseadet, mis tõstab tootlikuse 2800 jm/h. Sõrmjätkuseadmete kogu tootmisvõimsus on praeguse seisuga ligikaudu 35% suurem sae tootmisvõimsusest. Ettevõttes on kasutusel viiepäevane tööajagraafik, kus Grecon Combipact 4 (I) töötab kolmes vahetuses ööpäevas ning Grecon Combipact 4 (II) ühes vahetuses. Kappsaaq töötab viis päeva nädalas ning kolm vahetust ööpäevas. Sõrmjätkuseadmed saavad toota hetkel võrdeliselt sae tootlikkusega. Kui saest ei tule järgatud oksavaba detaile peale, pole sõrmjätkuseadmetel midagi toota ja tootlikkus läheb alla. Teades, et sõrmjätkuseadmete tootlikkus kokku on kappsae omast tunduvalt suurem, leidis autor, et tuleks kappsae tööajagraafikut muuta. Selleks peaks viima kappsae viiepäevaliselt tööajagraafikult seitsmepäevalise tööajagraafiku peale. Selline ümberkorraldus annaks võimaluse tootlikkust tõsta nii kappsael kui ka sõrmjätkumasinatel. Tabelis 17 on näha viie päevase tööajagraafikuga kappsae tootmisvõimsus kappsael ühes kuus on 847875 jm, siis uue graafiku alusel (vt. Tabel 18) tõuseks see 1251625 jm. Tootmise viimine tööajagraafikule, kus kaks vahetust töötab sõrmjätkamismasinatel seitse päeva nädalas ja saagpink töötab kolm vahetust seitse päeva nädalas tõstab tootlikkust kuni 35% ehk 402500 jm. kuus juurde. Selline tööajagraafiku muutmine annab sõrmjätkumasinatele palju tootlikkust juurde tänu optimeeriva kappsae maksimaalsest tööaja kasutusest. Joonisel 23 on näha muutused viie- ja seitsmepäevase tööajagraafiku vahel nii kappsael kui ka sõrmjätkuseadmetel.

Probleemseks kohaks pakutud ajagraafikule saavad remondi ja hooldusajad. Remondi ja hooldusaegadeks, mis varem oli plaanitud nädalavahetusel, tuleb nüüd ära teha kasutades tööaega.



Tabel 15. Viiepäevane tööajagraafik.

Vahetused	Töötunde, h	Pausid, min	Tööaeg, h	Nädalas tööpäevi	Nädalas töötunde, h	Kuus tööpäevi	Kuus töötunde, h
06.00-14.30	8,5	60	7,5	5	37,5	21	157,5
14.30-23.00	8,5	60	7,5	5	37,5	21	157,5
23.00-06.00	7	45	6,25	5	31,25	21	131,25
<b>Kokku</b>	24	165	21,25	15	106,25	63	446,25

Tabel 16. Seitsmepäevase töönädala arvestus

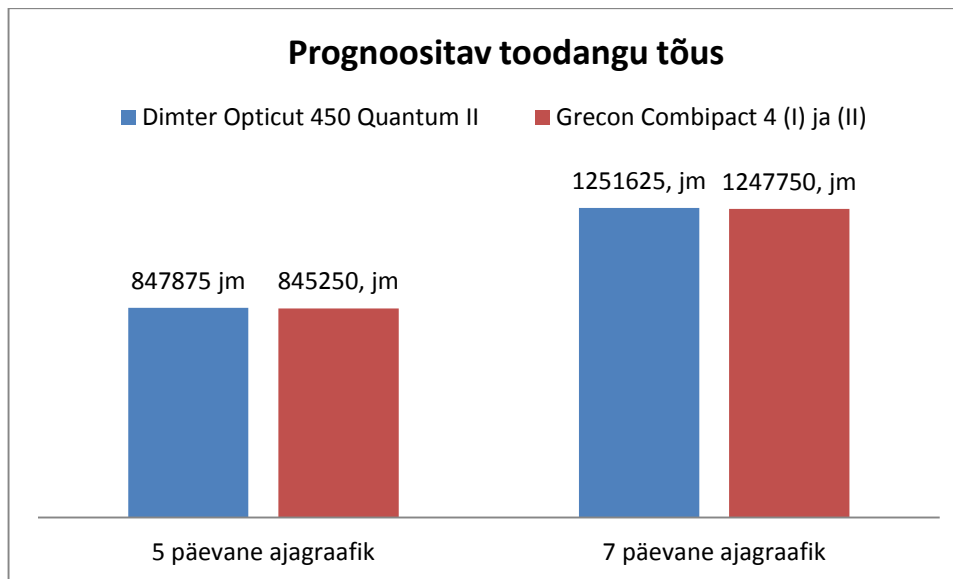
Vahetused	Töötunde, h	Pausid, min	Tööaeg, h	Nädalas tööpäevi	Nädalas töötunde, h	Kuus tööpäevi	Kuus töötunde, h
06.00-14.30	8,5	60	7,5	7	52,5	31	232,5
14.30-23.00	8,5	60	7,5	7	52,5	31	232,5
23.00-06.00	7	45	6,25	7	43,75	31	193,75
<b>Kokku</b>	24	165	21,25	21	149,3	93	658,75

Tabel 17. Tootlikkus viiepäevase töönädalaga ühe sõrmjätkamismasinaga.

Seadmed	Vahetusi ööpäevas	Töötunde kuus, h	Tootlikkus, jm/h	Tootlikkus kuus, jm	Tootlikkuse erinevus kuus, jm
Dimter Opticut 450 Quantum II	3	446,25	1900	847875	2625
Grecon Combipact 4 (I) ja (II)	4	603,75	1400	845250	

Tabel 18. Tootlikkus seitsmepäevase töönädalaga.

Seadmed	Vahetusi ööpäevas	Töötunde kuus, h	Tootlikkus, jm/h	Tootlikkus kuus, jm	Tootlikkuse erinevus kuus, jm
Dimter Opticut 450 Quantum II	3	658,75	1900	1251625	3875
Grecon Combipact 4 (I) ja (II)	4	891,25	1400	1247750	



Joonis 23. Seitsme päevase töögraafiku prognoositav toodangu tõus, jm.

Tabelis 19 on näha väljapakutud tööajagraafikule vahetuste jagunemine. Kollase värviga I, roheline värviga II ning sinise värviga III tähistavad sõrmjätkupingi ning sae vahetuste jagunemist ühes kuus. IV ja V vahetus on mõeldud ainult öiseks sae vahetusteks. Nädalas jääb inimeste töödundide arv 40 tunni piiridesse, nagu seaduses ette nähtud. Inimesi on sae mõlemasse vahetusse vaja juurde võtta 2 – sae operaator ning teenindav tõstukijuht. Öine vahetus kappsael saab olema osalise tööajaga töö- neli päeva töö ja neli päeva vaba. Uue tööajagraafikuga ei oleks enam sõrmjätkumasinad öisel vahetusel enam töö, siis lõigatakse kappsaela materjal puhverkastidesse ja sõrmjätkumasinade puhverliinidele. Puhverkastide ning puhverliinide mahutavus kokku on 16 000 jm. Saag jõuab maksimaalselt öise vahetusega lõigata vaid 11850 jm. Sellest lähtuvalt on teada, et puhverkastidest puudust ei tule. Hommikune sõrmjätkumasinade vahetus hakkab töötlemas öösel lõigatud materjali samaaegselt koos lõigatava materjaliga (vt. Joonis 24.). Tabel 20 on näha masinate tootlikkus ning puhverkastide täitumine ööpäevas. Puhverkastid ning liinid peavad öiseks vahetuseks tühjaks saama, et kappsael saaks neid uuesti öösel täita.

Tabel 19. Välja pakutud 7 päevaline tööajagraafik.

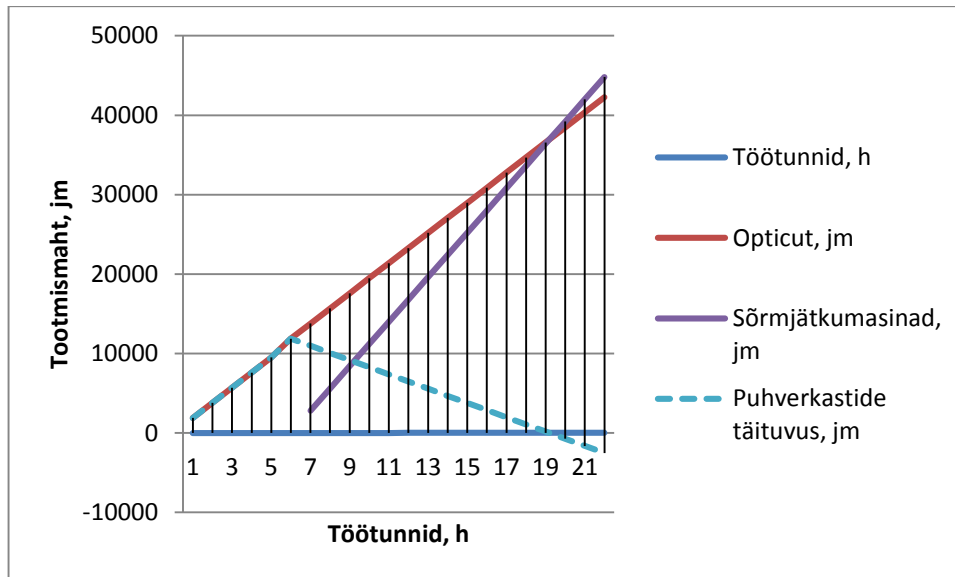
Jaauar	N	R	L	P	E	T	K	N	R	L	P	E	T	K	N	R	L	P	E	T	K	N	R	L	P	E	T	K	N	R	L
Hommik 6.00-14.30		I	I	I	I	II	II	II	II	III	III	III	III	I	I	I	I	II	II	II	II	III	III	III	III	I	I	I	I	II	II
Õhtu 14.30- 23.00		II	II	III	III	III	III	I	I	I	I	II	II	II	II	III	III	III	III	I	I	I	I	II	II	II	II	III	III	III	III
ÕÖ 23.00-06.00		IV	IV	IV	IV	V	V	V	V	IV	IV	IV	IV	V	V	V	V	IV	IV	IV	IV	V	V	V	V	IV	IV	IV	IV	V	V
<b>Kuupäev</b>	<b>I</b>	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31

<b>Jaauar</b>	
Tööpäevi	21
Normtunde	168
<b>Tööpäevad</b>	<b>Tunnid</b>
I vahetus	20 160
II vahetus	20 160
III vahetus	20 160
IV vahetus	14 91
V vahetus	16 104

Tabel 20. Ööpäevane masinate tööaeg, tootlikkus ja puhverkastide täituvus.

Töötunnid, h	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	21,25
Opticut, jm	1900	3800	5700	7600	9500	11875	13775	15675	17575	19475	21375	23275	25175	27075	28975	30875	32775	34675	36575	38475	40375	42275
Sõrmjätkumasinad, jm							2800	5600	8400	11200	14000	16800	19600	22400	25200	28000	30800	33600	36400	39200	42000	44800
Puhverkastide täituvus, jm	1900	3800	5700	7600	9500	11875	10975	10075	9175	8275	7375	6475	5575	4675	3775	2875	1975	1075	175	-725	-1625	-2525



Joonis 24. Tööpäev seadmetel ning puhverkastide täitumine ajas.

## 4.2 Muud väljapakutud lahendused

Tööajagraafiku muutmine annab küll sõrmjätkuliini tootlikkusele paremad tulemused, kuid siiski tulevikus soovitaks ettevõttel kaaluda lisa kappsae soetamist, et ära toita mõlema sõrmjätkumasina vajadus maksimaalsel ajakasutusel. Teada on, et sõrmjätkumasinad tõstavad ettevõtte käivet ja kasumit, siis tuleks siiski mõelda nende maksimaalsele kasutamisele. Ühe kappsaega ei ole see praeguses olukorras võimalik, kuna sõrmjätkumasinate tootlikkus on 33% kõrgem.

Koos uue kappsae lisamisega tootmisesse soovitatakse välja vahetada ka puiduskanner Combiscan Luxscan uuema ning täpsema vastu. Skanner on vana ning amortiseerunud, tehnika on 10 aastaga edasi arenenud. Uuem skanner aitaks kindlasti parandada väljatulekut ja vähendada eelnevalt välja tulnud (vt. Peatükk 3.2) defektide osakaalu, mis on hetkel väga kõrge.

Kindlasti tuleb uute seadmete lisamisega suurendada ka tootmishoone pindala. Praegu on ettevõttes suhteliselt maksimaalselt ära kasutatud kogu tootmispindala ja uute seadmete lisamine poleks lihtsalt võimalik.

Varuda tuleks ka teatud kogustes varuosi, mida remondiks vaja võib minna ja mille tarne aeg võib ulatuda mitme päevani. Leian, et tööstusettevõtte ei saa endale suuri mitmepäevaseid seisakuid lubada.

Veel tasuks ettevõttel mõelda ka ettevõttesse mehaaniku või automaatiku palkamise peale, kes probleemi tekkimisel saaks koheselt seda lahendama hakata. Praegusel hetkel lahendavad

lihtsamaid probleeme pingijuhid, suuremate probleemide lahendamiseks peab ettevõtte abi kutsuma väljaspoolt ettevõtet. Väljaspoolt teenuse tellimine on aga kulukas nii rahalises kui ka ajalises mõttes. Samaaegselt võiksid mehaanikud tegeleda ka ettevõtte seadmete regulaarse hooldamisega nagu on seadmete tootjate poolt ette nähtud-. Lisa 2 on näide sõrmjätikuseadmete hooldusgraafikust. Seadmete regulaarne hooldus hoiaks masinad pikemalt töökorras ning annaks ülevaadet nende seisukorrast ennetamaks tekkivaid probleeme.

## KOKKUVÕTE

Käesolev magistritöö on kirjutatud teemal: „Sõrmjätkuliini tootlikkuse suurendamine Combilink OÜ näitel“. Teema on aktuaalne, kuna sõrmjätkatud materjali järele on nõudlus Eesti, kui ka Skandinaavia turul üha suurenev, ning ettevõtte on huvitatud kasutama ära erinevaid võimalusi oma tootlikkuse tõstmiseks. Töö eesmärgiks oli pakkuda ettevõttele Combilink OÜ-le lahendusi sõrmjätkuliini tootlikkuse suurendamiseks. Lahenduste pakkumiseks oli tarvis selgitada välja probleemsed kitsaskohad ettevõttes, mis takistavad sõrmjätkumasinate tootlikusel tõusmast. Erinevate vigade otsimiseks ja probleemide tuvastamiseks sõrmjätkuliini tootlikkuse parandamiseks kasutati mitmeid erinevaid viise. Kõigepealt tehti selgeks materjali liikumine seadmetel ning masinate töö, uuriti seadmete võimalusi ning nende puudusi. Edasi uuriti masinatele töö- ja seisuaegasid, hinnati ning võrreldi neid. Vaadeldi erinevaid liinil olevaid seadmeid, mõõdeti ajaliselt nende seisakud tuvastades probleemide põhjused ja hinnati seisaku poolt tekitatud tootlikkuse kaod. Seejärel uuriti seadmete statistilisi andmeid kalendrikuu lõikes ning võrreldi saadud tulemusi masinate tootjate poolt antud tootlikkuse andmetega. Eraldi tehti tööpäevapildistus sõrmjätkamis masinal Grecon Combipact 4, kus loendati sorteerimisüksusel defektidega detailide osakaalu tootmises. Defektsete detailide koguse alusel sai hinnata eelnevate seadmete- kappsae ja skanneri vahelist tööd.

Saadud tulemuste põhjal võib järeldada, et üheks suurimaks probleemseks kohaks on ettevõttel seadmete tootlikkuse erinevused. Selgus, et sõrmjätkuseadmete tootlikkuse suuresti määrab ära liinil olev kõige vähem tootlikum seade, milleks osutus optimeeriv kappsaa Dimter Opticut Quantum 450 II. Kappsae tootlikkus on ligikaudu 35% väiksem, kui sõrmjätkuseadmetel. Töö eesmärk oli aga sõrmjätkuseadme tootlikkuse tõstmine ilma suuremadi investeringuid tegemata, siis pakkutakse välja kuidas antud olukorrast võtta seadmetest maksimum.

Sõrmjätkuseadmete tootlikkuse tõstmiseks pakub autor välja ettevõttele kohele muutmiseks tööajagraafiku. Muutes praegu kasutusel olevat kolmevahetuselist ning viietööpäevalist tööajagraafikut seitsmepäevaliseks- tõuseks kappsae tootlikkus võrreldes varasemaga 35% kattes ära sõrmjätkuliinide vajaduse. Sõrmjätkuliini vajadus oleks täielikult kaetud siiski ainult kahele vahetusele, mis samuti toimiks seitsmepäevalise töögraafiku alusel. Autor leiab, et tööajagraafiku muutus oleks hetke seisukorras parim lahendus, mis tuleks ettevõttel käiku lasta, kuna ainult siis kasutab ta praegusel seadmetel täieliku tootmisvõimsuse ära. Teiste

lahenduste seas pakub autor veel välja tootmisruumide laiendamise koos uue skanneri ning lisa kappsaega. Need lahendused nõuavad aga suuremaid investeeringuid ja käesolevas töös nende peale suuremat tähelepanu ei pööratud. Ettevõtte on rahul pakutavate lahendustega ning võtab need arvesse muutuste läbiviimiseks sõrmjätkuliini tootlikkuse kasvatamisel.

Materjali töö jaoks oli piisavalt ning kasutatud meetodika oli koostamisel sobiv. Töö andis võimaluse tutvuda erinevate sõrmjätkuliini seadmetega ning pakkuda lahendusi nende tootlikkuse tõstmiseks.

Magistritööle püstitatud eesmärk sai täidetud. Sõrmjätkuliini tootlikkuse kasvatamiseks pakuti välja arvestatavaid lahendusi. On tõenäoline, et pakutud lahendused viiakse ka realselt ellu.

## SUMMARY

The topic of the master's thesis is: „Increasing the productivity of finger jointing line in Combilink OÜ”. The subject is important and urgent, because finger jointed materials are in a growing demand in Scandinavian and Estonian markets. The company is very interested in taking advantage of ways founded out to increase their productivity. The aim of this thesis was to offer solutions to increase finger jointing line productivity in Combilink OÜ. Before offering solutions, it was necessary to find out the problems which are holding back the increase of production in finger jointing line. Many different ways were used to find out what were the weak spots in the company production line. At first, it was necessary to find out how the material is processed from saw material to finger jointed end product. Afterwards the downtimes of the machines were evaluated and compared. Every machine was examined separately, the causes of downtimes were identified and measured by stopwatch. The production losses due to different errors were assessed and calculated afterwards. A separate examination was made on finger jointing machine Grecon Combipact 4, where defects on sawn knot-free details were counted and analysed afterwards. The assessment of defect details gave an overview about crosscut saw and wood scanner work.

Based on the results, it can be concluded that one of the biggest problem for the company are differences in machines productivity. It was found out that crosscut saw Dimter Opticut Quantum 450 II had the lowest productivity on the finger jointing line. Crosscut saws productivity was about 35% less than of finger jointing machines. The goal of the thesis was to increase the productivity of finger jointing line without making any big investments. The solution is to maximize the working time of the machinery. It is essential to change the working schedules immediately to increase the finger jointing lines productivity. Changing the working schedule from five days to seven days a week, the crosscut saws productivity increases 35%, which also increases the productivity of finger jointing machines up to 35%. There will be two shifts on a seven day schedule for finger jointing machines and three shifts for crosscut saw on a seven day schedule. For the current condition in the company, the best solution to increase productivity on finger jointing line is to change the working schedule. Other solutions, which include big investments, would be extending production area, changing the old wood scanner for a new one and add one more cross cut saw Dimter Opticut Quantum II. These solutions, however, require major investment, and in this study the author did not focus more attention on them. The company is satisfied with the proposed solutions



and will take these under consideration to increase the productivity of finger jointing line. There was enough information for the thesis and the methodology, which was used in it, was appropriate. Thesis gave a chance to study different types of machinery on finger jointing line and gave different solutions for the company to increase its productivity. Master's thesis goal was met. Proposed solutions for finger jointing line were considerable. It is likely that the proposed solutions will actually be implemented.

## KASUTATUD KIRJANDUS

1. Combilink OÜ Kodulehekül. [WWW] <http://www.combilink.ee/mannipuidust-sormjatkatud-toorikute-tootmine/> (05.06.2015)
2. Laesti AS, Kodulehekül. [WWW] <http://www.laesti.ee/> (05.06.2015)
3. Toftan AS Kodulehekül. [WWW] [www.toftan.ee/](http://www.toftan.ee/) (05.06.2015)
4. Barrus AS Kodulehekül. [WWW] [www.barrus.ee/](http://www.barrus.ee/) (05.06.2015)
5. Combimill Sakala As, Kodulehekül [WWW] <http://www.combimill.ee/> (05.06.2015)
6. Stora Enso Eesti AS Kodulehekül. [WWW] <http://www.imavere.ee/> (05.06.2015)
7. System TM Opti-Feed 6000. [WWW] [http://www.systemtm.com/media/Opti-Feed\\_LR.pdf](http://www.systemtm.com/media/Opti-Feed_LR.pdf) (10.05.2015)
8. Weinig Hydromat 23C. [WWW] <http://www.globalmachineryco.com/WEINIG-H-23C-MOULDER-MF-1612.htm/> (22.05.2015)
9. Weinig Grupp. [WWW] <http://www.weinig.com/> (17.05.2015)
10. Luxscan Combiscan. [WWW] [http://weinig.ee/CombiScan\\_S](http://weinig.ee/CombiScan_S) (10.05.2015)
11. Dimter Opticut Quantum 450 II. [WWW] [http://weinig.ee/OptiCut\\_450\\_Quantum](http://weinig.ee/OptiCut_450_Quantum) (10.05.2015)
12. Sõrmtapiühenduse joonis. [WWW] <http://www.lonestarstuds.com/images/fjstud.jpg>
13. Originaalkasutusjuhendi tõlge Sõrmjätkseade Combipact 4. (2006). Holzoptimierung Nord GmbH & Co. KG
14. T. Tering, „Puittoodete tehnoloogia,“ 2002
15. Weinig, „Opticut 450 Quantum II Tootlikkusarvutus“
16. Weinig, „Sõrmjätkamise seadme Combipact 4 Tootlikkusarvutus“

# LISAD

## LISA 1

### FOLCO LIT X 3000

#### Üldised andmed.

Produkti iseloomustus: **FOLCO LIT X 3000** on täiteaineta, polüvinüülatsetaadil põhinev dispersioonliim.

Kasutus: Pinnaliimimine, s.h. HPL/CPL nii kuumpressides kui külmalt; tislertööd; pehmest puust lamellide liimimine. Tugevamate puiduliikide korral on soovitatav teha eelnevad katsed.

Omadused: Kõrge veekindlus, vastavalt DIN EN 204 D3 grupi liim.; Kõrge kuumustaluvus: > 7N/mm<sup>2</sup>, vastavalt DIN EN 14257 ( WATT 91)

#### Iseloomulikud näitajad:

Viskoossus (täitmispäeval): ca' 13.000 mPa.s ( Brookfield RVT, 20°C, Sp. 6, 20 Upm.)  
pH- väärtus: ca' 3

Valgepunkt: ca' +6°C  
Tihedus: ca\* 1,08 g/cm<sup>3</sup>  
Avatud oleku aeg: max 10-14 min.

#### Kasutuseeskirjad:

Puidu ettevalmistus: Liimitavad pinnad peavad olema puhtad, tolmu-ja rasvavabad. Kui liimitavad pinnad ei ole täpselt töödeldud, pikeneb pressimise aeg ja väheneb liimivuugi tugevus.

Käsitlemine. Sellised faktorid nagu temperatuur, niiskus, materjali imamisvõime, peale kantud liimikogus, pinged materjalis avaldavad erinevat mõju nakkumis, - pressimis- ja avatud oleku aegadele.

Soojus mõjul kiireneb nakkuvus ja vähendab avatud oleku aega. Heade töötulemuste saamiseks soovitame lähtuda järgmistest andmetest.

Ruumi-, materjali- ja liimitemperatuur 18-22 \*C  
Relatiivne õhuniiskus: 60-70 %  
Puiduniiskus(peaks olema sarnane hilisema kasutuskohaga)

Sisetingimustes: ca'6-10 %  
Välitingimustes: ca' 11-15 %  
Liimikogused:  
Pinnaliimimine: 80-150 g/m<sup>2</sup>  
Pinnaliimimine läbijooksuga pressides: 50-80 g/m<sup>2</sup>

Lamellide liimimine ja tislari tööd:	100-180 g/m <sup>2</sup>
Pressisurve pingvaba materjali puhul:	0,1-1 N/mm <sup>2</sup>
Minimaalsed pressimisajad:	
Pinnaliimimine 70°C	ca' 1,5 min.
20°C	45- 60 min.
Pinnaliimimine lühikese taktiga pressides:	7-15 sek.
Lamellide liimimine ja tislari tööd:	12-30 min.

Liim FALCO LIT X 3000 kantakse peale tavaliste liimimisvahenditega ühe-või kahepoolsest. Liimikogus sõltub liimitavate materjalide imamisvõimest ja nende pealispinnast. Liim ühtlaset peale kanda. Ei ole soovitatav liimida kui materjali- ja ruumi temperatuurid on alla +10°C.

Liimitavad detailid tuleb avatud aja jooksul kokku suruda ja pressida seni kui on saavutatud küllaldane algnakkuvus.

Liimivuugi lõpptugevus ja niiskuse taluvus saavutatakse 7 päeva möödudes.

**Puidu värvuse muutumine.** Tavaliselt kirjeldatud liim ei põhjusta puidu värvuse muutumist. Üksikutel juhtudel, sõltuvalt puidus sisalduvatest ainetest võib liim kutsuda esile värvimuutuse. Soovitatav on teha eelnevad katsetused.

**Puhastamine:** Enne liimi kuivamist tuleks tööriistad veega puhastada.

**Muud märkused:** Liim FOLCO LIT X 3000 ei vaja ohtlik aine ja ei vaja eraldi ohutähist.

**Ladustamine.:** Originaalpakendis ja normaalsete hoiutingimuste korral säilitab liim oma stabiilsuse 6 kuu vältel. Liimi tuleb hoida jahedas kohas, kaitstuna külma eest. Pikaajaline hoiustamine, temperatuuril üle +25°C, võib kaasa tuua liimi stabiilsuse vähenemise. Pärast pikaajalist seismist on soovitatav liim läbi segada.

Liim on enne tootmisest lahkumist tootja kvaliteedikontrolli poolt kontrollitud. Sõltuvalt hoiutingimustest ja – ajast võivad liimi omadused tema piirväärtustest erineda.

Käesoleva produkti kasutamisel põhineb tootja põhjalikul arendustööl ja pikaajalisel praktilistel kogemustel. Mitmesugused teised kasutajapoolsed nõudmised, erinevatel tingimustel, nõuab kasutajalt täiendavaid katsetusi. Liimi kasutusvaldkond piirdub selles tehnilises informatsioonis toodud andmetega. Kõigil teistel soovitud kasutusjuhtudel on vajalik täiendav kirjalik kokkulepe müüja ja kasutaja vahel.

Tehniline seis: 03.06.2011

## LISA 2

Detail ja asukoht	Puhastamine	Määrimine	Kontrollimine	Lisatööd	Sagedus
Kogu seade	X			liimijääkide eemaldamine seadme küljest Liimieemaldusvahendi pealekandmine	iga päev
Valgusandur	X				iga päev
Helisummutid	X				iga kuu
Lülituskilbi filtermatid	X				iga nädal
Lülituskilp	X				iga kuu
Hooldusüksus			X		iga päev
		X			2 x nädalas
Rõhuregulaatorid			X		iga päev
Suruõhu kuivatusseade			X		iga päev
Pneumoventil			X		iga kuu
Freesspindli ülekanerihmad			X		iga nädal
Freesiaua ettenihe			X		iga nädal
Transportlindid			X		iga päev
Veoketid			X		iga nädal
Freesi nurk			X		Vajaduse kohaselt
Freesi tööriistad			X		iga päev
Külgfreesi tööriist			X		iga päev
Saeketas	X		X		iga päev
Tööriistad üldiselt	X				Vajaduse kohaselt
Ajami- ja trummelmootorid		X			iga 10000 töötunni järel või 2 aasta tagant
Sissetõukeüksuse juhtpinnad		X			iga kuu
Freesi juhtpinnad		X			iga päev
Freesi keskmäärimissüsteem		X			1500 töötundi
Eellõikaja spindli laager		X			1500 töötundi
Külgfreesi spindli laager		X			1500 töötundi

Detail ja asukoht	Puhastamine	Määrimine	Kontrollimine	Lisatööd	Sagedus
Kõlgdüks/liimikamm/nivoosiiber/düüsikinnitus	X			Liiimpuhastus	Iga päev/ Enne pikemat tööseisakut
liimpump	X				Alates 2 päevast
Liiiskeemi kontrollimine.			X	Liiimpuhastus	Korrapärane
Servajuhiku määrimine	X	X			1500 töötundi
Transportööri juhtpinnad		X	X		iga päev
Reastusüksuse õlitilguti		X	X		iga päev
Juhik keti pinge reastusüksus		X			iga kuu
Juhik seadistusspindel reastusüksus		X			iga kuu
Seadistusspindel reastusüksus		X			iga kuu
Ülasurve reguleerimine		X			iga nädal
Pressi pöördjuhik		X			iga nädal
Hammaslatid	X	X			iga päev