



TALLINNA TEHNIKAÜLIKOOL  
MEHAANIKATEADUSKOND

Masinaehituse instituut  
Tootmistehnika õppetool

MET70LT

*Risto Aasa*

**Fors MW allhanke reklamatsioonide analüüs ja  
optimeerimine**

Autor taotleb  
tehnikateaduse magistri  
akadeemilist kraadi

Tallinn  
2015

## AUTORIDEKLARATSIOON

Deklareerin, et käesolev lõputöö on minu iseseisva töö tulemus.

Esitatud materjalide põhjal ei ole varem akadeemilist kraadi taotletud.

Töös kasutatud kõik teiste autorite materjalid on varustatud vastavate viidetega.

Töö valmis..... juhendamisel

“.....” .....201...a.

Töö autor

..... allkiri

Töö vastab magistritööle esitatavatele nõuetele.

“.....” .....201...a.

Juhendaja

..... allkiri

Lubatud kaitsmisele.

..... eriala/õppekava kaitsmiskomisjoni esimees

“.....” .....201... a.

..... allkiri

## **MAGISTRITÖÖ ÜLESANNE**

2015. aasta kevadsemester

Üliõpilane: Risto Aasa 132924MATMM  
Õppekava: Tootearendus ja tootmistehnika MATM02  
Eriala: Tootmistehnika  
Juhendaja: dotsent Kristo Karjust

### **MAGISTRITÖÖ TEEMA:**

(eesti keeles) Fors MW allhanke reklamatsioonide analüüs ja optimeerimine  
(inglise keeles) Fors MW supply reclamation analysis and optimization

### **Lõputöös lahendatavad ülesanded ja nende täitmise ajakava:**

<b>Nr</b>	<b>Ülesande kirjeldus</b>	<b>Täitmise tähtaeg</b>
<b>1</b>	<b>Lõputöö temaatika arutus ja püstitus</b>	<b>20.02.2015</b>
<b>2.</b>	<b>Erinevate teooriate ja analüüsisivõimaluste uurimine</b>	<b>06.03.2015</b>
<b>3.</b>	<b>Eelnevate aastate reklamatsioonide analüüs</b>	<b>03.04.2015</b>
<b>4.</b>	<b>Järelduste ja kulu kalkulatsiooni teostamine</b>	<b>24.04.2015</b>
<b>5.</b>	<b>Keevitusrakise projekteerimine</b>	<b>15.05.2015</b>

### **Lahendatavad insenertehnilised ja majanduslikud probleemid:**

- 1) Reklamatsioonide analüüs – põhjuste selgitamine ja lahenduste välja pakkumine
- 2) Tootmisprotsessi kulu kalkulatsioon
- 3) Keevisrakise projekteerimine reklameeritud tootele

**Töö keel:** eesti keel

Kaitsmistaotlus esitada hiljemalt 12.05.2015

**Töö esitamise tähtaeg 25.05.2015**

**Üliõpilane** Risto Aasa /alkiri/ ..... kuupäev.....

**Juhendaja** Kristo Karjust /alkiri/ ..... kuupäev.....

## SISUKORD

MAGISTRITÖÖ ÜLESANNE .....	3
SISUKORD.....	4
EESSÕNA.....	6
LÜHENDITE JA TÄHISTE LOETELU .....	7
1. SISSEJUHATUS.....	8
2. TÖÖ VAJALIKKUSEST JA EESMÄRGID.....	13
3. KVALITEEDI TAGAMISE PÕHIMÕTTED .....	15
3.1. Terviklik kvaliteedi juhtimine (TQM) ja lean tootmise põhimõtted.....	15
3.2. Probleemi lahendamise tööriistad.....	17
4. MÕÕDIKUD.....	22
5. METOODIKA KIRJELDUS .....	24
5.1. Kvaliteedi mooduli juurutamine ERP-süsteemis ja mittevastavuste registreerimise juhend.....	24
5.2. Tegevusplaan mittevastavuse käsitlemisel .....	27
5.3. Eelneva aasta jooksul fikseeritud reklamatsioonide kokkuvõte ja analüüs.....	30
6. KRIITILISED TOOTED METSAVEOKÄRU FARMA NÄITEL.....	35
6.1. Kere raam G1.....	36
6.2. Kraana tugiposti korpus (valudetail) .....	37
6.3. Kraana tugipost.....	40
6.4. Veotiisel.....	41
7. KEEVISRAKISE KOOSTAMINE KRIITILISELE TOOTELE .....	42
8. TOOTMISPROTSESSI KULU KALKULATSIOON .....	47
8.1. Freespingi tunnihinna arvutus .....	50
8.2. Keevitamise tunnihinna arvutus .....	53
8.3. Reklamatsiooni kogukulu .....	56
KOKKUVÕTE.....	57

SUMMARY .....	58
KASUTATUD KIRJANDUS .....	59
LISAD .....	61
Lisa 1. Reklamatsioonide esitamiseks kasutatud blankett.....	62
Lisa 2. Kriitiliste tarnetoodete nimekiri.....	63
GRAAFILINE OSA .....	65

## EESSÕNA

Lõputöö on koostatud ja andmed kogutud masinaehitusettevõttes AS Fors MW. Lõputöö teema anti välja arendusjuht Ahti Talts ja personalijuht Ketlin Kiisa initsiatiivikul, kes olid töö autori põhilised abilised. Keevitusrakise projekteerimisel juhendas projektijuht Ago Kakko. Samuti soovin tänada ettevõtte tegevjuhti Peter Kastberg-i, kes andis loa ja heakskiidu. Abiks olid veel firmapoolselt andmetega ja konsultatsioonidega reklamatsioonide juht Kert Uibo, tootmise planeerija Olga Komissarova. Juhendajaks oli Kristo Karjust, kes abistas ja hõlbustas töö valmimise käiku.

## LÜHENDITE JA TÄHISTE LOETELU

G1 – Farma metsaveokäru esimene generatsioon

ATO – tootmise strateegia (*Assemble to order*)

R&D – Uurimus ja arendustöö (*Research and Development*)

ERP – Ettevõtte ressursside planeerimine

TQM – Terviklik kvaliteedijuhtimine

TPM – Seadmete süsteemne hooldus

KPI – Tulemuslikkuse võtmenäitaja

CAPA – Tagasiside saamise blankett tarnija käest (*Corrective Action, Preventive Action*)

PDCA – Pideva parendamise tsükkel

UML–Ühtne mudelikeel tegevusskeemi vormistamiseks

8D – 8 distsipliini probleemi käsitlemiseks

PCA – Püsivad parandusmeetmed

HB – Õõnes lattraud

SOP – Standardne operatsiooni protsess

MAG – Traatkeevitus aktiivgaasi keskkonnas

# 1. SISSEJUHATUS

Ettevõtte konkurentsivõime tagamiseks peab pakutav toode või teenus vastama kliendi nõuetele, et oleks tagatud nõudlus. Selleks peab firma pakkuma kvaliteetset toodet või teenust võimalikult madala hinnaga, et kliendil oleks huvi ettevõtte toodangu vastu. Kliendi nõudlus on antud juhul firmale sisendiks, kvaliteet ja toote/teenuse hind on väljundiks. Kvaliteet aga määrab ära teatud osal omahinna. Antud juhul me ei räägi ainult lõpptoodangu kvaliteedist, vaid kõikidest toote valmimiseks vajalikest protsessidest, tegevustest ja vastuvõetavatest otsustest. Seega on kvaliteedi tagamine ettevõtte edu võti. Kvaliteet ja innovatsioon on ka väga tähtis komponent antud magistritöö ettevõtte AS Fors MW jaoks, mistõttu sai kvaliteedisuunaline teema valitud.

AS Fors MW on 1992. a. asutatud masinaehitusettevõtte, mille peakorter asub Sael.



Sele 1.1. Tehase plaan aerovaates [1]

Täna on Fors MW oma valdkonna turuliider Euroopas nii FARMA metsaveokärude, NIAB traktorprotsessorite kui ka BIGAB konkstõstehaagiste osas. Fors MW toodete ning teenuste võtmeomadused on innovatsioon ja kvaliteet. Ettevõttes töötab põhikohaga 137 töötajat. 125 töötajat Eestis, 9 töötajat Rootsis ja 3 töötajat Hiinas.





Sele 1.2. Metsaveokäru Farma (T10 G2) [1]

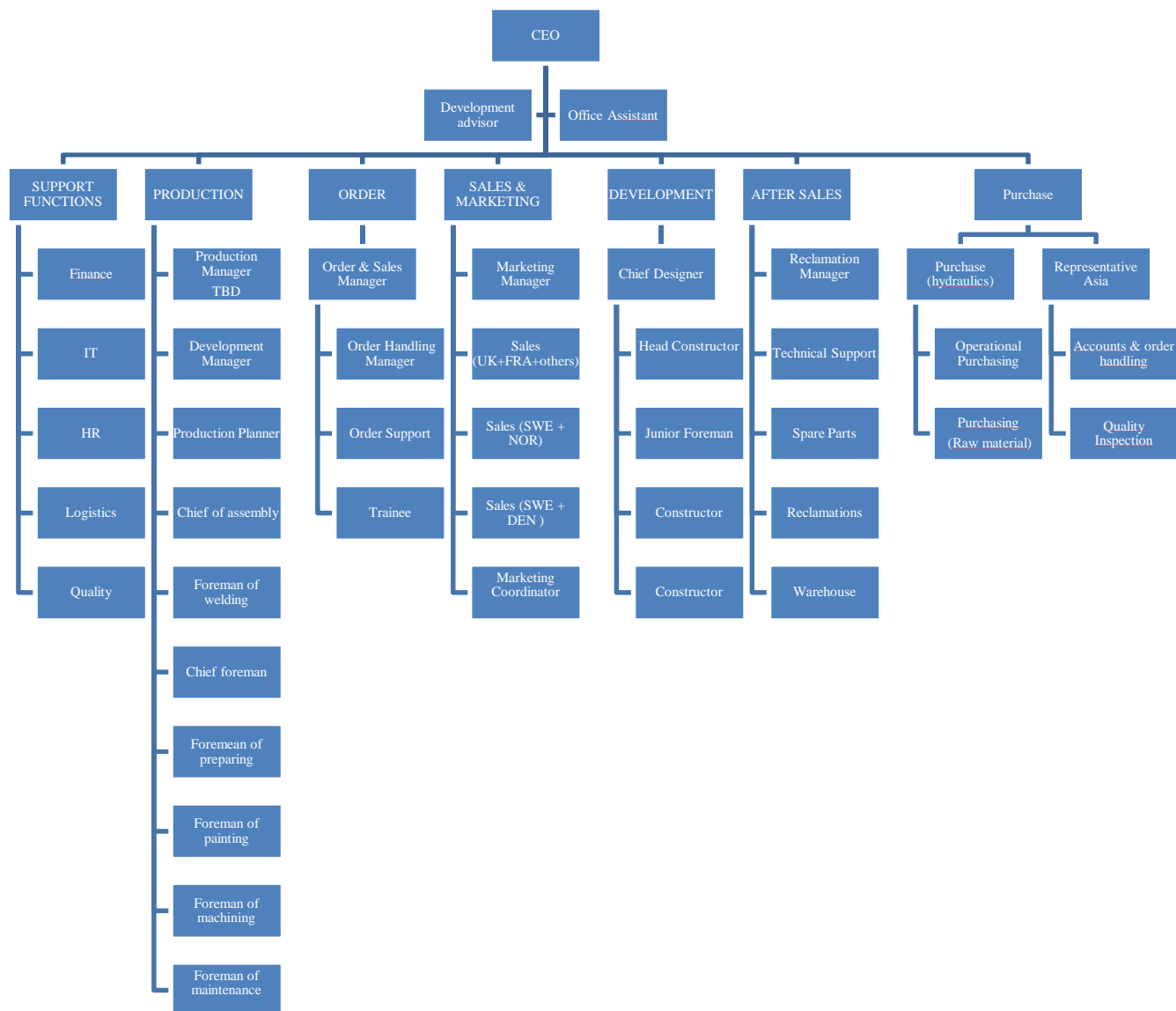


Sele 1.3. Bigab konkstõstehaagis [1]



Sele 1.4. Niab traktorprotsessor [1]

Firma tegeleb seeriatootmisega ja ettetootmist ei toimu, vaid on tellimuspõhine tootmine. Tootmisel kehtib põhimõte “First in, first out” ja tootmisäri strateegiaks on ATO (Assemble to order) ehk paljud pooltooted on valmistoodetud lattu ja ootavad kliendi tellimust, et saaks lõpptoote koostada vastavalt kliendi vajadustele [2]. Ettevõtte organisatsiooniline ja juhtimise vorm on struktuurne (Functional Organisation Structure): Arendus, Tootmine, Tellimus, Müük ja Turundus, Ost, Teenindus, Järelturg. Ettevõtte juhtimine ja informatsioon käib suurel osal läbi ERP tarkvara süsteemi *Monitor*.



Sele 1.5. Ettevõtte struktuur

Väga paljud pooltooted ja ostudetailid tarnitakse Hiinast, kus asub ettevõtte tütarfirma Fors MW China. Tütarfirma hangib vajalikke tooteid Hiinas olevatelt koostööpartneritelt, nii valmis ostutooteid kui ka ettevõtte poolt projekteeritud jooniste järgi valmistatud pooltooteid, probleeme on aga palju nende toodete kvaliteediga. Antud magistritöö keskendub reklameeritud toodete analüüsile ja parendusele kui ka ettevõtte siseseks rakenduseks mõningate meetodite rakendamisel, mis põhineb teoreetilistel alustel, analüüsi tulemustel ja praktilistel kogemustel. Esmalt uuritakse olemasolevaid teoreetilisi aluseid (kvaliteedi tagamise põhimõtted, probleemi käsitlemise tööriistad), seejärel formuleeritakse tegevusplaan

reklamatsioonide käsitlemisel ettevõtte siseseks kasutamiseks, analüüsitakse viimaste aastate Hiina tarnete reklamatsioone, vastavalt tulemustele kriitiliste toodete kirjeldused ja ettepanekud parendusteks, keevisrakise koostamine kriitilisele tootele ja tootmisprotsessi kulu kalkulatsioon arvutus reklamatsiooni näitel. Töö valmimisel kasutatakse andmete haldamiseks ja kuvamiseks arvuti tarkvarasid Microsoft Word, Microsoft Excel, ERP tarkvara süsteemi *Monitor* ning projekteerimisprogrammi SolidWorks-i.

## 2. TÖÖ VAJALIKKUSEST JA EESMÄRGID

AS Fors MW on eksportettevõte, kelle üheks põhiliseks konkurentsieelise saavutamise viisiks on kvaliteetne toodang, 2015 aasta eesmärk on enamgi toote kvaliteeti tõsta. Selle võimaldamiseks peab eksisteerima kvaliteedijuhtimine ettevõttes, mis on Fors MW eesmärk eesolevatel aastatel. Kvaliteedijuhtimine on organisatsiooni selline juhtimine, mis tagab organisatsiooni tegevuse kvaliteetsed tulemused, st vastab organisatsiooni klientide (tarbijate, tellijate, partnerite) vajadustele ja ootustele. [3] Kvaliteedijuhtimise jaoks on oluline [4]:

1. **Kliendi rahulolu** - projekt peab täitma oma lubadused, projekt peab lubama tegelike vajaduste rahuldamist.
2. **Ennetamine** olulisem, kui kontrollimine - vigade ennetamine on nende parandamisest odavam.
3. **Juhtkonna vastutus** - Edu saavutamiseks on oluline iga meeskonna liikme panus, kuid juhtkond vastutab eduks vajalike ressursside eest.
4. **Tegevusfaasid** - Planeeri, tegutse, kontrolli tsüklil on väga sarnane projekti elutsüklile.

Eelnevalt on tarnijatele tagasiside andmine olnud mittesüsteemne ja ebamäärane. Mittevastavuste teatamisega tegeles peamiselt antud toote Ostu osakonna inimene. Praegu on reklamatsioonidega tegelemiseks võetud tööle Reklamatsioonide juht, kelle tööülesandeks on põhiliselt järelturu poolega tegelemine ja samas ka kogu süsteemi koordineerimine. Tarnija ja siseste reklamatsioonide haldamiseks on olnud antud töö autoril, millest tulenevalt on valitud temaatika. Töö eesmärgid mittevastavuste vähendamiseks AS Fors MW-s:

- 1) Reklamatsioonide esitamine tarnijatele ja parem andmete haldamine
- 2) Ennetav töö – riskantsete sõlmede ja kohtade defineerimine Farma treileri näitel
- 3) Andmete analüüs
- 4) Lahenduste väljapakumine, põhjuste leidmine (5 Why)

Firma poolne huvi oleks samuti ära kasutada töös kasutatavaid ja väljatöötavaid lahendusi ka firma sisesteks rakendusteks – näiteks reklamatsioonide esitamine, tegevusplaanid, analüüsimine, rakise koostamine kriitilisele tootele ettevõtte siseseks kasutamiseks.

Lisaks tuua ära veel probleemseid kohad tootmises ja mõjutused kvaliteedile:

- Ostudetailide hilinemine ja kvaliteet – kõige suuremad kitsaskohad on joonistele mittevastavused, mis tulenevad koostamise ja töötlemise vigadest. Eelmise aasta reklameeritud summa Hiina allarnijatelt oli 9910,21 EUR-i.
- Ebakorrektsed joonised – vajavad täiendamist, ei vasta reaalsusele, mõningad vead
- Rakiste vananemine + uute toodete puhul rakiste puudumine, uute rakiste põhjalik katsetamine enne tootmisse andmist
- Toodete mittevastavused – inimviga, lohakus, teadmatus, uued töötajad
- Infopuudus/tõrge erinevate struktuuriüksuste vahel
- Eritellimused – keerukus, uute jooniste vormistamise ajakulu, kajastamine ERP-süsteemis, tasuvus, seeriatootmise kahjustamine
- Tootmiseseadmete tõrked – seadmete süsteemne hooldus (TPM)
- Kvaliteedi kontrollmõõtmiste puudumine tootmises

### **3. KVALITEEDI TAGAMISE PÕHIMÕTTED**

#### **3.1. Terviklik kvaliteedi juhtimine (TQM) ja lean tootmise põhimõtted**

Mittevastavuste likvideerimiseks kasutatakse/kehtestatakse firmas tihtipeale juhtimisviise, et tõsta kvaliteeti ja vähendada raiskamist. Fors MW-s ei ole eelnevalt neid põhimõtteid rakendatud, seega uurida kasutatavaid kvaliteedi juhtimisviise, mida saaks rakendada ettevõttes. Kõige levinum on nende seas Terviklik kvaliteedijuhtimine.

Terviklik kvaliteedijuhtimine on teatav lähenemisviis ettevõtte juhtimisele, mis rõhutab orienteeritust toodete/teenuste kvaliteedile [5]. Standard ISO 8402 sõnastab TQM-i järgmiselt: „Organisatsiooni kvaliteedikeskne lähenemisviis juhtimisele, mis põhineb kõigi töötajate osalusel ja on suunatud pikaajalisele edukusele kliendi rahuldatuse ja ühiskonna kasu kaudu.“ [6]

TQM-il on 4 põhilist tunnusjoont [5]:

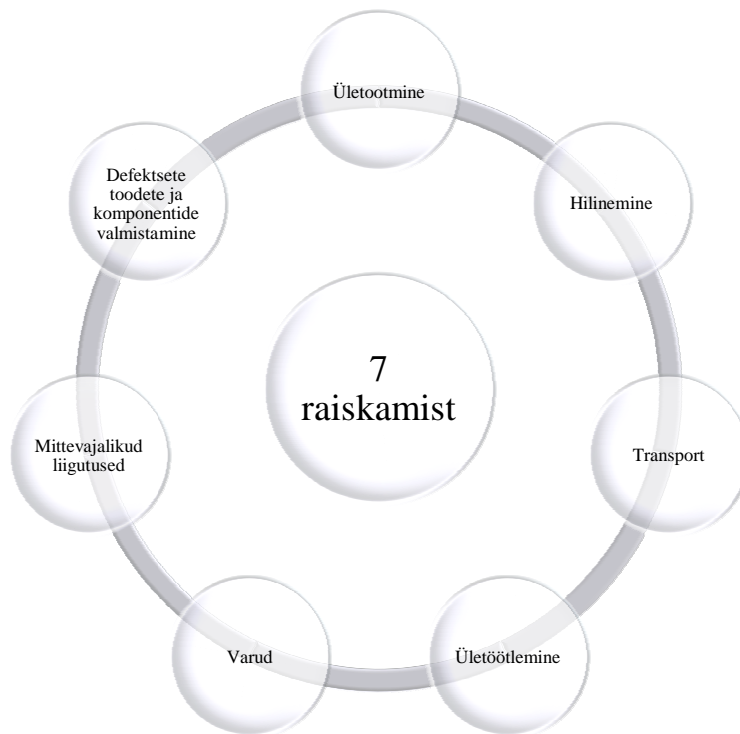
- 1 Igäühe kaasamine kvaliteeditegevusse
- 2 Fokusseerimine kliendi vajaduste rahuldamisele, ka ettevõtte sisekliendid – selle töö käigus tarnijatega suhtlemine ja nende vajadustele fokusseerimine
- 3 Kvaliteedi tähtsustamine tegevuskriteeriumina
- 4 Pidev parendamisprotsess

Kõik need punktid on kaudselt või otseselt seotud reklamatsioonide eri tegevuspunktidega. Peab toimuma pidev parendamisprotsess, et edaspidi ei tekiks mittevastavust ja sellest tulenevalt raiskamist. Toimumaks efektiivne juurpõhjuste, lahenduste või tegevuste väljatöötamine, selleks on vajalik igäühe kaasamine kvaliteeditegevusse. Fors MW-s on selleks käima lükatud kvaliteedikooosolekud, et toimuks asjaosalistega probleemide käsitlemine ja lahenduste ning parenduste otsimine.

Kvaliteedile ja tootmise efektiivsele toimimisele keskenduvad veel mitmed teised põhimõtted. Tootmisettevõtetes on levinuim nendest lean tootmine ehk kulusäästlik tootmine, mida kasutatakse tootmises, teeninduses, panganduses, munitsipaalvalitsemisalas, tervishoius jne.

Timmitud tootmine ehk kulusäästlik tootmine on protsesside ja ettevõtete juhtimise viis, kus ressursse kasutatakse vaid lõpptoote valmistamiseks. Lean tootmise üks eesmärkidest on keskenduda väärtust loovatele tegevustele. Need tegevused, mis ei lisa tootmises väärtust, nimetatakse raiskamisteks, mida on 7-t erinevat liiki. [7]

Tootmisettevõttes eristatakse 7-t raiskamist:



Sele 3.1. Seitse raiskamist

Defektsete toodete ja komponentide valmistamine on see punkt, mida antud magistritöös vähendada proovitakse. Defektsete toodete valmistamine on kõige otsesem raiskamine. Selle teema puhul ei peaks keskenduma niivõrd defektide otsimisele ja parandamisele, vaid peaks tegelema ennetava tööga, et välistada defektide teket. Nagu eelnevas peatükis oli välja toodud punkt, mis on kvaliteedijuhtimise jaoks tähtis – ennetamine on olulisem kui kontrollimine.

Tootmise efektiivsus sõltub raiskamiste osatähtsusest kogu tootmise ajas ja tootmise arendamise kõige kõrgem eesmärk on raiskamiste vähendamine. Selleks kasutatakse mitmesuguseid meetodeid, tehnikaid ja võtteid [8]:

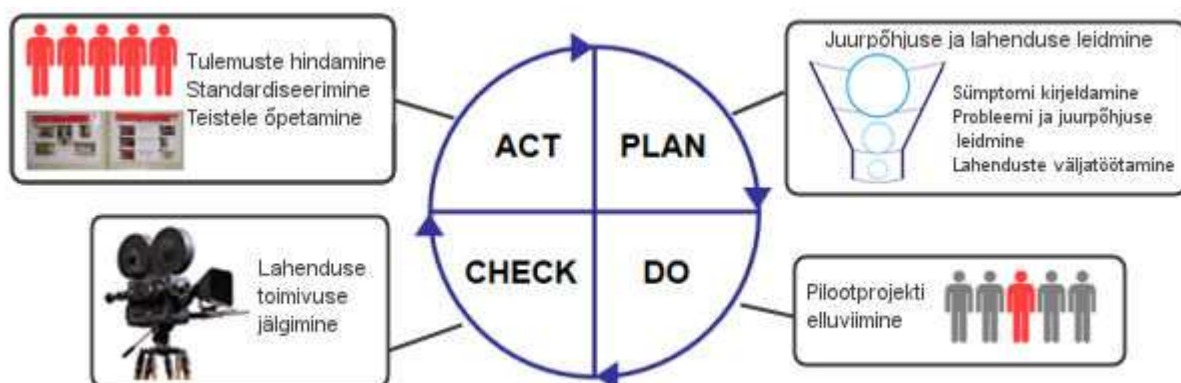


- 5S
- Visuaalne juhtimine
- Kanban süsteem
- Väärtusloome ahela analüüs
- Kadude ehk raiskamiste vähendamine
- Protsessi koormuse tasakaalustamine
- OEE ehk seadmete üldine efektiivsus
- SMED (Single Minute Exchange of Dies) ehk kiired üleminekud
- Poka-Yoke – veakindluse suurendamine
- Kaizen ehk pidev parendamine
- TPM (Total Productive Maintenance) ehk seadmete süsteemne hooldus
- Tarnijate arendamine

Allajoonitud meetodid on need, mida on otseselt või kaudselt kasutatud antud magistritöös.

### 3.2. Probleemi lahendamise tööriistad

Kõige lihtsamaid ja laialdasemalt kasutatavaid probleemi käsitlemise tööriist on PDCA tsükkel (Plan-Do-Check-Act), mille joonis on kujutatud Sele 3.2.1. See meetod on peatükis 2 kvaliteedijuhtimise oluliste punktide loetelus, kus viimasena on ära toodud tegevusfaasid. PDCA-d kasutatakse keskmise suurusega probleemide lahendamiseks [9].



Sele 3.2.1. PDCA tsükkel [9]

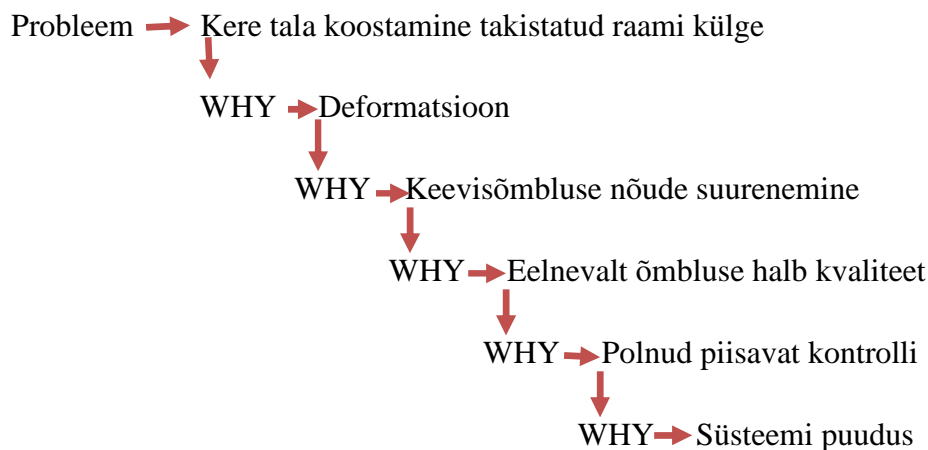
Seda meetodit kutsutakse ka Demingi rattaks ehk pideva parendamise tsükkel. Antud töös keskendutakse punktile „PLAN“, kus leitakse juurpõhjus ja lahendus. Täpsemalt kirjeldatakse sümptom, leitakse probleem ja juurpõhjus ning töötatakse välja lahendus.

Juurpõhjuste leidmiseks on võimalik kasutada mitmeid meetodeid:

### 1) 5 WHY

Väga lihtne mittevastavuse analüüsimise vorm, kus küsitakse 5 korda mis põhjustas antud defekti, et jõuda juurpõhjuseni.

Selle näiteks võtta üks alltarne reklamatsioon ja selgitada defekti tekke juurpõhjus 5 WHY abil:



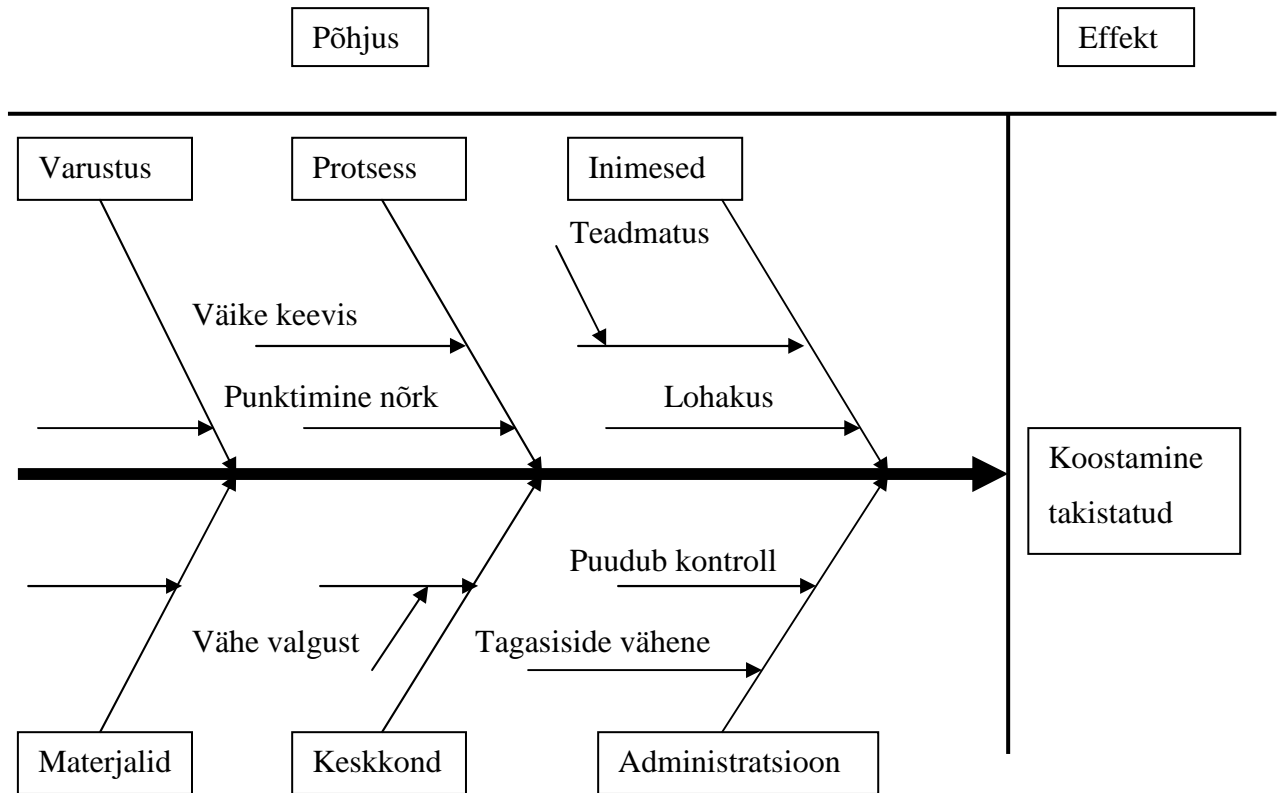
### 2) Ishikawa diagramm (kalaluudiagramm, põhjus-tagajärg diagramm)

Ishikawa diagrammi on mõistlik kasutada meeskonna tööna nii-nimetatud *brainstormingu* käigus. Kuna see diagramm hõlmab mitmeid erinevaid osi (Varustus, protsess, inimesed, materjalid, keskkond, administratsioon), siis on vajalik ettevõtte siseste vastavate alade asjatundjate või vastutavate isikute sekkumist probleemide käsitlemisel. Ishikawa diagrammi tööprotsess on järgmine [10]:

- Defineerida probleem
- Jagada suured probleemid
- Määrata juurpõhjused
- Määrata alampõhjused

e) Märkida ära suurimad põhjused

Teha samamoodi näide läbi reklamatsiooni juurpõhjuse leidmiseks Ishikawa diagrammiga nagu eelnevalt 5 WHY-ga. Tulemus on toodud Sele 3.2.2.



Sele 3.2.2. Ishikawa diagramm

### 3) 8D

Rohkem süviti probleemide käsitlemiseks kasutatakse 8D-d ehk 8 distsipliini probleemi käsitlemiseks. Neid põhimõtteid kasutavad tööstused, kes vajavad struktureeritud probleemi lahendamise protsessi ja see meetod on kasulik toote ning protsessi parendamisel. 8D protsessi sammud [11]:

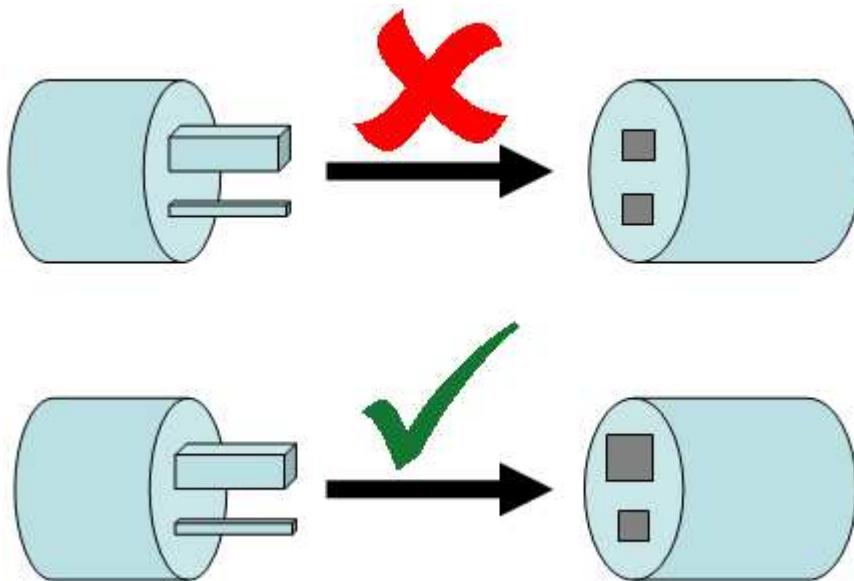
- D0 – Planeerimise faas
- D1 – Kasuta meeskonda
- D2 – Defineeri ja kirjelda probleemi
- D3 - Arenda ajutist ohjeldamisplaani

- D4 – Määra, identifitseeri ja kinnita põhipõhjuseid
- D5 – Vali ja määra Püsivad Parandusmeetmed (PCA)
- D6 – Rakenda ja kinnita PCA-d
- D7 – Välti kordumist
- Õnnitle meeskonda

Pärast seda kui on analüüs tehtud, tuleb tegeleda PCA-de ja ennetamistööga:

### **Poka – Yoke**

Probleemi tekkimise ennetamisega tegeleb Poka-Yoke ehk põhiprobleemide välja sõelumine ja lahenduste otsimine (näiteks disaini või tehnoloogiline muudatus), mis välistab protsessil vea teket või defekti edasijõudmist kliendi juurde. See on inimliku vea riski kahandamise meetod, mis võib olla protsess kui ka tööriist. [8] Näide Poka-Yoke disaini alal on kujutatud Sele 3.2.3.



Sele 3.2.3. Poka-Yoke [12]

Andmete kogumine peab toimuma pidevalt, et need arusaadavalt ja visuaalselt koondada, selleks kasutada:

## **Pareto diagramm**

Pareto diagramm klassifitseerib kriteeriumi sõltuvalt nende tüübist ja esinemissagedusest. See on nime saanud ühe Itaalia sotsioloogi järgi ja on hea töövahend kriteeriumite analüüsis ning prioriteetide seadmisel.[13] Põhimõte on järjestada olulised osamõjurid tähtsuse järjekorda. Pareto on formuleerinud lähteprintsibi, et paljude mõjurite hulgas on vähe olulisi ja palju väheolulisi. Selleks on ta defineerinud ära 80/20 printsibi. Antud juhul tootmisettevõttes kõlaks see nii - 80% defektides on põhjustatud 20% põhjustest. Seda võib ka nimetada kumulatiivseks Pareto diagrammiks.[5] Pareto visualiseerib missugused on kõige kriitilisemad vead ettevõttes toodete kvaliteedi ja kulu suhtes, siit edasi saab arendada tegevusplaani, kas vea elimineerimiseks või siis vähendamiseks.[14]

Kokkuvõtvalt saab kõiki käsitletud meetodeid kasutada edaspidi antud töös probleemide analüüsil ja lahenduste väljatöötamisel, kui ka tulevikus ettevõttesiseste probleemide lahendamiseks. Pareto diagrammi kasutatakse peatükis 5.3 eelnevate aastate reklamatsioonide analüüsi tulemuste selgeks visualiseerimiseks. PCAD-d, 5 WHY-d ja 8D-d saab rakendada peatükis 5.2 tegevusplaanide väljatöötamisel kui ka peatükis 5.3 reklamatsioonide analüüsil.

## 4. MÕÕDIKUD

„Kvaliteet algab mõõtmisest. Mida ei saa mõõta, seda ei saa ka juhtida“ (G. Taguchi)

Kvaliteedi mõõtmiseks me peame ära defineerima mida mõõta, missuguseid mõõdikuid kasutada, missugused KPI-d (Key Performance Indicator) on tähtsad ettevõttele, mida arendada ja samuti näeb ära kas toimub areng positiivses või negatiivses suunas.[15]

Kvaliteedi mõõtmine on vajalik järgmistel põhjustel [15]:

- tarbijate nõuete ja ootuste täitmine
- organisatsiooni kvaliteedieesmärkide määratlemiseks ja täitmiseks
- organisatsiooni tulude suurendamiseks läbi kvaliteetse, nõutava toote/teenuse
- ressursikasutuse parimate lahenduste tekitamiseks
- tagasituleva teabe kasutamiseks kvaliteedi parendamiseks
- kogu arengust ülevaatliku pildi saamiseks

Olulised seirevaldkonnad ja mõõtmised [15]:

- kaod
- tootlikkus
- turustamine
- toimingutele kuluv aeg
- kvaliteet
- tarbija rahulolu
- paindlikkus
- keskkonnajuhtimine
- majandusnäitajad
- kulud

Mõõta saab [15]:

- mõjusust
- tõhusust
- kvaliteeti
- tootlikkust

Ostutoodete tarnete kvaliteedi põhiliseks kajastamiseks on reklamatsioonid. Nende iseloomustamiseks on vajalik defineerida mõõdikud:

- 1) Reklamatsioonide arv perioodis
- 2) Kulu perioodis (Total Quality Cost)
- 3) Kulu perioodis / müügi käive
- 4) Parandamise kulu / müügi käive
- 5) Praagi kulu / müügi käive

Fors MW-s on töötajate paremaks informeerimiseks tootmisesse osakondade kaupa üles pandud infotelekad, kuhu kuvatakse vajalik informatsioon (boonuse graafik, teated, sündmused jne). Arendusprogrammi raames viiakse samasugune info telekatesse ka reklamatsioonide kohta. Kuvatav info on järgmine:

- 1) Kulu perioodis (sise ja kliendireklamatsioonid eraldi)
- 2) Osakondade kaupa reklamatsiooni põhjustaja (Pareto diagramm)
- 3) Suurimad vead – indikaatoriks kulu

Jevgeni Sahnno doktoritöös „Framework for continuous improvement of production processes“ on ära defineeritud toote kvaliteedi ja kulu KPI-d. Toote kvaliteedi mõõdikuna on ära kirjeldatud saabunud kvaliteetse kauba ja mittevastava kauba koguse vahe. Arvutatakse vastavalt: saabunud kvaliteetse kauba kogus/kogu tellimuse kogus.[14] Antud juhul on tegemist siis ühe tellimuse mõõdikuna, aga seda saab ka laiendada kogu tarnitud kauba kogusele.

## 5. METOODIKA KIRJELDUS

Ostutoodete kvaliteedi parendamiseks ja mittevastavuste vähendamiseks on vajalik välja töötada metoodika edasiseks tööks:

- Reklamatsioonide käsitlemise sisseviimineettevõtte ERP-süsteemi *Monitor*
- Reklamatsioonide sisestamise juhendi koostamine
- Tegevusplaan reklamatsioonide avastamisel – PDCA, 5 WHY, 8D
- Eelnevate aastate jooksul fikseeritud reklamatsioonide kokkuvõte ja analüüs – Pareto diagramm
- Kriitiliste sõlmede ja toodete defineerimine ning parendused
- Keevisrakise koostamine vastavalt analüüsi tulemustele ja hetke vajalikkusele
- Tootmisprotsessi kulu kalkulatsioon mittevastavuse parandamiseks
- Kokkuvõtete tegemine

### 5.1. Kvaliteedi mooduli juurutamine ERP-süsteemis ja mittevastavuste registreerimise juhend

Tarne toodete kvaliteedi seisukohalt on väga oluline tarnijale tagasiside andmine, et neil oleks teadlikkus, mis toodetega või sümptomitega on probleeme ja toimuks ka tarnijapoolne pidev parendus. Tagasiside andmiseks ei pea olema rahaline reklamatsioon, vaid tähtis on vajaliku informatsiooni jõudmine tarnijani.

Eelnevalt on mittevastavuste esitamine toimunud tekstitöötlusprogramm Microsoft Wordi dokumendina – vt. Lisa 1 dokumendi algvorm. Näide on toodud allpool Sele 5.1.1-a. Reklamatsioonide paremaks haldamiseks ja analüüsimiseks on sisestamine vajalik viia *Monitor*-i. See on osa ettevõtte arendusprogrammist reklamatsioonide teadvustamisest töötajatele ja samuti kvaliteedi parendamise tööriist. *Monitor*-is sisestatud aruande vormi näide on toodud Sele 5.1.1-b.

Reklamatsioonide üleviimise vajaduse paremaks mõistmiseks ERP-süsteemi on toodud tabelis 5.1.1. eeliste ja puuduste võrdlus.



Tabel 5.1.1. Reklamatsiooni sisestamisviiside võrdlus

	<b>Tekstitöötlusprogrammis Microsoft Word</b>	<b>ERP programmis <i>Monitor</i></b>
<b>Leibsed</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kõik info ühes failis - CAPA ja piltide lisamise võimalus aruandesse</li> <li>• Andmeid võimalik piiramatult sisestada/muuta jne</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ühtne süsteem</li> <li>• Info leidmine kerge</li> <li>• Andmete sisestamine lihtsustatud, automaatne kuvamine aruandele</li> <li>• Laoseisu mõjutamine reklamatsiooni kaudu (praak)</li> <li>• Ühtne andmekogu</li> <li>• Analüüsi ja kokkuvõtete tegemine lihtsustatud ning kiire</li> <li>• Info leidmine toote kohta kerge</li> <li>• Võimalik siduda erinevate projektidega, toodetega jne</li> <li>• Erinevate reklamatsiooni tüüpide võimalus: klient, tarnija, sisemine ja ennetav tegevus</li> </ul>
<b>Puudused</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Käsitsi sisestamine – ajakulu</li> <li>• Analüüsi ja kokkuvõtete tegemine keeruline ning aeganõudev</li> <li>• Inventuuri ehk laoseisu pole võimalik mõjutada (praak)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Andmete väljade lisamine ja muutmine piiratud</li> <li>• CAPA ja piltide lisamise võimaluse puudumine aruandesse – eraldi tuleb lisada meili</li> </ul>

CLAIM REPORT		FOORS MW																									
Claim No.	221	Date	23.10.2014																								
Supplier Name	Fors MW China	Invoice No.																									
Order No.	21855	Arrival Date	25.08.2014																								
Batch No.																											
Created by		Risto Aasa																									
<b>AS FORS MW</b> Tule 30 SAUE 10505 ESTONIA Tel: + 372 6790000 Fax: + 372 6790001 <a href="http://www.forsmw.com">www.forsmw.com</a>																											
Fax: _____ Date: 26.03.2015 Your reference: _____ Our reference: Olga Komissarova Billing address: Fors MW China Room 1104 No.612 Shanghuan Road 201206 Shanghai CHINA																											
<b>Claim Report</b> Our claim no. S09F00016 Our order no. _____ Your order no. _____ Our part no. FMWP03061 Your part no. Made by LYM Name Rotator link L50 Your nonconformity number _____ Batch number 21854;21565 Delivered qty 186,00 Rejected qty 28,00 Reject reason Excessive play																											
<b>A. Description of Nonconformity</b> Nonconformity: • Rear extension is not perpendicular. More precisely beam H3 140x140x-1000 is welded to beam H3 160x80x-990 skewed. Comments: • Can not mount the part to lumber trailer, cause it will be at an angle with the trailer. The height difference is about 2 mm. See pictures in Appendix																											
<b>B. Reason</b> B1 <input type="checkbox"/> Missing parts B2 <input type="checkbox"/> Workmanship error B3 <input type="checkbox"/> Transport damage B4 <input type="checkbox"/> Material error B5 <input type="checkbox"/> Measurement errors B6 <input type="checkbox"/> _____ B7 <input checked="" type="checkbox"/> Other: _____																											
<b>C. Cost estimation of Nonconformity</b> <table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">Part name</th> <th rowspan="2">Drawing No.</th> <th rowspan="2">Pcs</th> <th colspan="3">Action</th> <th rowspan="2">Total cost</th> </tr> <tr> <th>Time, hours</th> <th>Qty pcs of %</th> <th>Cost/each</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Rear extension T6</td> <td>FMV500451</td> <td>20</td> <td></td> <td>2</td> <td>Scrap</td> <td>68,78</td> </tr> <tr> <td colspan="6" style="text-align: right;"><b>Total value of the Claim, EUR</b></td> <td>137,56</td> </tr> </tbody> </table>				Part name	Drawing No.	Pcs	Action			Total cost	Time, hours	Qty pcs of %	Cost/each	Rear extension T6	FMV500451	20		2	Scrap	68,78	<b>Total value of the Claim, EUR</b>						137,56
Part name	Drawing No.	Pcs	Action				Total cost																				
			Time, hours	Qty pcs of %	Cost/each																						
Rear extension T6	FMV500451	20		2	Scrap	68,78																					
<b>Total value of the Claim, EUR</b>						137,56																					
NOTE: This report must have response from supplier by sending CAPA (corrective actions, preventive actions) list. All expenses (including transportation and taxes) should be taken by supplier, if not agreed differently. This claim requires the supplier to credit the total value or reduce it on the next invoice.																											
<b>D: CAPA and comments from supplier. Date</b> 他们需要根据这个报告来制定CAPA，并保证以后不会出现类似的问题。 They need to inspect all the raw material and insure there is no problem of processing raw material, and improve the design of the future. And ensure the distortion of rear extension cannot be assembled.																											
<b>E: Decision and actions regarding nonconformity parts (name and date needed)</b> 23.10.2014 Production meeting – These 2 parts can not use in production.																											
Claim closed by: _____		a																									
Date: _____																											
Page 1 (2)																											
<b>FOORS MW</b> Working address: _____ Street address: _____ Phone: + 372 6790000 Corp ID: 00000002 Tule 30 Tule 30 Fax: _____ VAI no. _____ Saue 10505 Saue 10505 + 372 6790001 + 372 10015663 62701014 Contact: <a href="mailto:info@forsmw.com">info@forsmw.com</a> Website: <a href="http://www.forsmw.com">www.forsmw.com</a> Date: 26.03.2015																											
See picture(s) attached! Please take appropriate action to settle the following claim: <b>Nonconformity cost</b> Scrap - 240,55 EUR Material cost (slide bearing) - 51,03 EUR Processing cost (printing) - 498 EUR Total cost - 790,71 EUR Respond CAPA																											
b																											

Sele 5.1.1. Reklamatsiooni aruannete vormid: a – Word dokumendis; b – ERP süsteemis

Uue süsteemi väljatöötamisel on vajalik koostada alati juhend, et ka teistel töötajatel oleks võimalik vajadusel protsess läbi viia – antud juhul mittevastavuse sisestamine *Monitor* programmi. Juhendi valmistamine toimus koostöös Reklamatsioonide juhi ja Arendusjuhiga. Juhend on koostatud ühtne kõikidele reklamatsiooni tüüpidele – klient, tarnija, sisemine ja ennetav töö. *Monitori* avakuva reklamatsioonide sisestamiseks on toodud Sele 5.1.2.

Sele 5.1.2. Reklamatsiooni sisestamise avakuva *Monitor*-is

## 5.2. Tegevusplaan mittevastavuse käsitlemisel

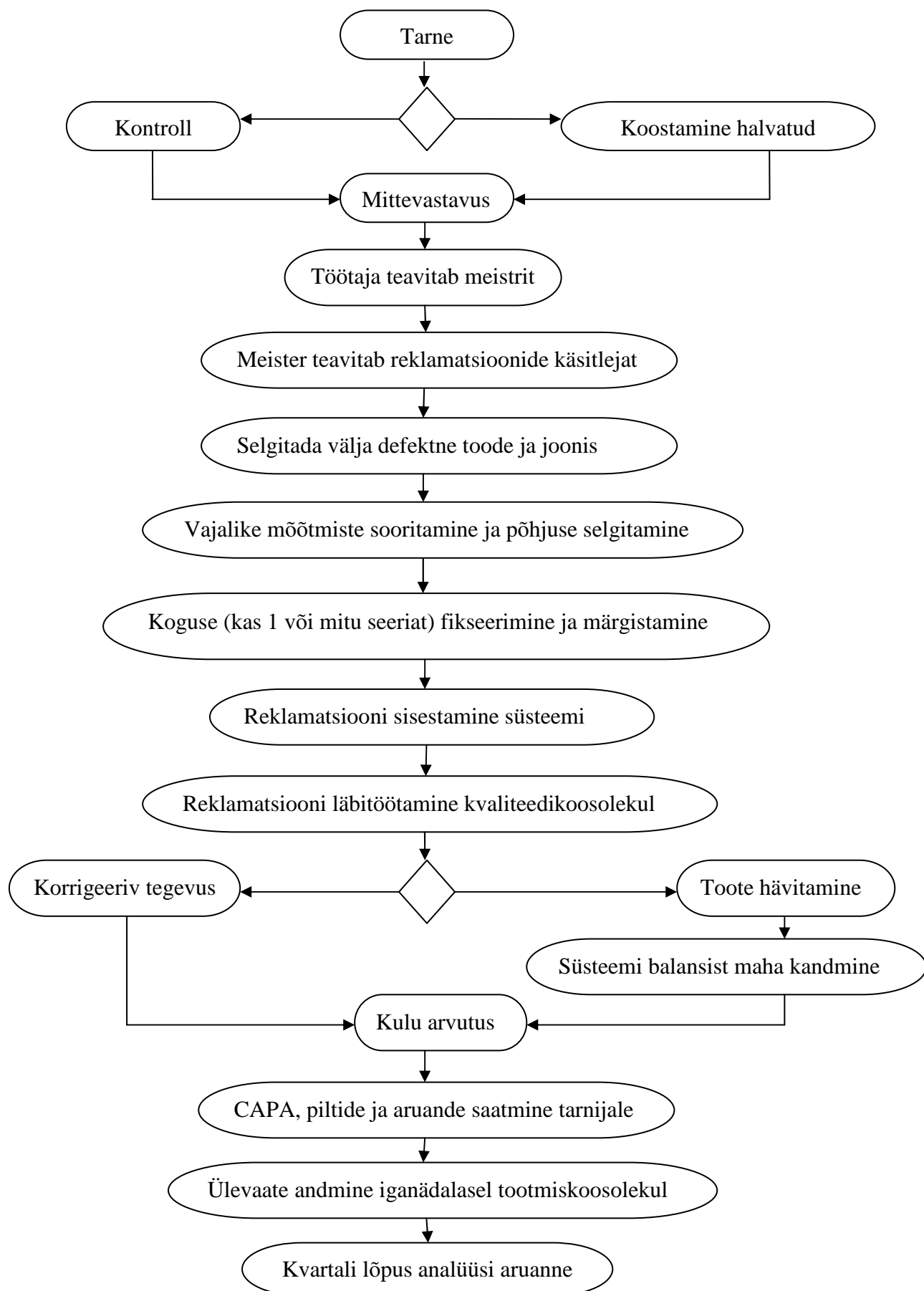
Mittevastavuse avastamisel on oluline teadlikus oma tegevusest, et kiirendada protsessi ja vajalikud aspektid ei jääks fikseerimata või välja selgitatud. Kasutades peatükis 3.2 tutvustatud probleemi lahendamise tööriistu ja seal tulenevaid põhimõtteid (PDCA, 8D), kirja panna tegevused reklamatsiooni käsitlemise käigus:

- 1) Vea esinemisel teavitab töötaja vastava osakonna meistrit → meister teavitab ostutoodete reklamatsioonide käsitlejat.
- 2) Reklamatsioonide käsitleja selgitab välja mittevastava toote ja selle joonise.
- 3) Teostada vajalikud mõõtmised vea põhjuse selgitamiseks – töötlemise viga, joonis ebakorrektnene (ettevõttesisene viga), koostamisviga, toormaterjal defektne jne.
- 4) Ulatus – palju defektset detaili on esinenud antud seerias ja kontrollib ka järgmisi seeriaid.
- 5) Sorteerida ja märkida ära defektsed tooted, mis lähevad parandamisele/hävitamisele.
- 6) Reklamatsiooni sisestamine ERP-süsteemi.

- 7) Reklamatsiooni läbitöötamine kvaliteedikooolekul – põhjus/lahendus (Kas defektsed tooted on parandatavad/praagid? Kuidas mittevastavust parandada?) ja ennetava töö ettepanekud. Kasutada 5 WHY-d, Ishikawa diagrammi.
- 8) Kulu arvutus – vajalik tootmisprotsesside hinnakalkulatsioon (peatükk 8.).
- 9) Teavitada peameistrit mittevastavusest ja vajadusel viia läbi parandatav tegevus mittevastavale tootele.
- 10) Aruande, piltide ja CAPA (Corrective action, preventive action) tagasiside saatmine tarnijale.
- 11) Reklamatsiooni aruandmine iganädalasel tootmiskoosolekul.
- 12) Iga kuu lõpus esitada aruanne: kulu (praak, ümbertöötluusele); enam esinevad sümptomid ja põhjused Pareto diagrammina; osakonnad, kes põhjustavad ja ajaliselt tegelema raiskamiste likvideerimisega.

Tegevusplaani paremaks visuaalseks kuvamiseks kasutada UML (Unified Modeling Language, ühtne mudelikeel) tegevusskeemi. Tegevusskeem on dünaamiline skeem, mis näitab tegevust ning ka sündmust, mis põhjustab objekti teatud olekus olemist. Seda kasutatakse protsesside kulgemise kirjeldamiseks süsteemis, kus on välja toodud vastavalt vajadusele toimingud, tegevused, üleminekud, alg- ja lõppolekud ning tõkisingimused. [16]

Tegevusskeem reklamatsiooni käsitlemisel on toodud Sele 5.2.1.



Sele 5.2.1. Reklamatsiooni käsitlemise tegevusskeem

### 5.3. Eelneva aasta jooksul fikseeritud reklamatsioonide kokkuvõte ja analüüs

Ettevõtte tütarfirma Hiinas tarnib põhilised detailid FARMA metsaveokärule, väike osa moodustab neist BIGAB konkstõstehaagiste ja NIAB traktorprotsessorite detailid. FARMA metsaveokärad jagunevad praegusel hetkel generatsiooni (G1, G2) ja kandevõime järgi (T6, T7, T8, T9, T10, T12, T14, T16), samuti on võimalik valida erineva haardeulatusega kraanade vahel (CT 3,8; CT 4,2; CT 4,6; CT 5,1; CT 5,3; CT 6,3; CT 7,0; CT 8,5). Loomulikult on palju erinevad lisavarustuse võimalusi.

Tarnitavad detailid algavad tihenditest ja puksidest kuni pooltoodeteni välja (raamid, kered, reielingud jne). Tarnitavate pooltoodete puhul räägime standardsetest toodetest, mis on suure müüginahuga või on võimalik kohapeal ümbertöödelda vastavalt tellimusele. Aastate jooksul on vastavalt kogemustele ja reklamatsioonidele kujunenud kriitilised tooted, millega probleeme on tekkinud. Fors MW-s on reklamatsioonide ajalugu aastast 2009, kuid kindlasti see info, mis on andmebaasis olemas, on ainult väike osa raiskamisest. Reklameeritud on need juhtumid, mis on tootmisest kinni püütud ja on olnud kõige suurema osakaaluga. Perioodil 2009-2015 märts kõige kriitilisemad tarnitud tooted FARMA metsaveokärel on järgmised:

- 1) **Kere raam (G1) – 20 juhtumit**
- 2) **Kraana tugiposti korpus (valudetail) – 17 juhtumit**
- 3) **Kraana tugipost – 13 juhtumit**
- 4) **Veotiislid – 9 juhtumit**

Nende reklamatsioonide nimekiri on toodud Lisa 2, kus värviga on ära markeeritud eelnevalt ära fikseeritud toode.

Pareto diagrammi jaoks tuleb ära defineerida iga tootega esinenud sümptomid ja põhjused ning vormistada graafik. Selle teostamiseks tuleb esmalt luua sümptomite ja vigade põhjuste loetelu (Tabel 5.3.1.), et Pareto diagrammil tuleks välja 80/20 printsiip. Loetelu ei tohi olla liiga pikk, et ei tekiks võimalust valida mitme põhjuse vahel. Järgmiseks töötada läbi eelpool välja sõelatud 4-ja kriitilisema toote juhtumid andes neile sümptomi ja põhjuse (Tabel 5.3.2).

Tabel 5.3.1. Sümptomite ja põhjuste loetelu

<b>Sümpptom</b>	<b>Põhjus</b>
Detaili vale asetus	Rakise ebatäpsus
Deformatsioon	Rakise puudumine
Halb väljanägemine	Paigaldusviga
Leke	Töötlusviga
Vastavus joonisele puudub	Vale tehnoloogia
Puudub/ebakorrekne operatsioon	Joonise viga/puudumine
Ebakorrekne detail	Toormaterjal
Puudub detail	Värvi palju/vähe
Koostamine takistatud	Ettevõtte sisene transport
	Ettevõtte väline transport
	Halb puhastus
	Valu viga
	Juhtkond
	Liiga kaua laos
	Tööriist/seade/pink

Tabel 5.3.2. Defektseimate toodete mittevastavuste põhjused

<b>Kraana posti korpus (valudetail)</b>	
<b>Defekt</b>	<b>Põhjus</b>
Halb väljanägemine	Valu viga
Puudub/ebakorrekne operatsioon	Töötlusviga
Puudub/ebakorrekne operatsioon	Töötlusviga
Leke	Valu viga
Halb väljanägemine	Töötlusviga
Koostamine takistatud	Töötlusviga
Koostamine takistatud	Halb puhastus
Leke	Valu viga
Halb väljanägemine	Ettevõtte väline transport
Ebakorrekne detail	Valu viga
Puudub/ebakorrekne operatsioon	Valu viga
Puudub/ebakorrekne operatsioon	Valu viga
Puudub/ebakorrekne operatsioon	Töötlusviga
Vastavus joonisele puudub	Töötlusviga
Puudub/ebakorrekne operatsioon	Valu viga
Puudub/ebakorrekne operatsioon	Valu viga
Puudub/ebakorrekne operatsioon	Töötlusviga

Tabel 5.3.2 järg.

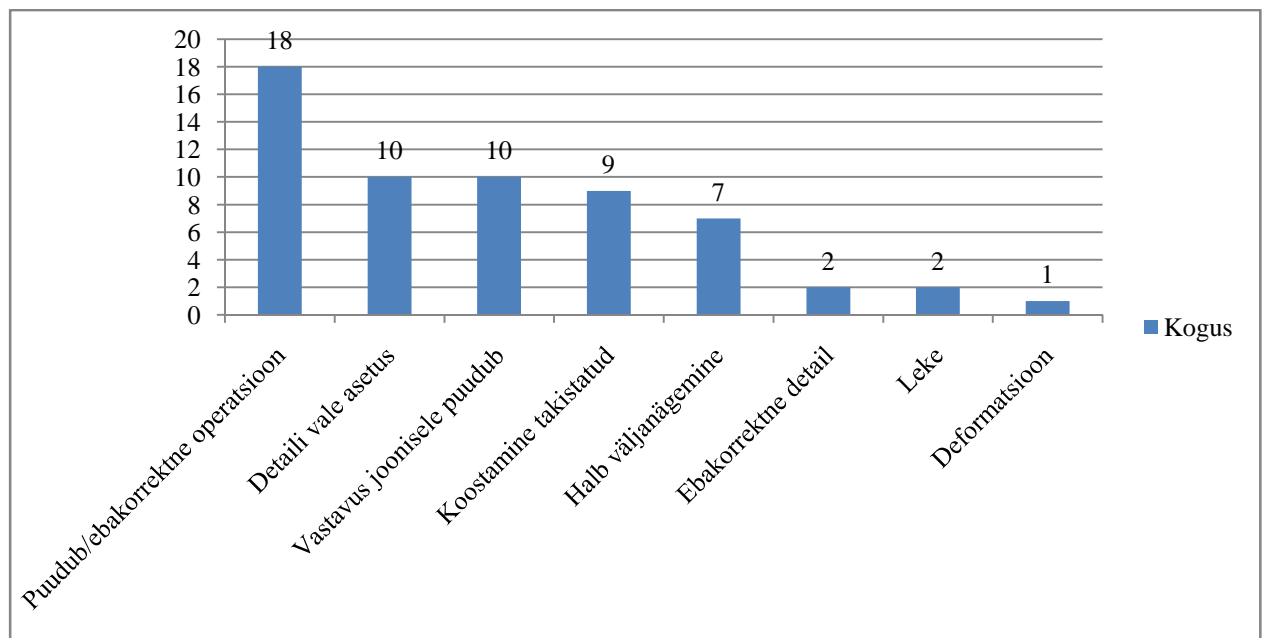
<b>Veotislid</b>	
<b>Defekt</b>	<b>Põhjus</b>
Detaili vale asetus	Paigaldusviga
Koostamine takistatud	Töötlusviga
Puudub/ebakorrekne operatsioon	Töötlusviga
Puudub/ebakorrekne operatsioon	Töötlusviga
Detaili vale asetus	Paigaldusviga
Vastavus joonisele puudub	Töötlusviga
Detaili vale asetus	Paigaldusviga
Detaili vale asetus	Paigaldusviga
Vastavus joonisele puudub	Paigaldusviga
<b>Kere raam (G1)</b>	
<b>Defekt</b>	<b>Põhjus</b>
Puudub/ebakorrekne operatsioon	Töötlusviga
Vastavus joonisele puudub	Töötlusviga
Detaili vale asetus	Paigaldusviga
Koostamine takistatud	Joonise viga
Koostamine takistatud	Töötlusviga
Detaili vale asetus	Paigaldusviga
Halb väljanägemine	Töötlusviga
Vastavus joonisele puudub	Paigaldusviga
Vastavus joonisele puudub	Töötlusviga
Detaili vale asetus	Paigaldusviga
Halb väljanägemine	Paigaldusviga
Puudub/ebakorrekne operatsioon	Töötlus viga
Detaili vale asetus	Paigaldusviga
Koostamine takistatud	Paigaldusviga
Puudub/ebakorrekne operatsioon	Töötlusviga
Vastavus joonisele puudub	Paigaldusviga
Deformatsioon	Töötlusviga
Koostamine takistatud	Paigaldusviga
Puudub/ebakorrekne operatsioon	Töötlusviga
Vastavus joonisele puudub	Töötlusviga
<b>Kraana post</b>	
<b>Defekt</b>	<b>Põhjus</b>
Detaili vale asetus	Paigaldusviga
Puudub/ebakorrekne operatsioon	Töötlusviga
Detaili vale asetus	Paigaldusviga
Puudub/ebakorrekne operatsioon	Töötlusviga
Koostamine takistatud	Töötlusviga
Puudub/ebakorrekne operatsioon	Töötlusviga



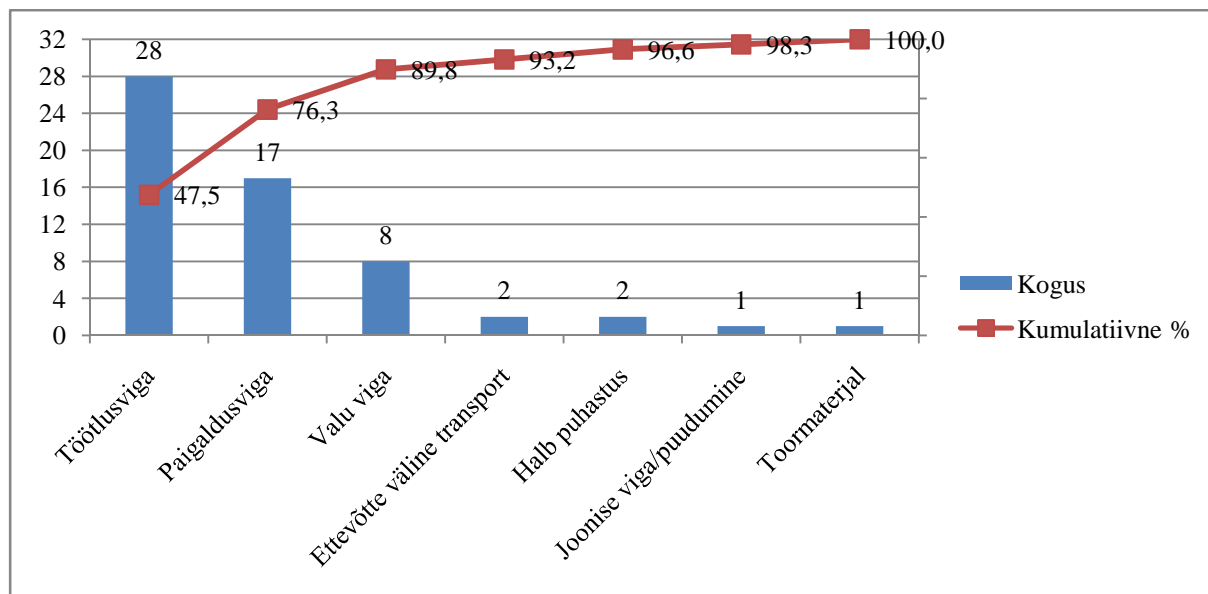
Tabel 5.3.2 järg.

Halb väljanägemine	Toormaterjal
Koostamine takistatud	Töötlusviga
Vastavus joonisele puudub	Töötlusviga
Ebakorrektn detail	Ettevõtte väline transport
Halb väljanägemine	Halb puhastus
Puudub/ebakorrektn operatsioon	Paigaldusviga
Vastavus joonisele puudub	Töötlusviga

Sümptomid koondada Pareto diagrammi, et saada parem ülevaade esmasest sümptomist vastavalt esinemissagedusele, kui mittevastavus avastati (Sele 5.4.1). Põhjuste esinemissageduse tuua esile kumulatiivse Pareto diagrammina, mis on kujutatud Sele 5.4.2.



Sele 5.3.1. Kriitiliseimate reklameeritud toodete sümptomid



Sele 5.3.2. Kumulatiivne Pareto diagramm defektseimate toodete põhjuste esinemissagedusele

Sümptomite diagrammil Sele 5.3.1 on toodud ära esmased sümptomid mittevastavuse avastamisel. Kõige enam on esinenud mingisuguse tootmisoperatsiooni (töötlus, keevitus, puhastus jne) puudumine või selle operatsiooni ebakorrektsus.

Sümptomist tähtsam on defekti tekkimise põhjus. Kõige enam põhjustest on töötlusviga (treimine, freesimine, puurimine, painutus jms) ja sellele järgneb paigaldusviga, mille alla liigitatakse põhiliselt keevitamispaigaldusel tekkinud mittevastavus. Kahjuks pole võimalik tagantjärele teada saada, kas juurpõhjus on töötajas, rakises või mõnes kolmandas põhjuses. Praegu saab tarnija käest tagasiside CAPA-na, kus tihtipeale antakse juurpõhjus teada.

## 6. KRIITILISED TOOTED METSAVEOKÄRU FARMA NÄITEL

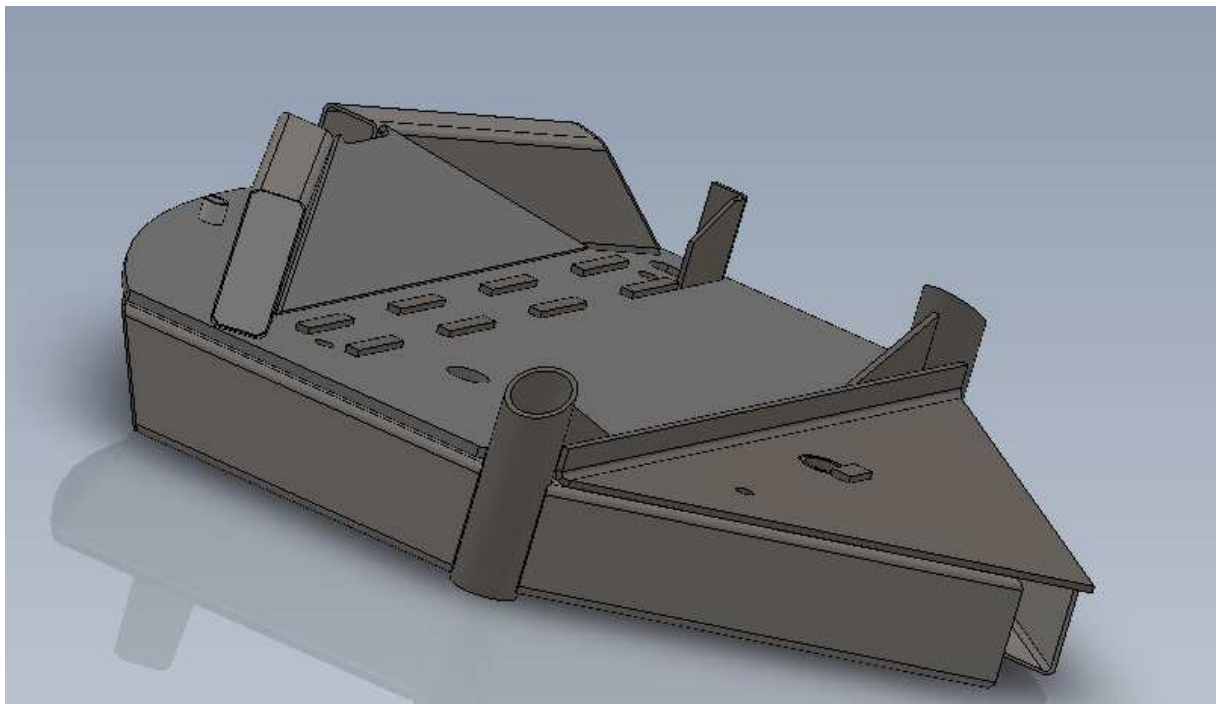
Kvaliteedijuhtimise jaoks on ennetamine olulisem kui kontrollimine, samuti kvaliteedi parendamise jätkusuutlikuks toimumiseks on vajalik tarnijate pidev arendamine, mis on toodud peatükis 3 lean tootmise meetodite ja võtete loetelus. Samas on ka ennetavaid tegevusi mida saab ettevõtte ise parendada, et mittevastavusi vähendada. Näiteks disaini muudatused. Fors MW-s moodustab väga suure osa keevitamise osakond, kuna tooted on massiivsed ja nendele mõjuvad suured jõud. Paljud tooteid saab aga ümber disainida, et vältida keevitusest tulenevaid mittevastavusi (deformatsioonid, detaili vale paigaldus, keevisõmbluse defektid jne). Howard B. Cary Ameerika Keevituse Ühendusest on disaineritele ja inseneridele kirja pannud soovitusi vähendamaks keevitusele minevaid kulutusi [17]:

- 1) Tuleks jälgida reklamatsioonidest tulenevaid kaebusi ja vajadusel nõrgad kohad elimineerida.
- 2) Kõrvalda keevisõmblused, kus see oleks võimalik – kasutada valudetaile, profiilteraseid, vormitud või painutatud plaate.
- 3) Keevismetalli kogus tuleks hoida madalana.
- 4) Kasutada vahelduvat keevisõmblust, et vähendada kulu ja deformatsioone.
- 5) Kindlusta kerge ligipääs keevituspiirkonda.
- 6) Vali sobivad materjalid.
- 7) Tasakaal kasutades raskemaid materjale ilma tugevusteta ja vastupidi kasutades lisadetaile tugevdamiseks.
- 8) Kasuta keevitussümboleid suuruse tingmäärgiga kõikidele keevistele.

Need on vaid vähesed soovitused parendamiseks ja töö käigus silmas pidamiseks. Eelnevas peatükis defineeriti ära neli FARMA G1 treileri detaili, millele on enim reklamatsioone esitatud. Järgnevalt võtta vaatluse alla kõik 4 kriitilisemat ostutoodet, analüüsida nendega esinenud mittevastavusi ning töötada välja lahendused.

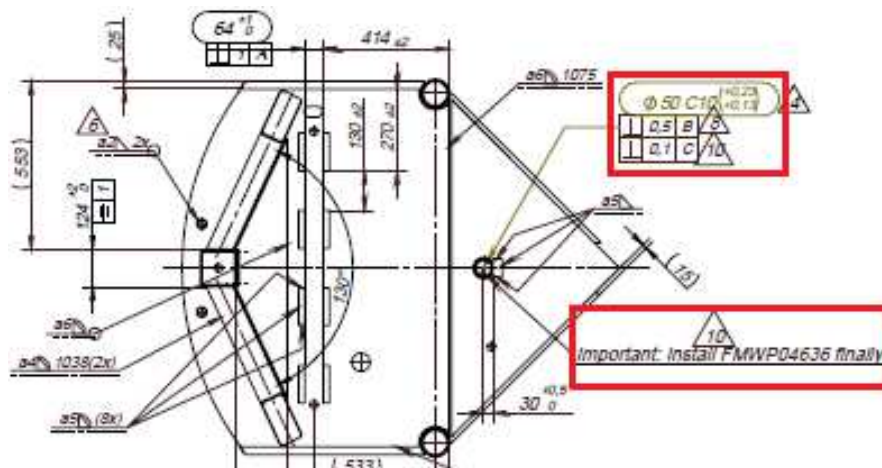
## 6.1. Kere raam G1

Kõige enam reklameeritud toode on metsaveokäru kere raam, mille mittevastavusi on registreeritud 20-l korral – 10 juhtumit neist on töötlusveaga. See tähendab kas ava on olnud tolerantsist väljas või mõni muu dimensioon ei vasta joonisele. 9 juhtumit on aga olnud paigaldusveaga, sel juhul on detaili vale asetus olnud peamiseks põhjuseks, mis takistab koostamist. Palju juhtumeid on olnud väga halva keevituskvaliteediga, kus keevisõmbluse kõrgus ei vasta joonise nõuetele, esineb visuaalset külmkeevisõmblust ja poorid keevisõmbluses.



Sele 6.1.1. Kere raam T9-T10 G1

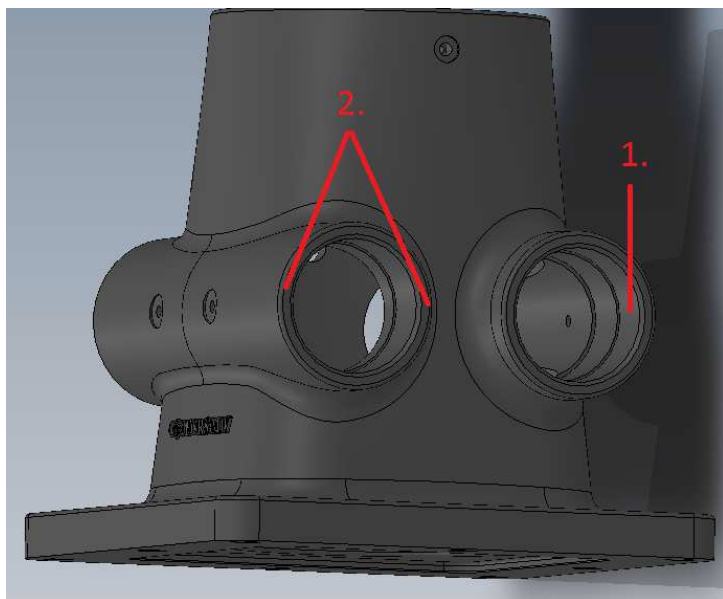
Antud toote ühe reklamatsiooni käigus on tehtud joonise muudatus, et veotiisli kinnituspuksi keevitamine toimuks lõppkoostus tarnija jaoks. Samuti lisatud juurde täiendavad geomeetrilised nõuded.



Sele 6.1.2. Joonise muudatus reklamatsiooni tagajärjel

## 6.2. Kraana tugiposti korpus (valudetail)

Tegemist on äärmiselt tähtsa ja kriitilise valudetailiga metsaveokäru juures, kuna antud detailile mõjuvad väga suured jõud ning momendid. Samuti käib selles tootesse kraana tugipost, millele antakse silindrite abil liikumine. Seetõttu on antud toode väga suurte täpsuse ja joonise vastavuse nõuetega. Selle detaili reklameerimise põhjuseks on olnud 8-l korral valu viga – õhumullid valu sees, korpuse lekkimine, halb korpuse pinnakaredus. Õhumullid on põhiliselt olnud silindri keermestatud alas (Sele 6.2.1 – punkt 1), kus ta nõrgestab korpust ennast ja silindri kinnitumomenti. 7-l korral on esinenud töötlusprobleemid – töötlus puudub, avad tolerantsist väljas, silindri ava seinapaksus liiga väike (Sele 6.2.1 – punkt 2).



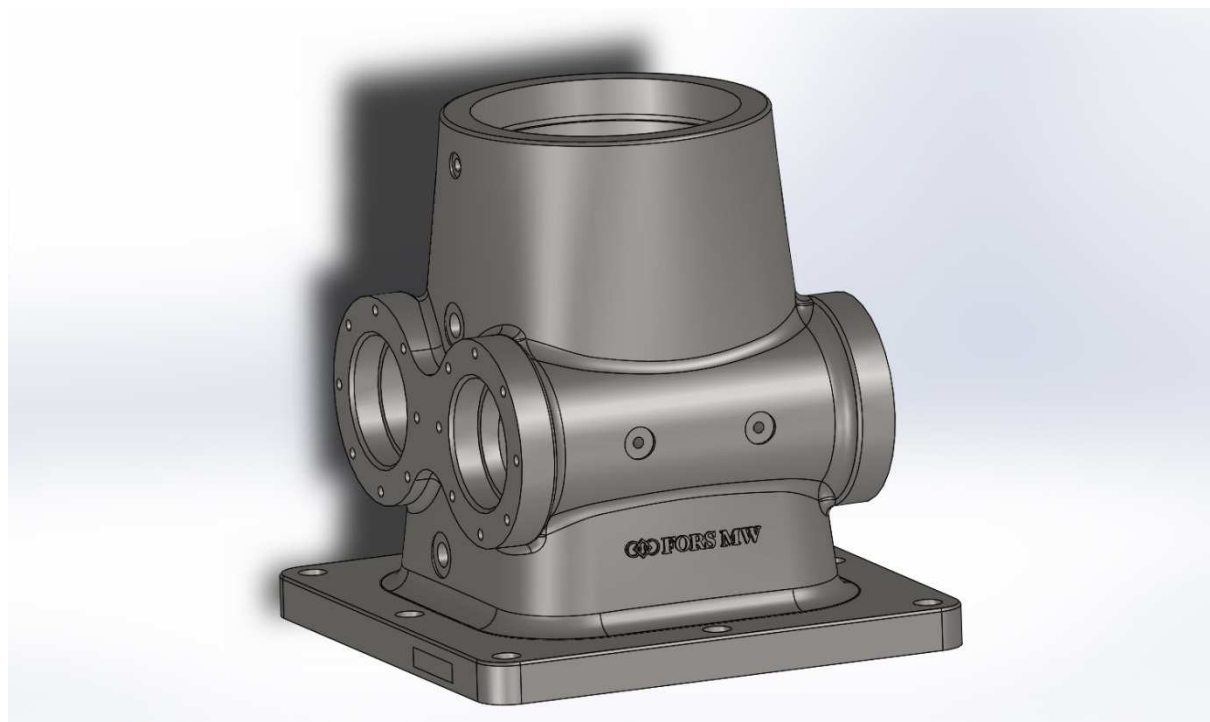
Sele 6.2.1. Kraana tugiposti korpus 16 kNm: 1 –keermestatud ava; 2 – silindri ava seinapaksus

Probleemide loetelu ja ennetavad tegevused on toodud tabelis 6.2.1.

Tabel 6.2.1. Probleemid ja ennetavad tegevused kraana tugiposti korpusega

	<b>Probleem</b>	<b>Ennetav tegevus</b>
1.	Õhumullid korpuse valus	1) Disaini muudatus (vt. Sele 6.2.2.) – silindri keermestatud ala kaotatud, silindri kinnitus flantsi ja poltidega 2) Valudetaili tarnija vahetus, kes suudab tagada kõrgema kvaliteedi
2.	Korpuse lekkimine, halb pinnakaredus	1) Tarnijapoolne pneumaatiline eelsurveestamine 2) Valutehnoloogia/vormi muutmine 3) Valu sulametaili muutus/parem kvaliteet 4) Valudetaili tarnija vahetus, kes suudab tagada kõrgema kvaliteedi
3.	Töötlus puudub, avad tolerantsist väljas, silindri ava seinapaksus liiga väike	1) Disaini muudatus (vt. Sele 6.2.2.) – silindri keermestatud ala kaotatud, silindri kinnitamine flantsi ja poltidega + lihtsam töötlemine 2) SOP rakendamine 3) TPM rakendamine

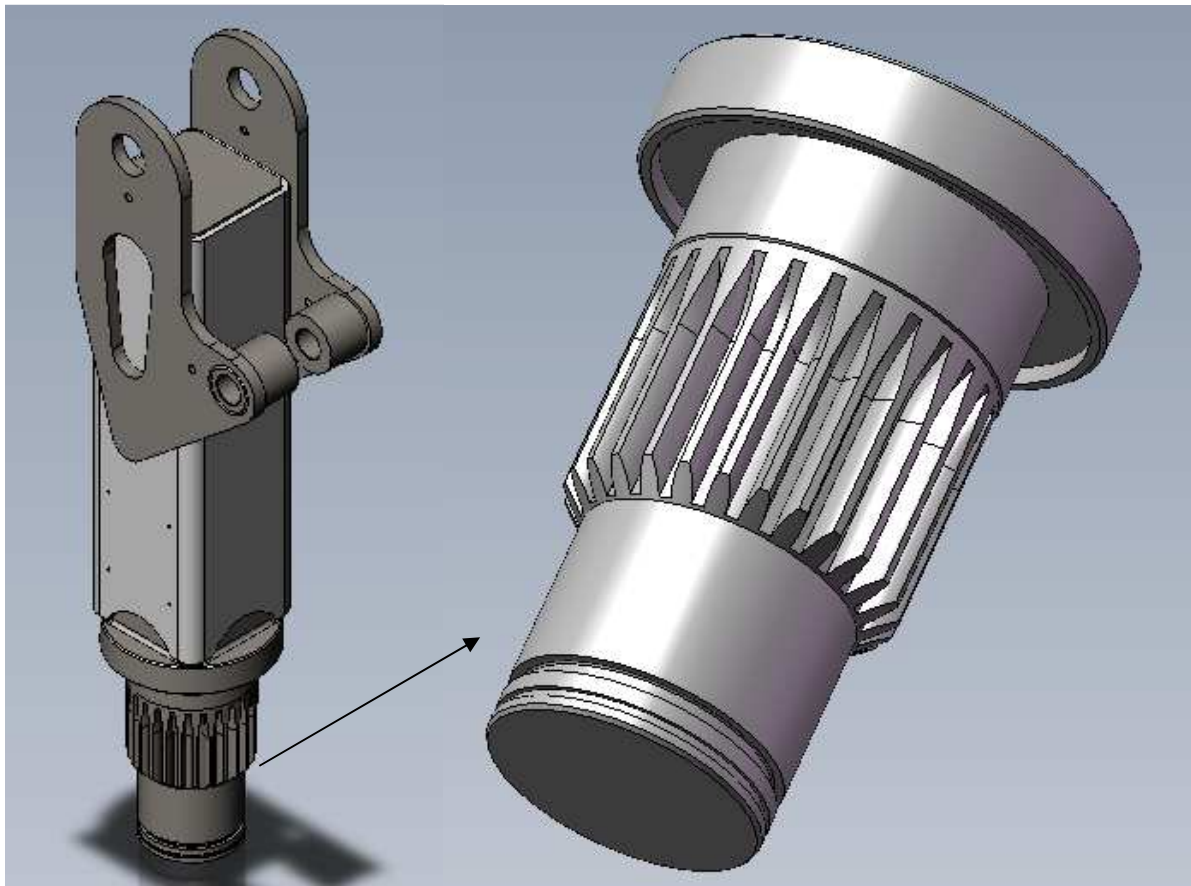
Vältimaks valu tagajärjel õhumullide esinemist silindri keerme osas, disainitakse uut korpust, kus keerme osa on kaotatud ja silindri kinnitamine käib flantside abil. Tänu sellele on paigaldus lihtsam ja mõningad töötused kaovad ära, mis langetavad korpuse maksumust.



Sele 6.2.2. Uue disainiga korpus – silindri kinnitamine flantsi ja poltidega

### 6.3. Kraana tugipost

Kraana tugipost on samuti väga tähtis ja kriitiline osa, kuna sealt saab kraana oma liikumise. Antud detailile mõjuvad suured jõud ja momendid, lisaks on see pidevas liikumises, sellest tulenevalt on kõrged tolerantsi ja kvaliteedi nõuded. Täpsemalt on seekõige suurem nõue C-rattal (Sele 6.3.1.), mis kinnitub valukorpusesse. Tihti on aga palju töötlusvigu esinenud – nurgaraadiused puudu (pingepunkt), faas puudu (lõhub plastiktihendi), mõõtude mittevastavused jne. Mõningatel juhtudel on olnud visuaalseid defekte nagu halb toormaterjali pinnakvaliteet ja vähese puhastuse ning transpordi tagajärjel tekkinud korrosioon.



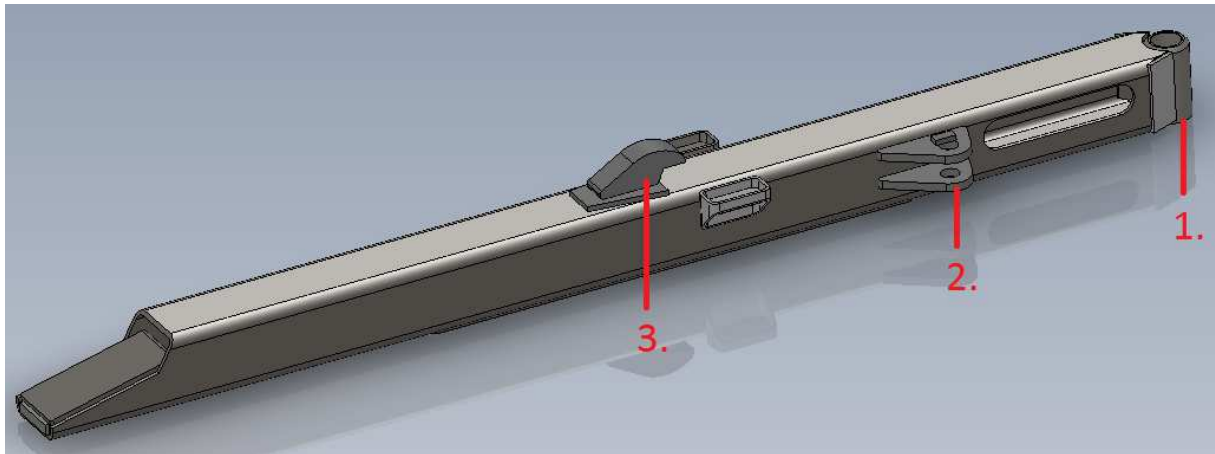
Sele 6.3.1. Kraana tugipost C4,6 ja C-ratas 8 kNm



## 6.4. Veotiisel

Veotiisliit on võimalik kere suhtes silindri abil pöörama panna. Selleks on vajalik kõikide geomeetriliste nõuete täitmist, et ei tekiks liikumisel üleliigseid jõude, hõõrdumisi ja pingi. Veotiisli kinnitamisega raami külge on tekkinud probleeme, mis on tingitud nii veotiisli koostamisest kui ka detailide töötlemisest. Veotiisli puhul on tähtsad (Sele 6.4.1):

- 1 – Puksi ava mõõdu tolerantsi vastavus joonisele ja ristseis veotiisli talaga.
- 2 – Silindri kinnituskõrvade ava mõõdu tolerantsi vastavus joonisele ja kaugus puksist (nr. 1)
- 3 – Konksu kõrgus talast ja kaugust puksist (nr. 1)



Sele 6.4.1. Veotiisel T9-T14

## 7. KEEVISRAKISE KOOSTAMINE KRIITILISELE TOOTELE

Rakis on seade koostamisel oleva detaili kinnitamiseks. Keevitamises on see väga tähtis komponent, kuna see aitab tõsta kvaliteeti, tootmise efektiivsust, lihtsustab tööaja tööd ja vähendab raiskamist. Samas peab see seade täitma Poka-Yoke funktsiooni ehk ära hoidma detailide koostamise mittevastavalt joonisele.

Rakis koosneb erinevatest osadest, millel igal on oma funktsioon [18]:

- 1) Alus ehk korpus – toetab ja tugevdab rakise koostiselemente.
- 2) Seadelemendid – määrab koostatava detaili asendi.
- 3) Paigalduselemendid – tagavad detailide paigalduse ilma rihtimata.
- 4) Kinnitusmehhanismid –detailide paigal hoidmiseks protsessi ajal.

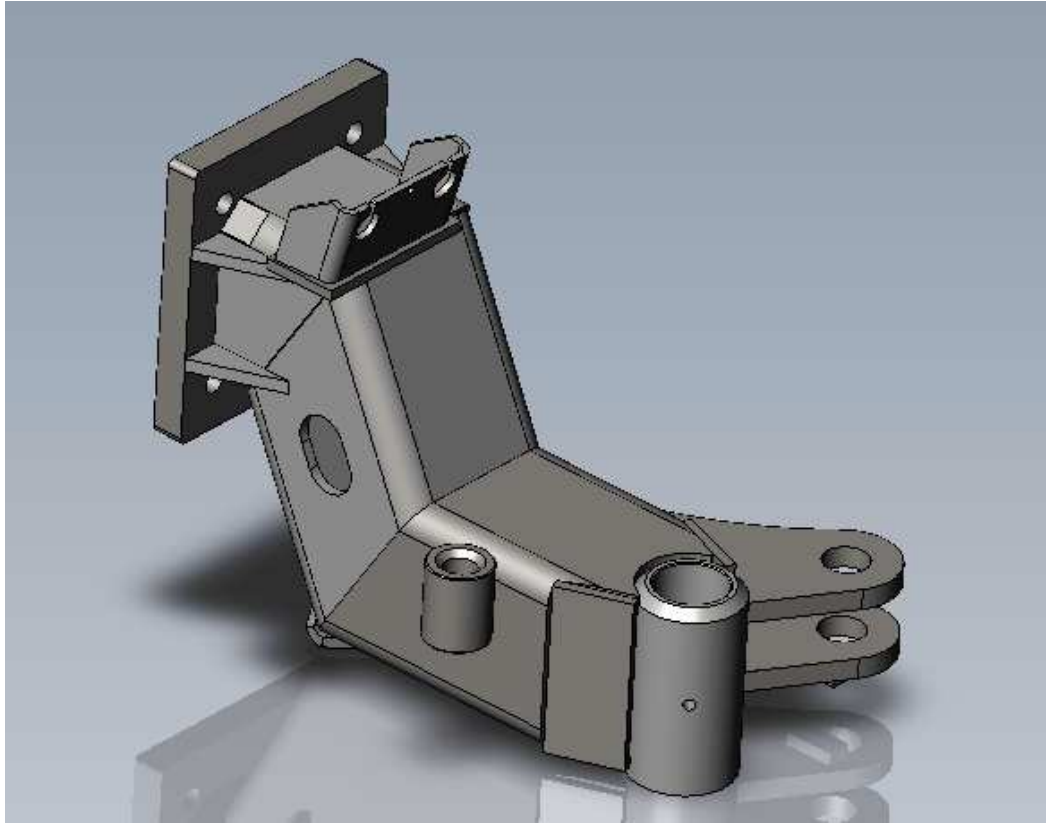
Funktsionaalselt saab rakiseid jagada universaalseteks, ümberhäälestatavateks ja spetsiaalseteks. Samuti kasutamise järgi mehaanilise töötlemise, koostetööde ja metallkonstruktsioonide rakised.[18]

Töö eesmärkides oli firmapoolne huvi kasutada antud magistritööd ettevõtte siseseks rakendamiseks. Seega ülesanne on projekteerida ühele eelnevalt defineeritud kriitilisele tootele keevisrakis. Paljudel toodetel on keevisrakis olemas, aga on mõningaid vähese tellimusega tooteid, mis valmistatakse ilma keevisrakiseta. Sellise iseloomuga on T7-T8 liigutav veotiisel, mis on tehtud spetsiaalselt Saksamaale müüdavatele metsaveokärudele. Hiljuti on tehtud antud tootele reklamatsioon, kus koostamise tagajärjel toimus keevitamise deformatsioon, mille tulemuseks oli veotiisli ja treileri raami tasapindade hälve ühe meetri peale 40 mm, mis on silmaga nähtav (Sele 7.1).



Sele 7.1. T7-T8 veotiisli deformatsioon

Antud veotiisel koosneb kahest osast, mis kinnituvad üksteise külge polditud flantsidega. Üks pool kinnitub metsaveokäru raami külge ja teine pool traktori haakesse. Probleem on treileri poolse osaga. Veotiisel, millele keevirakis koostatakse, on toodud Sele 7.2.



Sele 7.2. Liigutatav T7-T8 treileri veotiisel

Keevisrakiste projekteerimisel on kehtestatud ettevõttes omad nõudmised:

- Rakis peab olema optimaalne, tuleviku perspektiivis projekteeritakse võimalikult palju sõrestiku stiilis rakiseid. Sama printsiipi jälgitakse ka antud veotiisli rakise koostamisel.
- Ettevalmistusaeg, detailide sisestamine ja lisaoperatsioonid peavad käima minimaalse ajakuluga ning lihtsustatult.
- Koostajal peab olema juurdepääs vajalikesse kohtadesse punktimiseks.
- Toote eemaldamine minimaalse energia- ja ajakuluga.
- Projekteerimisel tuleb arvestada rakise hooldamist ja tähtsamate sõlmede seadistamisvõimalust

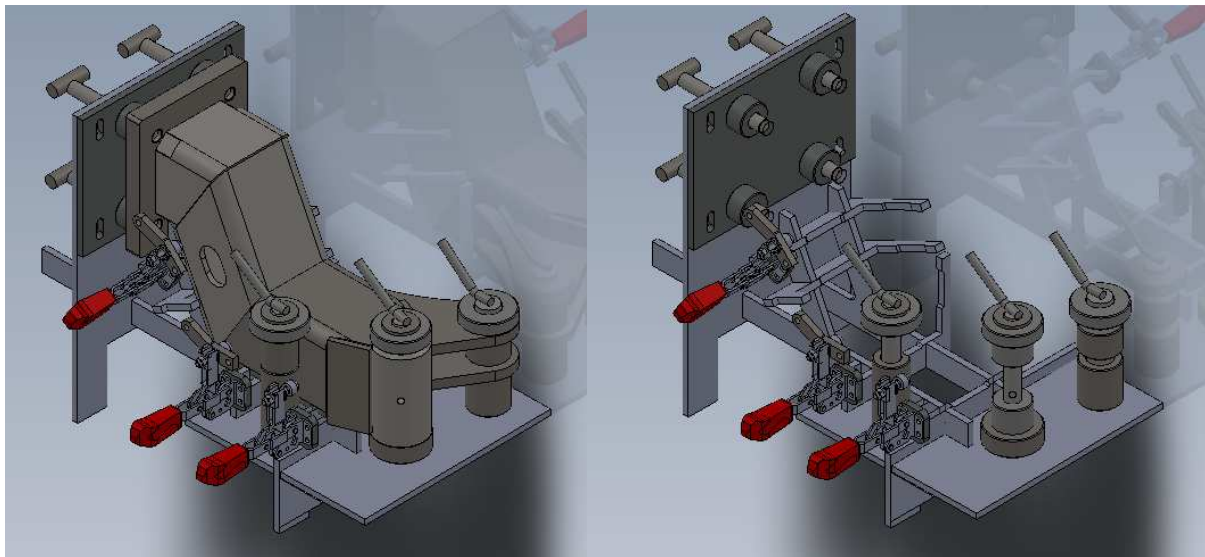
Neid nõudmisi täites sai projekteeritud ettevõtte tootmise jaoks rakis, mis on toodud Sele 7.3:

1 – Seadelement, mis on poltidega fikseeritav.

2 – Paigalduselementidena on kasutatud 10 mm-st leht laserprofiile (materjal S355J2) ja vastavalt tolerantsidele töödeldud pukse.

3 – Kinnitusmehhanismideks on kiirklambrid, erineva suurusega poldid pukside kinnitamiseks ja M24 poldid seadeplaadi kinnitamiseks.

4 – Korpusena on kasutatud 10 mm-st lehest plaate ja laseriga lõigatud profiile (materjal S355J2)



Sele 7.3. Projekteeritav keevisrakis veetiisli koostamise jaoks

Tootmise jaoks on vajalik koostada joonised detailidele kui ka koostudele. Jooniste koostamine toimub geomeetriliste standardite alusel:

- 1) Geomeetriliste tolerantside sümbolid – ISO1101
- 2) Üldiste tolerantside sümbolid – ISO2768
- 3) Pinnakareduste sümbolid – ISO1302

Samuti on joonistele ära toodud keevitusstandardid:

- 1) Keevituse tolerantsid – EVS-EN ISO 13920 – B
- 2) Keevituse ühendused – ISO 2553

3) Keevise kvaliteedi tase – EVS EN ISO 5817 – C

Keevisrakiste jooniste tähistused on kindlaks määratud:

- 1) RP – detailid
- 2) RS – alamkoostud
- 3) RA – põhikoost

Koostejoonis projekteeritud keevisrakisest on toodud lisades graafilise osa all.

Tekkinud probleemid ja parendused edaspidiseks projekteeritud rakisega:

- 1) Tugevdada raami.
- 2) Tappide paremaks sobitamiseks koostamisel lisada tappide nurkadesse raadiused.
- 3) Seadeelemendid lisada ka väiksema diameetriga puksile ja silindri kinnitusplaatidele – suurema diameetriga puks jääb fikseeritud detailiks, mille järgi baseeritakse teised elemendid.
- 4) Kinnituspoltidel pukside kinnitamiseks kaotada ära mutrid ja lisada keermega plaat, mis kiirendab ja hõlbustab operaatori tööd.

## 8. TOOTMISPROTSESSI KULU KALKULATSIOON

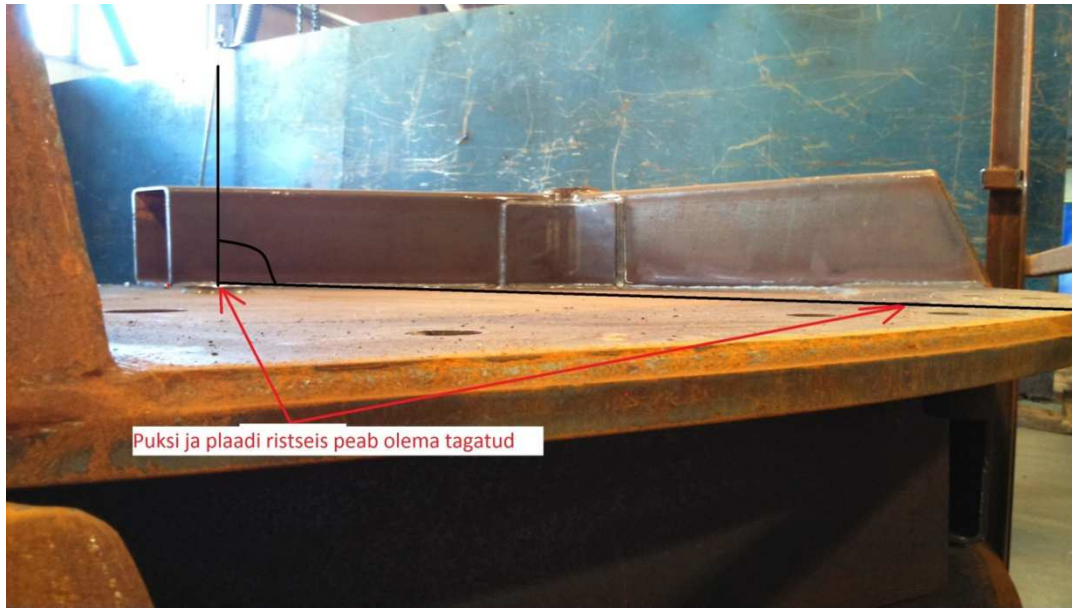
Ettevõtte kvaliteedi mõõtmiseks on vajalik aasta lõpus arvutada välja reklamatsioonide kulu (Cost of poor quality). Selle jaoks on vaja õiget mittevastavate toodete parandamiseks minevate protsesside ja seadmete kulu, praegusel hetkel on kõikidele protsessidele tunnihinnaks 30 EUR/h, mis ei anna õiget infot raiskamistest. Ettevõttes kasutatavad tootmisprotsessid on toodud tabelis 8.1.

Tabel 8.1. Ettevõttes kasutatavad tootmisprotsessid

Materjali ettevalmistus	Töötlemine	Keevitus	Värvimine ja koostamine
Lõikamine saag	Treimine	Punktkeevitus	Haaveldus
Gaasilõikus	Puurimine	Traktorkeevitus	Värvimine
Plasmalõikus	Freesimine	Keevitus/puhastus	Lõppkoostamine
Lõikamine giljotiin			Hüdraulika koostamine
Laserlõikus			Laadimine
Painutus			
Pressimine			
Puhastus/saag			

Antud juhul võtta üks kindel juhtum ehk reklamatsioon ja arvutada selle mittevastavuse parandamiseks minev kulu. Valida selleks juhtumiks reklamatsioon numbriga S07F00010, mis on olnud suureks probleemiks ja kuluks tootmisele sel aastanumbri sees.

Kirjeldus: 9/10-tonnise metsaveokäru raami puksi tsentrijoon (veotiisli kinnitamiseks) ei ole risti raami esimese plaadiga, kuhu toetub veotiisel. Kokku mittevastavaid tooteid 120.



Sele 8.1. Puksi ja plaadi ristseis pole tagatud.

Probleem/põhjus: Veotiiisli ja raami tala paigaldus raskendatud – pilu jääb puksi/plaadi vahele; tala kinnitusdetailide keevitusel suuremad pilud ja ebatäpsused, mis raskendavad keevitusprotsessi. Põhjus – puks keevitatakse alamkoostus plaadi külge. Pärast keevisõmbluse kõrguse nõude suurendamist ei ole suutnud tarnija tagada vajalikke parameetreid veotiiisli probleemideta paigaldamiseks. Raam koosneb erinevatest plaatidest ja lõppkeevitamise käigus toimub deformatsioon, mille pärast pole plaadid enam ühe telje peal. Seejärel ei ole enam tagatud ka puksi ja plaadi ristseis.

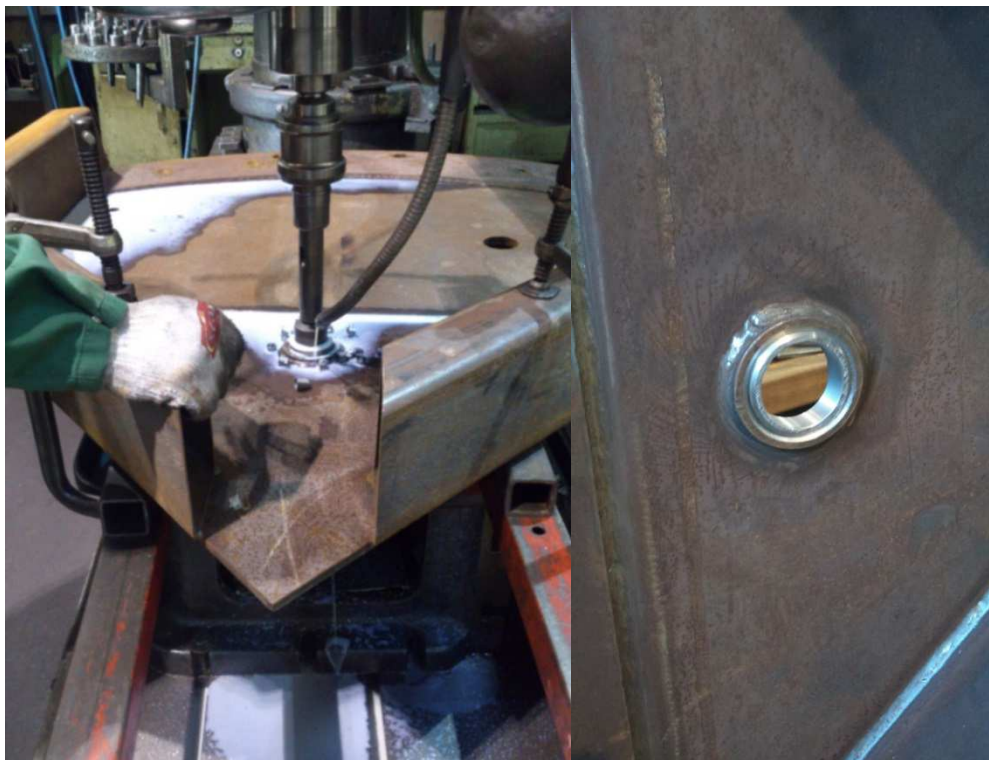




Sele 8.2. Probleemi kirjeldus – pilu, mis jääb veotiisli ja kinnituspuksi vahele

Ennetav tegevus: Joonise uuendus - puksi keevitus tuleb viia viimasesse keevituskoostu.

Rakendatav parandusmeede: HB80/50-20 puks puuritakse läbi d62 suuruseks ja seejärel keevitatakse puks suurusega HB61/50-20. Puksi keevitamine toimub raami tala ja kraana posti aluse kinnitustala koostamise käigus, et oleks tagatud nõudmised koostamise jaoks.



Sele 8.3. Raami puksi puurimine ja paranduspuks keevitamiseks valmis

Kulutused paranduseks: 1) Puurimine

2) Paranduspuks HB61/50-20 - 120 detaili

3) Keevitamine

## 8.1. Freespingi tunnihinna arvutus

Puurimine toimub seadmega Fanuc Kitamura T20.



Sele 8.1.1. Vertikaal-freespink

Esmalt tuleb välja arvutada seadme tunnihind, seejärel summeerida juurde operaatori palk ja lõpuks arvestada juurde parandustegevuseks minev aeg.

Seadme tunnihind arvutada valemiga 1 [13]:

$$C_{Mhr} = \frac{C_f}{T_{RT}} + C_v/h, \quad (1)$$

kus  $C_{Mhr}$  – kulud seadmele tunni lõikes; seadme tunnihind,

$C_f$  – seadme püsikulud aastas,

$T_{RT}$  – seadme tööaeg tundides perioodi kohta,

$C_v/h$  – seadme muutuvkulud tunnis; näiteks elektriarve.

Seadme tööaeg  $T_{RT}$  arvutatakse valemiga 2 [13]:

$$T_{RT} = T_T - T_{ST} - T_{SM} \quad (2)$$

kus  $T_{RT}$  – seadme tööaeg tundides perioodi kohta,

$T_T$  – seadme teoreetiline kogutööaeg tundides perioodi kohta,

$T_{ST}$  – seisuajad; nt vabad päevad, tööseisakud jne, tavaliselt võetakse % suurusest  $T_T$ ,

$T_{SM}$  – aeg hoolduseks ning teeninduseks, tavaliselt võetakse % suurusest  $T_T$ .

Arvutuste tegemiseks on esmalt vajalik seadme andmete kogumine, mille kanname tabelisse 8.1.1.

Tabel 8.1.1. Seadme vajalikud andmed arvutusteks

Parameeter	Andmed
Seadme energiatarve	12 kW
Põrandapinna ühikmaksumus	17,7 EUR/m <sup>2</sup>
Täiendav hooldus	5 EUR/h
Energiavõrgu teenustasu kuu keskmine 2014	4812 EUR
Kulu kWh kohta	0,042 EUR/kWh
Pinnahõive	30 m <sup>2</sup>
Seadme teoreetiline kogutööaeg, $T_T$	2016 h [19]
Seadme seisuajad, $T_{ST}$	30% $T_T$ -st
Aeg hoolduseks ja teeninduseks, $T_{SM}$	10% $T_T$ -st

Järgnevalt kasutada andmeid kogukulude arvutamiseks.

Tabel 8.1.2. Seadme kogukulud [13]

Kululiik	Arvutus	Püsikulud, EUR/aastas	Muutuvkulud, EUR/h
Amortisatsioon <sup>(1)</sup>	-	2274,66	-
Hoolduskulud	Hooldustegur <sup>(2)</sup> x amortisatsioon	1137,33	5,00
Energiakulu	Energiatarve x energiakulud = 12 kWh x 0,042 EUR/kWh	4812,00	0,50
Proportsionaalne pinnahõivekulu	Tööpinna ühikmaksumus x tööpinna suurus=17,7 x 30 x 12	6372,00	-
	<b>Kogukulu seadmele (CM)</b>	14595,99	5,5

Märkused. 1. Amortisatsiooni väärtus saadud ERP-süsteemist.

2. Hooldusteguri väärtuseks on võetud 0,5.

Arvutada välja seadme tunnihind ( $C_{Mhr}$ ) normaalse koormatuse juures lisades sellele ka tööjõu palkp:

$$C_{Mhr} = \frac{C_f}{T_T - T_{ST} - T_{SM}} + \frac{C_v}{h} + p = \frac{10528,41}{2016 - 604,8 - 201,6} + 5,5 + 9,19 = 23,74 \text{ EUR/h}$$

## 8.2. Keevitamise tunnihinna arvutus

Keevitamise kulusse arvestatakse nagu iga teise tootmisprotsessi puhul tööjõu kulu, materjalid (gaas, keevitustraad) ja üleüldised kulud (elekter, pinnahõive, tööriided/isikukaitsevahendid). Keevitamistehnoloogiana kasutatakse traatkeevitust aktiivgaasi keskkonnas ehk MAG (Metal arc welding), kus kaitsegaasina kasutatakse argooni koos süsinikdioksiidi ja lämmastikdioksiidiga EN ISO 14175. Keevitustraadiks on 1,2 mm paksune üldotstarbeline SG2 tüüpi süsinikteraste keevitamiseks mõeldud vasetatud keevitustraad. Keevitustraadi tootja lubab tööparameetriteks 160-260 amperit ja 18-26 volti alalisvoolu juures. [20]

Fors MW-s kasutatakse palju erinevaid keevitusprotsesse (punktimine, lõppkeevitus, traktorkeevitus, robotkeevitus), mille kulu tunnis on väga erinev. Näiteks punktimisel on keevitamise kulu tunnis väga väike, aga traktorkeevitusel on protsess pidev ja kulu tunduvalt suurem. Sellest järeldades ei anna tunnihinde välja arvutamine adekvaatset infot nagu seda on freespingi puhul eelnevas peatükis, vaid arvutada tuleb keevitamise meetrihind. Vastavalt keevitamise protsessi iseloomule saab paika panna kasutamise keevitusseadme intensiivsuse.

Tuua välja teadaolevad kulud keevitusprotsessi juures tabelisse 8.2.1.

Tabel 8.2.1. Andmed arvutuste jaoks

Parameeter	Andmed
Keevitustraadi maksumus	0,88 EUR/kg
Keevitusgaasi maksumus	862,8 EUR/m <sup>3</sup>
Keevitusgaasi kulu ajaühikus	0,00625 m <sup>3</sup> /h
Töötaja palk	9,54 EUR/h
Üleüldine kulu	19,08 EUR/h

Märkus: Üleüldine kulu võetakse kahekordne palgakulu

Järgnevalt teha arvutused keevitusprotsessi hõlmavate osade jaoks:

Märkus: Arvutustes nõutud väärtused saadud kasutatud kirjandusest [17], mis ei ole toodud tabelis 8.2.1.

### 1) Keevitustraadi maksumus keevitatud pikkusühiku kohta[17]

$$T_m = \frac{T_h \times k}{s},$$

kus  $T_m$  – keevitustraadi maksumus keevitatud pikkusühiku kohta EUR/m,

$T_h$  – keevitustraadi hind EUR/kg,

$k$  – sulametalli sadestumine kg/m,

$s$  – täitemetalli voolavus %.

Lisada parameetrid valemisse, teisendada SI-ühikutesse ja arvutada tulemus.

$$T_m = \frac{0,88 \text{ EUR/kg} \times 0,215 \text{ lb/ft}}{0,95} = \frac{0,88 \text{ EUR/kg} \times 0,215 \times 0,453 \times 0,3048}{0,95} = 0,275 \text{ EUR/m}$$

### 2) Gaasi kulu keevitatud pikkusühiku kohta[17]

$$G_m = \frac{G_h \times g_v}{v},$$

kus  $G_m$  – gaasi kulu keevitatud pikkusühiku kohta EUR/m,

$G_h$  – gaasi hind EUR/m<sup>3</sup>,

$g_v$  – gaasi kulu koguseliselt ajaühikus m<sup>3</sup>/h,

$v$  – keevisprotsessi liikumiskiirus m/h.

Lisada parameetrid valemisse, teisendada SI-ühikutesse ja arvutada tulemus.

$$G_m = \frac{862,8 \text{ EUR/m}^3 \times 0,00625 \text{ m}^3/\text{h}}{15 \text{ in/min}} = \frac{862,8 \text{ EUR/m}^3 \times 0,00625 \text{ m}^3/\text{h}}{15 \times 60 \times 0,0254} = 0,236 \text{ EUR/h}$$

### 3) Tööjõu kulu keevitatud pikkusühiku kohta[17]

$$P_m = \frac{P_h}{v \times \varepsilon},$$

kus  $P_m$  – tööjõu kulu keevitatud pikkusühiku kohta EUR/m,

$P_h$  – töötaja palk EUR/h,

$\varepsilon$  – operaatori faktor vastavalt tööprotsessi iseloomule %,

$v$  – keevisprotsessi liikumiskiirus m/h.

Lisada parameetrid valemisse, teisendada SI-ühikutesse ja arvutada tulemus.

$$P_m = \frac{9,54}{15 \text{ in/min} \times 50\%} = \frac{9,54}{15 \times 60 \times 0,0254 \times 0,5} = 0,835 \text{ EUR/m}$$

#### 4) Üleüldised kulud keevitatud pikkusühiku kohta[17]

$$K_m = \frac{K_h}{v \times \varepsilon},$$

kus  $K_m$  – üleüldised kulud keevitatud pikkusühiku kohta EUR/m,

$K_h$  – üleüldised kulud EUR/h,

$\varepsilon$  – operaatori faktor vastavalt tööprotsessi iseloomule %,

$v$  – keevisprotsessi liikumiskiirus m/h.

Lisada parameetrid valemisse, teisendada SI-ühikutesse ja arvutada tulemus.

$$K_m = \frac{19,08}{15 \text{ in/min} \times 50\%} = \frac{19,08}{15 \times 60 \times 0,0254 \times 0,5} = 1,669 \text{ EUR/m}$$

#### 5) Kogukulud kokku

$$S = (T_m + G_m + P_m + K_m) \times l \times Q$$

kus  $S$  – reklamatsiooni keevitamise kogukulu EUR,

$l$  – keevisõmbluse pikkus m,

$Q$  – keevitamise kogus.

Lisada parameetrid valemisse, teisendada SI-ühikutesse ja arvutada tulemus.

$$S = (0,275 + 0,236 + 0,835 + 1,669) \times 0,3831 \times 120 = 138,6 \text{ EUR}$$

Lisaks: Keevitamise kulu pikkusühiku kohta on 3,015 EUR/m

### 8.3. Reklamatsiooni kogukulu

Koondame ja summeerime kulud tabelisse 8.3.1, mis läheb 120-ne defektse treileri kere parandamiseks.

Tabel 8.3.1. Reklamatsiooni kogukulu

Tegevus	Hind	Parameeter	Kulu kokku, EUR
Puurimine	23,74 EUR/h	Töötlemisaeg - 60 h	1424,4
Puksi maksumus	0,74 EUR/tk	-	88,8
Keevitamine	3,015 EUR/m	45,972 m	138,6
		<b>Kokku</b>	<b>1651,8 EUR</b>

Märkus. Puksi HB61/50-20 maksumus on saadud ERP-süsteemist.

Reklamatsiooni kulu kokku on 1651,8 EUR. Võrdluseks - ilma nende operatsioonide täpse välja arvutamiset, kui kõigi nende operatsioonide kulu oli 30 EUR/h, siis oli arvutatud kulu 2688,00 EUR ehk 63% kõrgem. Nüüd on võimalik edaspidi ka teiste reklamatsioonide reaalne kulu ümbertöötlustele välja arvutada ja samuti rakendada neid ettevõttes toote valmistamiseks mineva kulu kalkulatsiooniks.



## KOKKUVÕTE

Magistritöö käigus uuriti vajaminevaid teoreetilisi põhimõtteid ja kvaliteedi tagamise tööriistu nagu TQM, PDCA, 5 WHY, 8D, Pareto ning Poka-Yoke. Nendest teadmistest lähtudes töötati välja tegevusplaan reklamatsiooni käsitlemisel, mille paremaks visualiseerimiseks koostati tegevusskeem. Samuti töötati ERP-süsteemi kvaliteedi mooduli kallal, et reklamatsioonide sisestamine toimiks edaspidi *Monitoris*, mis annab parema ülevaate ja analüüsi võimaluse.

Seejärel analüüsiti viimaste aastate Hiina tarnetoodete reklamatsioonide sümptomeid ja põhjuseid, sellest tulenevalt defineeriti ära neli kriitilisemat toodet Farma metsaveokärul, milleks on kärü raam, kraana tugiposti korpus, kraana tugipost ja veotiisel. Esmane sümptom, mille järgi reklamatsioon avastati, on töötlusoperatsiooni ebakorrektsus või puudumine, mis on esinenud 18-l korral. Kumulatiivse Pareto diagrammilt (Sele 5.3.2) saadud info kohaselt on nende toodete mittevastavuse põhjuseks töötlusviga ja koostamisviga, mis moodustavad kahe peale kokku 76,3% kogu reklamatsioonide tekke põhjustest. Probleemiks on asjaolu, et juurpõhjuseid pole võimalik tagantjäreli selgitada aastate tagastele juhtumitele.

Magistritöö graafilise nõude tagamiseks projekteeriti keevisrakis veotiislile, mis oli üks neljast enim reklameeritud Hiina tarnetoode. Enne keevisrakise rakendamist ettevõttes peab peatüki 7 lõpus nimetatud probleemid ära lahendama.

Arvutusliku nõude tagamiseks sai võetud üks hiljutine kulukaim reklamatsioon analüüsi käigus välja tulnud kriitilisele tarnetootele ja tehti selle parandamise maksumuse kalkulatsioon. Selleks oli vajalik freespingi tunnihinna ja keevitamise maksumus pikkusühiku kohta. Erinevus algsest maksumusest on 62% väiksem. Edaspidi saab neid arvutusmeetodeid rakendada teiste tootmisprotsesside ja seadmete kulu kalkulatsioonil, mis annaksid tõesema reklamatsioonide maksumuse ja toote omahinna.

Lõputöö koostaja hindab töö valmimisel saadud teoreetilisi teadmisi kõrgelt, kuna saab neid rakendada edaspidi ettevõttes kvaliteedi tõstmise tulemuslikuks rakendamiseks. Negatiivseks antud töö puhul saab tulla teemade suurt hulka, tänu sellele ei mindud nende kirjeldamisega antud töös liiga süviti. Lõppkokkuvõtteks on antud tööil praktiline väärtus ettevõtte kvaliteedi parandamise jaoks, kuid nende rakendamine vajab ressursse ja inimeste pühendumist probleemide lahendamisel.

## SUMMARY

During master thesis were researched needed theoretical principles and quality tools like TQM, PDCA, 5WHY, 8D, Pareto and Poka-Yoke. Guided to these knowledge were worked out action plan for reclamation handling, for the better visualization were composed action scheme UML. Addition to that were worked on quality module in ERP-system, that reclamation would be handled in *Monitor*, which will give a better analysis opportunity and overview.

Thereafter was made analysis of China supply reclamations symptoms and causes from latest years, after that was defined four most critical parts of Farma lumber trailer, which are trailer body, crane column's body, crane column and drawbar. The frequent reclamation detection symptom is incorrect or missing operation, which is occurred in 18 times. On the Pareto cumulative diagram (Sele 5.3.2) received information was the most occurred cause machining error and assembling failure, which makes 76,3% of all reclamation quantity. Problem is the root cause detection afterwards of these historical reclamations.

To fulfill the master thesis graphical requirement were projected welding jig for drawbar, which was one of the most critical reclaimed China supply product. Before applying welding jig in enterprise must be solved the problems named in the end of heading 7.

To fulfill calculation requirement was handled one of the most expensive reclamation of the critical part and calculated the cost of the nonconformity repairing. For that purpose was needed milling machine price per hour and welding cost per meter. Calculated reclamation cost difference between earlier cost is 62% less. For the future could be applied these calculation methods to other production processes and equipments, which will give valid reclamation cost and product cost.

Author of this master thesis evaluates theoretical knowledge during the work, since they can be applied in quality productivity increasing. Negative side can be pointed out too many subjects, as a result describing was not so thorough. Finally is the practical value for increasing enterprise quality, but it need resources and commitment of problem solving.

## KASUTATUD KIRJANDUS

1. Fors MW – we make it easy [WWW] <http://www.forsmw.com/1/en/home/home.php> (01.05.2015)
2. Koho, M. Production system assessment and improvement: a tool for make-to-order and assemble-to-order companies. Tampere: Tampere University of Technology, 2010.
3. Levald, H. Kvaliteet – juhtimine igapähele: olemus, rakendamine ja arendamine. Tallinn: TEA Kirjastus, 2014.
4. Kvaliteedi planeerimine [WWW] <http://www.tlu.ee/~martins/pj/2plan/202qual/2020000qualplan.html> (12.03.2015).
5. Oakland, J. Terviklik kvaliteedijuhtimine. Tallinn: Külim, 2006.
6. Kiitam, A. Kvaliteedijuhtimine ja kvaliteeditagamine. Tallinn: Standardiamet, 1996.
7. Lean tootmine [WWW] <http://www.edukonsult.ee/koolitused/sisekoolitused/lean-tootmine/> (11.04.2015)
8. Taylor, D. Brunt, D. Manufacturing operations and supply chain management: the LEAN approach. London: Thomson Learning, 2001.
9. PDCA – teadusliku lähenemise tsükkel [WWW] <http://www.leanway.ee/pdca-teadusliku-lahenemise-tsukkel/>(26.04.2015)
10. Taque, N. The Quality Toolbox, Second Edition. ASQ Quality Press, 2005.
11. Quality improvement methodologies for continuous improvement of production processes and product [WWW] <http://innomet.ttu.ee/daaam/proceedings/Production%20Engineering%20and%20Management/Sahno.pdf> (02.05.2015)
12. Poka Yoke [WWW] <https://www.free-logistics.com/poka-yoke/>(02.05.2015)
13. Mehaanikainseneri käsiraamat: Teine, täiendatud ja parandatud trükk. Tallinn: TTÜ Kirjastus, 2013.
14. Sahno, J.; Shevtzenko, E.; Karaulova, T.; Tahera, K. Framework for continuous improvement of production processes. Tallinna Tehnikaülikool, Avatud Ülikool, 2015.
15. Kreegimäe, K. Kvaliteedi mõõtmine ja kvaliteedi standardid – seminar.
16. Lühiülevaade UML`st [WWW] [http://www.pld.ttu.ee/~helena\\_k/objektid/objekt01/osa07.html](http://www.pld.ttu.ee/~helena_k/objektid/objekt01/osa07.html) (10.04.2015)

17. Carry, H.B. Modern welding technology. Third edition. New Jersey: Prentice Hall, 1989, 1994.
18. Rakis [WWW] <http://et.wikipedia.org/wiki/Rakis> (05.05.2015)
19. 2015. aasta kalendaarne tööajafond [WWW] <http://www.lsg.ee/2015-aasta-kalendaarne-tooajafond/> (07.05.2015)
20. Keevitustraat Huatong HTW-50 (G3Si1) 1,2 mm täppis [WWW] <http://www.anapol.ee/product.php?prod=6416&batch=0&page=0&sort=0&back=0&menu=184&keywords=> (12.05.2015)

LISAD

## Lisa 1. Reklamatsioonide esitamiseks kasutatud blankett

<b>Claim No</b>		<b>Date</b>	
<b>Supplier Name</b>		<b>Invoice No.</b>	
<b>Order No.</b>		<b>Arrival Date</b>	

**Created**

**AS FORS MW**  
 Tule 30 SAUE 76505 ESTONIA  
 Tel: + 372 6790000  
 Fax: + 372 6790001  
[www.forsmw.com](http://www.forsmw.com)

<b>A. Description of Nonconformity</b>							
<b>B. Reason</b>							
<b>B1</b>	<input type="checkbox"/>	Missing parts	<b>B2</b>	<input type="checkbox"/>	Workmanship error		
<b>B3</b>	<input type="checkbox"/>	Transport damage	<b>B4</b>	<input type="checkbox"/>	Material error		
<b>B5</b>	<input type="checkbox"/>	Measurement errors	<b>B6</b>	<input type="checkbox"/>			
<b>B7</b>	<input checked="" type="checkbox"/>	Other:					
<b>C. Cost estimation of Nonconformity</b>							
<b>Description</b>				<b>Action</b>			
<b>Part name</b>	<b>Drawing No</b>	<b>Pcs</b>	<b>Time, hours</b>	<b>Qty pcs or %</b>	<b>Correction</b>	<b>costs/h</b>	<b>Total cost</b>
Total value of the Claim, EUR							

NOTE:

This report must have response from supplier by sending CAPA (corrective actions, preventive actions) list. All expenses (including transportation and taxes) should be taken by supplier, if not agreed differently.

This claim requires the supplier to credit the total value or reduce it on the next invoice.

<b>D: CAPA and comments from supplier. Date</b>
<b>E: Decision and actions regarding nonconformity parts (name and date needed)</b>

Claim closed by:	
Date:	

<b>Appendix: Pictures</b>

## Lisa 2. Kriitiliste tarnetoodete nimekiri

Claim nr	Claim name
901	Dispatch W5 2009 -Body T9/T10 kannu vale asetus
904	Body of 12kNp turnhouse, Bruce
906	Metre C-Wheel 8
104	Body T9/T10 welding
107	Body T8
111	Body F9T-GBO
119	Body 16 8 (turnh)
122	JinHeng Body 16 (turnhouse)
124	DeYi Body 8 (Turnhouse)
132	Body 8 Saivs Turnhouse)
135	Farma T6 body
137	Column 5,3-6,3
138	Farma Body T6
140	Body 8 Fors China
141	Drawbar T9
145	Drawbar T9
146	Body T7-T8
147	Body T7-T8 - DM
148	Body 8 - Deyi
151	Farma Body T8
153	Drawbar T9 bush
156	Farma T9 B-post holes
157	Body 8kNm - DeYi
158	Body T9, FMWChina
160	Body 16 casting
165	Farma T9 body welding
168	Farma T9 Body hole
170	C-Wheel 16
171	Body 8 kNm machining
174	Columns cleaning
175	Columns 3,5-3,8
176	C-Wheel 4 @ Column 3,5
182	Farma Body T7-T8
183	T9 Drawbar
184	Column 32-35 old
185	Body 4 FMWC
186	Column 3,5 G2
193	Column 3,5-3,8 G2
194	Drawbar T9T10 Lugs
196	Farma T0 drawbar
198	C-wheel at column
203	Body 8kNm

204	Bodi 5kNm
205	Body (Turnhouse 5kNm)
210	Column 4, 5 and 8 kNm
211	C-wheels error
217	Body T9 welding
S04F00002	Body 5 kNm (Turnhouse) wall thickness
S04F00003	Body 8 kNm(Turnhouse) thread
S04F00005	Body T7-T8
S07F00008	Drawbar T9-T14 poor grinding
S07F00009	Drawbar T9-T14 hook position
S07F00010	Body T9 hole bushing
S08F00011	Body T9-T10 pipe error
S09F00014	Drawbar T9-T14 Bushing
S09F00015	Column raw material
S09F00017	Body 8 kNm threads vol 2
S11F00018	Body 16 kNm leaking
S12F00021	Body 16 kNm corrosion



## **GRAAFILINE OSA**