

TALLINNA TEHNIKAÜLIKOOL
Infotehnoloogia teaduskond

Angelika Kärber 192242IAAM

Tootmise ja kvaliteedi kontrolli protsessi parendamine Leibur AS-i näitel

Magistritöö

Juhendaja: Tiit Vapper
Teadusmagister

Tallinn 2021

Autorideklaratsioon

Kinnitan, et olen koostanud antud lõputöö iseseisvalt ning seda ei ole kellegi teise poolt varem kaitsmisele esitatud. Kõik töö koostamisel kasutatud teiste autorite tööd, olulised seisukohad, kirjandusallikatest ja mujalt pärinevad andmed on töös viidatud.

Autor: Angelika Kärber

20.05.2021

Annotatsioon

Käesoleva magistritöö eesmärgiks on uuel tehnoloogilisel ja arhitektuurilisel tasemel tootmise ja kvaliteedi kontrolli protsessi loomine, mille tulemusel paraneb ja kaasajastub olemasolev protsess. Informatsiooni edastamine huvitatud osapooltele toimub järjepidevalt, automatiseeritult ja digitaalsel kujul.

Eesmärgi saavutamiseks teostab autor olemasoleva keskkonna ja protsessi ärianalüüsi, et mõista paremini olukorda, millele hakatakse uut lahendust looma.

Töö tulemusena teostab autor olemasoleva tootmise ja kvaliteedi kontrolli protsessi süsteemianalüüsi. Koostab kavandatava lahenduse kasutusmallide diagrammi, kirjeldab kasutusmallid, koostab funktsionaalsed ja mittefunktsionaalsed nõuded, *to-be* protsessi joonise ja komponentdiagrammi. Lisaks koostab autor riskianalüüsi, et hinnata kavandatava lahenduse tekkida võivaid riske ja välja tuua neid leevendavad tegevused.

Parenenud protsessi ning digitaalsema infovahetuse tulemusel on käsitletava ettevõtte tootmises esinevate probleemide lahendamine tõhusam. Lahendamata probleeme on vähem, tootmisliinid paremas tehnilises seisukorras, esineb vähem planeerimata liiniseisakuid, mis omakorda tähendab, et on võimalus rohkem tooteid toota – tõuseb tootmise efektiivsus ning ettevõttel on võimalik teenida rohkem tulu.

Tootmise ja kvaliteedi kontrolli protsessi kavandatav lahendus on välja töötatud pidades silmas ettevõtte spetsiifilisi lahendusi, kuid on kohaldatav ja rakendatav Lantmännen Grupi värske leiva- ja saiatootmise ärivaldkonna teistes tootmisüksustes Lätis, Leedus ja Soomes.

Lõputöö on kirjutatud eesti keeles ning sisaldab teksti 66 leheküljel, 8 peatükki, 13 joonist, 6 tabelit.

Abstract

Improvement of Production and Quality Control Process on the Example of Leibur AS

The aim of the thesis is to create a production and quality control process on a new technological and architectural level. As a result, the existing process is improved and modernized. Therefore, the information provided for the stakeholders is continuous, automated and digital.

To achieve the goal, the author conducts a business analysis of the existing environment and processes to have a better and more clear understanding of the current situation.

As a result, the author conducts a system analysis of the existing production and quality control process. Author creates a use case diagram and describes the use cases, compiles functional and non-functional requirements, visualizes a to-be process and compiles a component diagram. In addition to that, the author will compose a risk analysis to assess the potential risks of the proposed solution and to describe the preventive actions.

Therefore, problem solving will be more efficient, because of the improvement and digitalization of the production and quality control process. The amount of unsolved problems will decrease, production lines will be in better technical condition, there will be less unplanned line breaks, thus enabling to produce more products the production efficiency increases and the company is able to earn more revenue.

The proposed solution for the production and quality control process has been composed keeping in mind the specifics of the company, but it is applicable to use in other production units of the Lantmännen Group's Fresh Business Area in Latvia, Lithuania and Finland.

The thesis is in Estonian and contains 66 pages of text, 8 chapters, 13 figures, 6 tables.

Lühendite ja mõistete sõnastik

API	<i>Application Program Interface</i> – rakendustarkvara liides, eri tarkvarakomponentide vaheline määratletud sidevahendite kogum, teostab kliendi ja teenuse vahelist suhtlust
AS-IS	Hetkeolukorra kirjeldus või kaardistamine
BPMN	<i>Business Process Model and Notation</i> – äriprotsesside modelleerimiskeel, äriprotsesside ja töövoogude täpsemaks kirjeldamiseks
CCAR	<i>Concern and Countermeasure Action Report</i> – paberil olev täidetav vorm, kuhu pannakse kirja tootmisetapis esinevad probleemid, nende lahendused ja vastavad tegevused
COVID-19	Koroonaviiruse poolt põhjustatud viirus, mis hakkas levima 2019. aastal üle maailma ning 2020. aastal kuulutati see globaalseks pandeemiaks
ERP	<i>Enterprise Resource Planning</i> – ettevõtte ressursside planeerimine, tarkvaralahendus, mille kaudu juhitakse ettevõtte tegevust
<i>Fresh Business Area</i>	Lantmännen Unibake värske saia- ja leivatootmise klaster, kuhu kuulub ettevõtte Leibur AS
FURPS+	Tarkvara nõuete klassifitseerimise meetod
HR Programm	<i>Human Resources</i> - personali planeerimise ja haldamise programm ettevõttes
KPI	<i>Key Performance Indicator</i> – tulemuslikkuse võtmenäitaja
MoSCoW	Tarkvara nõuete prioritseerimise meetod
OEE	<i>Overall Equipment Effectiveness</i> – tootmiseadmete üldine tõhusus
<i>Other</i>	Muu – FURPS+ meetodi alusel kirjeldatav mittefunktsionaalne nõue, „+“ kategoorias
Praak	Ettevõtte tootmisetapis tekkiv taigna või valmistoodete kogus, mis kaalutakse, raporteeritakse ja kantakse süsteemist maha
SIM	<i>Short Interval Management</i> – Lantmännen'i poolt arendatud ja väljamõeldud tehnoloogiline lahendus. Tootmise ja kvaliteedi kontrolli protsess ettevõttes
SIM tahvel	Ettevõtte tootmisetapis olev füüsiline tahvel, kuhu märgitakse protsessi seisundeid ja pannakse kirja esinevaid probleeme

TO-BE	Soovitav, muudetud protsesside kirjeldus või kaardistus
TOGAF	<i>The Open Group Architecture Framework</i> – ettevõtte arhitektuuri raamistik
Toote kvaliteet	Ettevõtte poolt väljatöötatud parameetrite ja hindamiskaala järgi hinnatav toote kvaliteeti kajastav tulem
UML	<i>Unified Modeling Language</i> – unifitseeritud modelleerimiskeel, standard keel ettevõtte tarkvaralise arhitektuuri ja süsteemi kirjeldamiseks
Äriinfo mudel	Mudel, kajastamaks protsessi objektide, subjektide ja sündmuste vahelisi seoseid ning ärireegleid
Ärinõue	<i>Business requirement</i> – Kõrgetasemeline organisatsiooni äriiline eesmärk, mida soovitakse protsessi/toote/teenuse arendamise käigus saada
Ärireegel	<i>Business rule</i> – Poliitika, juhised, standard või regulatsioon, mida defineerib või piirab teatud äriaspekt. Lähtepunktiks erinevatele tarkvara nõuete tüüpidele
<i>Waste</i>	<i>Lean</i> kontseptsiooni raames kasutatav mõiste. Iga tegevust protsessis, mis ei lisa väärtust, nimetatakse <i>waste</i> 'ks

Sisukord

Sisukord.....	7
Jooniste loetelu	9
Tabelite loetelu	10
1 Sissejuhatus	11
2 Ülesandepüstitus.....	13
2.1 Probleemi selgitus.....	13
2.2 Magistritöö eesmärk	14
2.3 Magistritöö skoop.....	15
2.4 Autori roll	15
3 Kirjanduse ülevaade	16
3.1 Toyota Production System.....	16
3.2 Lean – Six Sigma.....	17
3.3 SPS – Systematic Problem Solving.....	19
3.4 5WHY meetod ja juurpõhjuse analüüs	21
3.5 Süsteemianalüüsi meetodikad	22
3.5.1 FURPS mudel.....	22
3.5.2 MoSCoW meetod	23
3.5.3 Kasutusmallide analüüs	24
3.5.4 SIPOC analüüsi meetodika.....	24
3.5.5 Huvitatud osapoolte leidmise meetodika	24
3.5.6 RACI maatriks.....	25
3.5.7 Võimekuspõhine planeerimine	26
4 Ettevõtte taust ja strateegia	28
4.1 Ettevõtte taust ja tutvustus.....	28
4.2 Ettevõtte strateegia	30
4.2.1 Ettevõttes peamiselt jälgitavad KPI'd	31
5 Ärianalüüs ning olemasolev tootmise ja kvaliteedi kontrolli protsess	33
5.1 Olemasolev tootmise ja kvaliteedi kontrolli protsess	33

5.1.1 Olemasoleva tootmise ja kvaliteedi kontrolli protsessi käigus jälgitavad protsessi seisundid	34
5.2 Olemasoleva protsessi toimumine	37
5.2.1 Olemasoleva protsessi informatsiooni edastamine.....	39
5.3 Olemasoleva protsessi RACI maatriks	41
5.4 Olemasoleva protsessi SIPOC analüüs.....	42
5.5 Huvitatud osapooled	43
5.5.1 Küsitlus huvitatud osapooltega.....	44
5.6 Tootmise võimekused.....	46
5.7 Analüüsi tulemused	47
5.8 Ärinõuded	48
5.9 Ärireeglid ja äriinfo mudel	49
5.9.1 Ärireeglid.....	50
5.9.2 Äriinfo mudel	51
5.10 Ettevõttes kasutusel olevad infosüsteemid	52
5.11 Alternatiivsed lahendused.....	55
6 Süsteemianalüüs ja kavandatav lahendus	58
6.1 Kasutusmallide analüüs	58
6.2 Kavandatava lahenduse protsessi joonis.....	60
6.3 Kavandatava lahenduse arhitektuur	62
6.3.1 Kavandatava lahenduse komponentdiagramm	62
6.4 Funktsionaalsed nõuded	64
6.5 Mittefunktsionaalsed nõuded.....	66
6.6 Kavandatava lahenduse riskianalüüs	68
7 Tulemused ja edasine töö	73
7.1 Tulemused	73
7.2 Edasine töö	74
8 Kokkuvõte	75
Kasutatud kirjandus	77
Lisa 1 – Lihtlitsents lõputöö reprodutseerimiseks ja lõputöö üldsusele kättesaadavaks tegemiseks	79
Lisa 2 – Küsitlus huvitatud osapooltega.....	80
Lisa 3 – Kasutusmallide kirjeldused.....	82

Jooniste loetelu

Joonis 1. Äriprotsesside arhitektuur (autori koostatud).....	29
Joonis 2. Ettevõtte Leibur AS üldine väärtusvoog (autori koostatud).....	29
Joonis 3. Ettevõtte Leibur AS motivatsioonimudel (autori koostatud)	31
Joonis 4. Olemasoleva tootmise ja kvaliteedi protsessi tahvli kujundus (autori koostatud)	36
Joonis 5. Olemasoleva tootmise ja kvaliteedi kontrolli protsess (autori koostatud)	38
Joonis 6. Olemasoleva tootmise ja kvaliteedi kontrolli informatsiooni edastamise protsess (autori koostatud).....	40
Joonis 7. Tootmise võimekused koos põhi- ja tugivõimekustega (autori koostatud).....	47
Joonis 8. Tootmise ja kvaliteedi kontrolli protsessi äriinfo mudel (autori koostatud) ...	51
Joonis 9. Tootmise andmevoogu kujutav diagramm (autori koostatud)	54
Joonis 10. Kasutusmallide diagramm (autori koostatud)	59
Joonis 11. Tootmise ja kvaliteedi kontrolli <i>TO-BE</i> protsessi joonis (autori koostatud).	61
Joonis 12. Kavandatava lahenduse komponentdiagramm (autori koostatud)	63
Joonis 13. Riski klassi hindamine (autori koostatud)	70

Tabelite loetelu

Tabel 1. Olemasoleva tootmise ja kvaliteedi kontrolli protsessi RACI maatriks (autori koostatud)	41
Tabel 2. Olemasoleva tootmise ja kvaliteedi kontrolli protsessi SIPOC analüüs (autori koostatud)	42
Tabel 3. Huvitatud osapooled (autori koostatud)	43
Tabel 4. Kavandatava lahenduse funktsionaalsed nõuded (autori koostatud).....	64
Tabel 5. Kavandatava lahenduse mittefunktsionaalsed nõuded (autori koostatud).....	67
Tabel 6. Kavandatava lahenduse riskianalüüs (autori koostatud)	71

1 Sissejuhatus

Käesoleva magistritöö eesmärgiks on uuel tehnoloogilisel tasemel tootmise ja kvaliteedi kontrolli protsessi loomine. Eesmärgi saavutamiseks analüüsitakse olemasolevat keskkonda ja protsesse, et mõista paremini olukorda, millele hakatakse uut lahendust looma.

Töös antakse vastused järgmistele küsimustele:

- Millised on ettevõttes olemasolevad ja parendamist vajavad võimekused?
- Milline peaks olema parendatava protsessi kavandatav tehnoloogiline ja arhitektuuriline lahendus?
- Millistele nõuetele peab vastama kavandatav lahendus?

Magistritöös analüüsitakse ja kirjeldatakse käsitletava ettevõtte olemasolevat protsessi ja keskkonda. Selleks tuvastatakse olemasolevad ja parendamist vajavad võimekused, koostatakse olemasoleva protsessi joonised, kirjeldatakse käsitletavas ettevõttes varasemalt kasutusel olevaid infosüsteeme. Taustsüsteemi kirjeldamiseks tehakse kirjanduse ülevaade tootmise juhtimise ja probleemilahenduse meetoditest ja võimalustest. Seejärel teostatakse käsitletava ettevõtte vajadusi ja nõudeid arvestades kavandatava lahenduse süsteemianalüüs ning pakutakse välja uus tehnoloogiline ja arhitektuuriline tootmise ja kvaliteedi kontrolli protsess.

Magistritöö koosneb kuuest erinevast järgnevast peatükist:

- Esimeses peatükis selgitatakse olemasolevat probleemi ja aktuaalsust, kirjeldatakse töö eeldatavat tulemust ja skooptingimisi ning autori rolli töö teostamisel;
- Teises peatükis antakse kirjanduslik ülevaade nõuete kogumise ja analüüsi meetodikatest, mida käesolevas töös kasutatakse. Kirjanduslike allikate põhjal koostatakse ülevaade tootmise juhtimise ja probleemilahenduse võimalustest,

tuues välja erinevad arusaamad, ajaloolise käsitluse ning väljakujunenud meetodid, mida tootmisettevõtetes rakendatakse;

- Kolmandas peatükis tutvustatakse käsitletavat ettevõtet, kirjeldatakse ettevõtte tausta ja tegevust. Antakse ülevaade ettevõtte strateegiast, eesmärkidest ja peamistest jälgitavatest KPI'dest (*Key Performance Indicator*);
- Neljandas peatükis tutvustatakse ja kirjeldatakse ettevõttes olemasolevat tootmise ja kvaliteedi kontrolli protsessi ning tuuakse välja protsessi konteksti mõistmiseks vajalik info. Antakse ülevaade tootmisega seonduvatest infosüsteemidest, kirjeldatakse kavandatava lahenduse ärinõuded, ärireeglid, koostatakse äriinfo mudel ning hinnatakse kavandatava lahenduse võimalikke alternatiive;
- Viiendas peatükis koostatakse vastavalt magistritöö eesmärgile, skoobile ja huvitatud osapooltega läbiviidud küsitluste tulemustest tulenevalt kavandatava lahenduse funktsionaalsed ja mittefunktsionaalsed nõuded. Antakse ülevaade ja koostatakse kavandatava tootmise ja kvaliteedi kontrolli protsessi kasutusmallide analüüs, kasutusmallide diagramm, soovitud seisundi protsessi joonis, komponentdiagramm ja riskianalüüs;
- Kuuendas peatükis tuuakse välja magistritöö tulemused ning kirjeldatakse töö edasise kasutuse võimalusi.

2 Ülesandepüstitus

Käesolevas peatükis seletatakse lahti probleemi kujunemine, tekkepõhjused ning aktuaalsus, antakse ülevaade soovitud lõpptulemusest, tuuakse välja autori roll ning määratletakse magistritöö skoop.

2.1 Probleemi selgitus

Käesoleva magistritöö peamiseks probleemiks on see, et ettevõttes olemasolev tootmise ja kvaliteedi protsess on töötajate jaoks aeganõudev, tootmisetappides olevaid tahvleid tuleb täita käsitsi, esineb korduvaid tegevusi, informatsiooni liikumine ja jõudmine tootmise juhtkonnani on pärsitud, sest märgitud protsessi seisundite ja esinenud probleemide teadasaamiseks tuleb füüsiliselt tahvlite juurde minna.

Ettevõttes hetkel kasutusel olev tootmise ja kvaliteedi kontrolli protsess, mida nimetatakse SIM (*Short Interval Management*), juurutati ettevõttes 2019. aastal. SIM on ettevõtte enda poolt arendatud ja välja mõeldud lahendus.

SIM näeb ette, et tootmisüksuse erinevates tootmisetappides on tahvlid, millele märgitakse käsitsi, kirjalikult tootmise ja kvaliteedi kontrolli protsessi raames tootmisetapis kontrollitavaid protsessi seisundeid. Tootmisetapis märgitavad protsessi seisundid on tootmisetapi puhastamine, töövahendite olemasolu kontroll, tootmisplaanis püsimine või maha jäämine, tekkinud praagi kogus, toote kvaliteedi kontroll. Lisaks protsessi seisunditele, pannakse tahvil olevate vormidele kirja tootmisetapis esinevad probleemid, kommentaarid ja sinna on oodatud ka töötajate poolsed parandusettepanekud. Tahvlite täitmine ning tootmise ja kvaliteediga seotud protsessi seisundite märkimine tunnipõhiselt on töötajate jaoks kohustuslik.

Kõikide eelpool nimetatud eesmärkide ja oluliste parameetrite jälgimine on tootmise ja kvaliteedi seisukohast väga oluline ning vajalik. Kvaliteedi jälgimisega tagatakse, et klientideni jõuab hea kvaliteediga ning ohutu toode. Kvaliteetne toode tagab, et tootmisprotsessi käigus ei teki praaki, mida tuleb ära visata, mis ettevõtte jaoks tekitab lisakulusid. Hoides tootmise käigus tekkida võiva praagi koguse võimalikult madalal, on ka ettevõtte kulud madalad. Tootmisplaanis püsimine kajastub aga efektiivsuses ja samuti

ettevõtte tuludes. Plaanist kinnipidamine tagab, et ei kulutata liigseid planeerimata ressursse.

Tahvlite täitmine on töötajatele aeganõudev, manuaalne ning esineb korduvaid tegevusi. Korduvateks tegevusteks on näiteks toote kvaliteediga seotud parameetrite kontroll, mille tulemused märgitakse tahvelarvuti abil kvaliteedihindamise programmi; tootmisliini efektiivsuse arvutamine toimub automaatselt, aga siiski on vaja tahvlile märkida toote kvaliteedi hetkeseis ning tootmisplaanis püsimine.

Peale selle, et tahvlite manuaalne ja käsitsi täitmine on tänapäeva mõistes ajale jalgu jäänud tegevus, ei ole tahvlitele märgitud informatsioon automaatselt ega digitaalselt kättesaadav.

Informatsiooni liikumine tootmise juhtkonnani on pärsitud, kuna tahvlid asuvad konkreetsetes tootmisetappides, tuleb informatsiooni kättesaamiseks füüsiliselt iga tahvli juurde kohale minna. Probleemid, mis vajaksid kiiret sekkumist ja lahendamist, ei saa lahendatud ning kuhjuvad. Kuhjunud ja lahendamata probleemide tõttu on tootmisliinid kriitilises seisus, tihti esineb planeerimata liini seisakuid, mille jooksul tooteid ei toodeta ega väljastata, see omakorda tähendab tootlikkuse langust, kulude tõusu ning ettevõtte tulude vähenemist.

2.2 Magistritöö eesmärk

Magistritöö eesmärgiks on uuel tehnoloogilisel tasemel tootmise ja kvaliteedi kontrolli protsessi loomine.

Eesmärgi saavutamiseks analüüsib autor olemasolevat keskkonda ja protsessi, et mõista paremini olukorda, millele hakatakse uut lahendust looma.

Magistritöö eeldatav tulemus on tootmise ja kvaliteedi kontrolli protsessi uus tehnoloogia ja arhitektuur, mille tulemusel pareneb olemasolev protsess. Informatsiooni edastamine toimub järjepidevalt, automatiseeritult ja digitaalsel kujul.

Parenenud protsessi ning digitaalsema infovahetuse tulemusel on probleemide lahendamine tõhusam. Lahendamata probleeme on vähem, tootmisliinid paremas tehnilises seisukorras, esineb vähem planeerimata liiniseisakuid, mis omakorda tähendab, et on võimalus rohkem tooteid toota – tõuseb tootmise efektiivsus ning ettevõttel on võimalik teenida rohkem tulu.

2.3 Magistritöö skoop

Magistritöö skoopi kuulub tootmise ja kvaliteedi kontrolli protsessi analüüs ja uuel tehnoloogilisel tasemel vastava tarkvaralise lahenduse arhitektuurilise kavandi väljatöötamine.

Magistritöö skoopi ei kuulu uue infosüsteemi arendus, disaini ja prototüübi väljatöötamine ning implementeerimine.

2.4 Autori roll

Magistritöö autoril on pikaajaline töötamise kogemus tootmisettevõtete kvaliteedi osakonnas. Antud kogemusega on autor omandanud erinevaid ja laialdasi teadmisi tootmisettevõtete hingeelust, muuhulgas tootmises tihti esinevatest probleemidest. Hetkel töötab autor Lantmännen Unibake'i värske leiva- ja saiatootmise ärivaldkonna (*Fresh Business Area*) Baltikumi üksuses tootmise ja kvaliteedi projektijuhina.

Käesoleva magistritööga koondab autor oma eelnevad teadmised tootmise juhtimisest ja kvaliteedi kontrolli probleemidest, infosüsteemide arhitektuurist ning kombineerib need uute omandatud teadmistega äri- ja süsteeminõuete kaardistamisest ja arhitektuuri loomisest. Kogu töö käigus loodud väärtus on koostatud autori poolt. Hilisemas staadiumis on vajalik kaasata kolleege ja koostööpartnereid, kes autori kogutud ja koostatud äri- ja süsteeminõuded lahenduseks arendavad.

Magistritöös esitatud ja läbiviidud tegevused on autor teostanud ainuisikuliselt, kasutades sisendiks erinevaid tootmise ja kvaliteediga seotud osapooli ning kirjandusallikaid, mida käesolevas töös kirjeldatakse.

3 Kirjanduse ülevaade

Antud peatükk kirjeldab nõuete kogumise ja analüüsi meetodikaid, mida käesolevas töös kasutatakse. Autor teeb ülevaade kasutatavatest meetodikatest ning põhjendatakse nende kasutamist. Allikate põhjal koostab autor ülevaate tootmise juhtimise ja probleemilahenduse võimalustest, tuues välja erinevad arusaamad, ajaloolise käsitluse ning väljakujunenud meetodid, mida tootmisettevõtetes rakendatakse.

3.1 Toyota Production System

Lean filosoofiat ja *Toyota Production System*'it (lühendatult TPS), on sageli kirjeldatud kui meetodikaid ja põhimõtteid, mis tegelevad jäätmete kõrvaldamise, defektide väljajuurimise ja tegevustele kuluva aja lühendamisega. Kõik need on väga edumeelsed eesmärgid, kuid vajavad tulemuste saavutamiseks kindlaid ja rakendatud põhimõtteid [1]. Nende eesmärkide ja põhimõtete järgi üritab tegutseda ka Leibur AS ning rakendada protsessides ja töövõtetes TPS'ist tulenevaid meetodikaid ja põhimõtteid.

Juhtimisteoreetikud seostavad ettevõtte Toyota edu ettevõtte efektiivsuse ja suurepärase probleemide lahendamise kultuuriga. See on ajendatud ettevõtte innovatsioonile keskendunud lähenemisviisist, mida vaadeldakse kui pidevat täiendamist (*continuous improvement*). *Toyota Production System*'is rakendatavad põhimõtted ei ole eraldi individuaalsed praktikad, vaid need tulenevad protsessidest, mille kaudu Toyota enda tootmissüsteemi kujundab. Uuendused, mida soovitakse ellu viia on tuletatud läbi uute praktikate ja põhimõtete kindlaksmääramise kaudu, mis seejärel mõjutavad järgmisi langetatavaid otsuseid [1].

Süsteemi kujundamise otsused hõlmavad endas äriprotsesside jagamist üksikuteks tegevusteks, nende tegevuste vahel seoste leidmiseks ja loomiseks ning seejärel nende sujuvamaks ja efektiivsemaks muutmisel. Lisaks rakendatakse uute lähenemisviiside ja töömeetodite katsetamisel süsteemse probleemi lahendamise (SPS) põhimõtteid [1].

Toyota Production System’i probleemilahenduse raamistik hõlmab endas protsessis esineva kõrvalekalde kahtluse alla seadmist, seejärel selle tuvastamist ning viimaks põhjuste uurimist. Probleemilahenduse uurimise käigus on võimalik määratleda konkreetsed eesmärgistatud nõuded, mis aitavad protsessi ja toiminguid standardiseerida. Kõrvalekallete põhjusteks võivad olla: toode, inimesed või töötajad, protseduur või meetod, seadmed või masinad [1].

Näiteks, võivad töötajad liigsest väsimusest, valesst väljaõppesest või motivatsiooni puudusest tingituna olla süsteemis esinevate kõrvalekallete tekete põhjustajateks. Nende põhjuste leevendamiseks on Toyota võtnud kasutusele tsentraliseeritud probleemide lahendamise lähenemisviisi, mis julgustab töötajaid langetama ise otsuseid. Töötajaid koolitatakse ettevõttes töökohal kohapeal ning neid õpetatakse kõiki tööprotsessi käigus ettetulevaid probleeme käsitlema kui õppimisvõimalust, peale selle julgustatakse töötajaid pidevalt parendusettepanekute genereerimisele ja väljapakumisele [1].

Ettevõttes Leibur AS kasutatakse nii *Toyota Production System*’ist tulenevaid lahendusi, kui ka pidevat parendamist ning süstemaatilist probleemi lahendamist, millest teeb autor ülevaate peatükis 3.3 SPS – *Systematic Problem Solving*.

3.2 Lean – Six Sigma

Lean kontseptsioon on välja töötatud Jaapani tööstustes, peamiselt Toyotas 1940. aastatel, maksimaalseks ressursi kasutuseks, tehes seda läbi *waste*’i elimineerimise [2].

Samuti rakendab Leibur AS enda tööprotsessides *Lean* meetodikaid, mis aitavad kaasa tööprotsesside parendamisele ja optimeerimisele.

Tänapäeval ülemaailmselt kasutatavad mõisted arendati välja leidmaks konkurentsivõimelisemat tootmisviisi kui masstootmine. Teise maailmasõja järgses Jaapanis oli tööstuse tootlikkus suhteliselt madal ning puudusid vajalikud tootmisressursid. Seetõttu oli masstootmise põhimõtete kasutuselevõtmine sealsetele ettevõtetele keeruline. Samuti oli paljudele ettevõtetele, kaasaarvatud Toyota, probleemiks väikesed toodangu kogused, mis muutsid masstootmiseks vajalike ühte konkreetset funktsiooni täitvate seadmete soetamise või suurel hulgal töäjõu palkamise problemaatiliseks. Nimetatud kitsaskohade ületamiseks arendaski Toyota autotehas välja

endale sobiva mudeli tootmissüsteemi korraldamiseks, mida me tänapäeval tunneme kui *Lean* mõtteviisi [3].

1980. aastatel keskendusid *Lean* mõtteviisi rakendajad eelkõige täppisajastatud tootmise (*just-in-time*) tehnikatele ning kuluefektiivsuse saavutamisele. 1990. aastate esimeses pooles liikus aga kontseptsiooni fookus totaalsele kvaliteedijuhtimisele (*Total Quality Management*), 1990. aastate teises pooles hakati enam keskenduma kulude ja tarneahela juhtimisele [4]. Pärast 2000. aastat on *Lean* mõtteviisi teematikad liikunud kuluefektiivsuse küsimustelt pigem väärtusega seonduvatele küsimustele [5].

Lean põhimõtted defineerivad toote või teenuse väärtuse, püüeldes pidevalt täiuslikkuse poole läbi pideva parendamise, elimineerides *waste* 'i, sorteerides välja väärtust lisavad ja väärtust mittelisavad tegevused. Väärtust mittelisavateks allikateks on näiteks, transport, laovarud, üleliigsed liigutused, ootamine, üle tootmine, üle töötlemine ja defektid. Nende nimetatud allikate kõrvaldamine saavutataksegi läbi *lean*'i erinevate praktikate rakendamise kaudu [6].

Lean'i peamised tööriistad ja tehnikad sisaldavad endas:

- Kanban – toetab toote voolu, „tõmmates“ toodet läbi tootmisprotsessi;
- 5S – visuaalne korrashoiu tehnika, mis annab juhtimise üle tootmisele;
- Visuaalne kontroll – meetod, millega mõõta tootmise efektiivsust ning mille omanikuks on tootmise operaatorid;
- *Poke yoke* – veakindluse tehnika;
- SMED (*Single Minute Exchange of Dies*) – toodete vahelise üleminekuaja vähendamise tehnika [2].

Rakendades ülalpool nimetatud *Lean*'i tööriistasid ja tehnikaid on autori arvates võimalik saavutada efektiivne ja vähese *waste*'ga tootmisprotsess.

Iga tegevust protsessis, mis ei lisa väärtust, nimetatakse *waste*'ks. Võib esineda olukordi ja juhtumeid, kus *waste* on oluline protsessiosa ning seda ei olegi võimalik eemaldada, näiteks finantskontrollid, kuid *Lean* põhimõtete järgi peaks igasugune *waste* olema kõrvaldatud [2].

Lean'i eelisteks on madalamad laovarud, vähenenud protsessi *waste*, vähenenud ümbertegemine, -töötlemine, töötajate suurenenud protsessiteadlikkus, ettevõtte finantsiline kokkuhoid, lühem ettevalmistusaeg [2].

Ettevõttel ja selle töötajatel on oluline mõista, milliste omadustega peab pakutav toode olema, et klient sooviks seda tarbida. Väärtuse defineerimine on oluline alguspunkt, kuna ettevõtte saab eksisteerida, kui pakub midagi väärtuslikku, mille eest klient on valmis maksma [7]. Samas tuleb *Lean* põhimõtete rakendamisel silmas pidada, et väärtuse loomist ei tohiks kasutada sünonüümina kulude vähendamisel, mis tähendab, et omaette eesmärgiks ei tohiks olla toote hinna alandamine. Esmatähtis ei ole, kas tegevus on ettevõtte jaoks kulukas või kuivõrd nimetatud tegevus tõstab toote hinda, vaid kas nimetatud tegevus on kliendile oluline – milline on tulu ja tehtava kulu suhe kliendi vaatenurgast. Väärtuse suurendamiseks on kaks võimalust, kas vähendada tootmisprotsessis sisemist raiskamist või parandada pakutava toote omadusi ehk kvaliteeti [8].

Ettevõtte Leibur AS rakendab nii *Lean* metoodikaid kui ka pidevat parendamist, mille raames on võimalik tööprotsessides vähendada sisemist raiskamist, pidades samal ajal silmas toote kvaliteeti ning veendudes, et toote kvaliteedile seatud ettevõtte ja kliendipoolsed nõudmised on tagatud.

3.3 SPS – Systematic Problem Solving

Tänapäeva kiiresti muutuvus ühiskonnas ja ärikeskkonnas peavad ettevõtted muutustele kiiresti reageerima, otsides pidevalt õppimise ja enesetäiustamise võimalusi. Üheks selleks võimaluseks on edendada inimeste probleemide lahendamise oskusi [9].

Ettevõttes Leibur AS, kasutatakse SPS'i ehk süstemaatilist probleemi lahendamist kui ühte peamist meetodit, et probleemide esinemise korral jõuda kiirelt nende lahendamise ja algpõhjusteni.

Ettevõtte ja organisatsiooni üheks kriitilisemaks aspektiks on probleemide lahendamise oskus. Tõhus probleemide lahendamine suurendab tootlikkust, vähendab defekte ja seeläbi ka kulusid. Struktureeritud probleemi lahendamise lähenemisviisil on otsene seos ettevõtte tulemuslikkuse ja võimega saavutatud häid tulemusi uuesti korrata [10].

Mitmed organisatsioonid rakendavad erinevaid probleemide lahendamise lähenemisviise, võttes aluseks „parimad praktikad“ ning viisi, mis ettevõttele kõige paremini sobib ja töötab. Levinud probleemilahenduse raamistike osaks on struktureeritud mõtlemine ja teadmiste edastamine hädavajaliku teabe töötlemiseks [10].

Probleeme võib lahendada kiiresti, kõrvaldades kõigest sümptomid, sellist lähenemist nimetatakse intuiitvseks probleemi lahendamiseks või lahates ja analüüsides probleemi tekkepõhjuseid, jõudes seeläbi probleemi juurpõhjuseni, mida nimetatakse süstemaatiliseks probleemi lahendamiseks. Lähenedes probleemi lahendamisele intuiitivselt on võimalik probleemist kiiresti jagu saada, aga vaid lühiajaliselt, mis omakorda toob kaasa tõsised ja süstemaatilised vead ning ei aita sugugi kaasa pikaajalistele parendustele. Seetõttu pannaksegi suuremat rõhku süstemaatilisele probleemi lahendamisele, mis on kvaliteetsete, kindlamate ja jätkusuutlikumate lahendustega, vältides probleemi kordumist [9].

Kognitiivsest vaatenurgast lähtudes, põhineb SPS analüütilisel arutlusel, et struktureeritud ja kognitiivsete jõupingutustega jõuda probleemi lahendamiseni. Süstemaatiline probleemi lahendamine on pingutava, ratsionaalse ja teadliku käitumisrežiimiga, mis seob probleemi selle põhjusega läbi süstemaatilise otsingustrateegia [9].

SPS meetodi rakendamise peamised sammud:

- probleemi defineerimine;
- probleemi analüüs;
- lahenduste kavandamine ja alternatiivne hindamine;
- lahenduste valik esmase eesmärgi saavutamiseks – probleemide põhimõtteline lahendamine ja nende kordumise vältimine [9].

SPS on otseselt seotud lahenduste ja otsuste kvaliteediga, läbi defektide vähendamise ja tootlikkuse suurendamise ning produktiivsuse tõstmisega. Läbi süsteemse probleemi lahenduse tehtud esmatasandi parendused ammutavad olemasolevatest protsessidest rohkem kasutatavat väljundit kui kergekäeliselt lahendatud probleemid. Ettevõtete

töötajad, kus rakendatakse süstemaatilist probleemi lahendamist, näevad probleeme pigem lahendustena kui kohustustena, mida tuleb vältida [9].

Varasematel aastatel oli ettevõttes Leibur AS probleemide lahendamiseks kasutusel 8D meetod, kuid aastast 2019 on vastuvõetud otsus, et kasutatakse vaid süstemaatilist probleemi lahendamise meetodit. See tähendab, et tootmisüksuse töötajaid innustatakse ise leidma tekkivatele probleemidele lahendusi ning võimalusel tegema nii öelda „kiireid parandusi“, kui see koheselt vea kõrvaldab. Probleem tuleks eskaleerida järgmisele tasemele ehk vahetuse juhatajale alles siis, kui selle lahendamine ei ole tööpoolest võimalik. Peale selle näeb meetod ette, et järgmise taseme töötaja/juht ei otsusta ümber ega laida maha juba eelnevalt töötaja poolt langetatud otsust.

3.4 5WHY meetod ja juurpõhjuse analüüs

5WHY tööriista rakendatakse samuti ettevõttes Leibur AS, kus see on suuresti abiks probleemide juurpõhjusteni jõudmisel.

5WHY, eesti keeles nimetatuna 5 Miks'i meetod, on iteratiivne küsitlustehnika, mida kasutatakse konkreetse probleemi aluseks olevate põhjus-tagajärg seoste uurimiseks. Meetodit on rafineeritud Sakichi Toyota poolt ja seda kasutati Toyota autotööstuse poolt nende erinevate meetodikate väljatöötamisel. Taiichi Ohno, kes töötas välja *Toyota Production System*'i, kirjeldab meetodit kui Toyota teaduslikku lähenemist, korrates küsimust „miks“ 5 korda või nii palju kui vaja, kuni probleemi olemus ja lahendus on selge [11].

5WHY meetodi rakendamise tootmisettevõttes pakub faktidele tuginevat ja struktureeritud lähenemist probleemide tuvastamisele ja nende parandamisele, meetod mitte ainult ei vähenda, vaid aitab samuti defekte kõrvaldada [12].

Juurpõhjuse analüüs on tööriist, mis on loodud aitamaks juhtumite uurijatel kirjeldada konkreetset, toimunud sündmust, tehes kindlaks, kuidas see juhtus ning mõista seeläbi, miks see juhtus [11].

Juurpõhjuse analüüsi jaoks on ettevõttes Leibur AS spetsiaalselt väljatöötatud mall, mida tuleb kasutada tõsisemate probleemide korral. Meetodi kasutamisel küsitakse küsimust

„miks“ 5 korda või vajadusel rohkemgi, et jõuda probleemi juurpõhjuseni ehk selleni millest see tingitud on.

3.5 Süsteemianalüüsi meetodikad

Kõik, mis seondub infosüsteemi arhitektuuriga on väga tähtsal kohal traditsiooniliste arendusmeetodikate puhul, agiilsete meetodikate puhul on arhitektuur minimaalselt kaetud või pole seda üldse. Agiilsed meetodikad eeldavad, et arhitektuur on pidevalt muutuv ning tekib iteratsiooni tsüklites loomulikult teel. Suuremate infosüsteemide arendamise korral on aga arhitektuuri juhtimine, strateegia ja visioon väga tähtsal kohal [13].

Ehkki süsteemne mõtlemine pooldab süsteemide uurimisel terviklikku lähenemist, keskendudes selle osade koostoimimisel tekkivatele terviku tunnustele, rõhutab sotsiaaltehnilistest süsteemidest rääkimine siiski osade olemasolu ja ontoloogilist (mitte tingimata funktsionaalset) sõltumatust, vähemalt selle sotsiaalseid ja tehnilisi osi. Kuigi süsteemne mõtlemine tunnistab keerukaid viise, eeldab see ka, et süsteemid on struktureeritud, korrastatud funktsionaalsed üksused [14].

3.5.1 FURPS mudel

FURPS on tarkvara kvaliteedi kirjeldamise raamistik, mis töötati Robert Grady poolt välja 1992. aastal ning 1999. aastal täiendati seda lisanõuetega nagu disain, implementeerimine, infrastruktuur, millest seeläbi sai FURPS+ mudel [15].

FURPS'i mudeli akronüümi 5 tähte sümboliseerivad:

- F (*functionality*) – funktsionaalsus hõlmab funktsioonide komplekte, võimekusi ja turvalisust, sellega kirjeldatakse ära funktsionaalsed nõuded;
- U (*usability*) – kasutatavus hõlmab inimtegereid, kasutajaliidest, veebi- ja kontekstitundlikku abiinfot, kasutaja dokumentatsiooni ja koolitusmaterjale;
- R (*reliability*) – töökindlus hõlmab rikete sagedust ja raskusastet, taastatavust, prognoositavust, täpsust ja keskmist rikete vahelist aega (MTBF – *mean time between failure*);

- P (*performance*) – toimivus seab funktsionaalsustele nõuded nagu kiirus, tõhusus, kättesaadavus, täpsus, läbilaskevõime, reageerimisaeg, taastumisaeg, ressursside kasutamine;
- S (*supportability*) – toetatavus hõlmab endas testitavust, laiendatavust, kohanemisvõimet, hooldatavust, ühilduvust, konfigureeritavust, hooldatavust, installitavust ja lokaliseeritavust [16].

Funktsionaalseid nõudeid kirjeldab mudeli esimene osa ehk F ning mittefunktsionaalseid mudeli teine osa – URPS. FUPRS+ mudeli „+“ osa lubab täpsustada ja kirjeldada nõudeid, mis hõlmavad endas disaini, implementeerimist, liideseid ja füüsilisi piiranguid [17].

3.5.2 MoSCoW meetod

MoSCoW meetod on tuntumaid ja lihtsamaid nõuete prioritseerimise tehnikaid, millega on võimalik nii inkrementaalses kui ka iteratiivses arendusprotsessis kategoriseerida nõudeid olulisuse järjekorras [18].

MoSCoW lühend sümboliseerib 4 hierarhilist prioriteetset rühma:

- M – *must have* – peab olema, nõuded, mis ei ole kaubeldavad, need peab realiseerima eelisjärjekorras, nende nõuete mittetäitmine tooks kaasa projekti läbikukkumise;
- S – *should have* – peaks olema, nõuded, mida peab realiseerima, kui nendega võib oodata;
- C – *could have* – võiks olla, nõuded, mida võiks realiseerida, nende olemasolu oleks tore, kuid pole määrava tähtsusega;
- W – *won't have* – ei pea olema, nõuded, mis ei ole vähetähtsad, kuid neid ei rakendata käsitletavas projektis, neid võidakse hiljem juurde luua [19].

MoSCoW meetodi kasutamine on võrdlemisi lihtne, võtab suhteliselt vähe aega ning on kõikidele osapooltele küllaltki üheselt arusaadav [19].

Käesolevas magistritöös kasutab autor MoSCoW meetodit nõuete prioritseerimiseks.

3.5.3 Kasutusmallide analüüs

Use case analysis ehk kasutusmallide analüüs on osa UML'ist (*Unified Modeling Language*). See on vaade, mis kirjeldab tegevuste jada ning funktsionaalsusi, mis peaksid süsteemis toimima ning aktorite tööd hõlbustama [20]. Eriksson ja Pneker kirjeldavad 1998. aastal kasutusmallide vaadet järgmiselt: süsteemi soovitud kasutamist kirjeldatakse kasutusmallide vaatest mitme kasutusmalliga, kus need on kirjeldatud süsteemi üldise kasutamisega (soovitud funktsioonina). 2001. aastal kirjeldab aga Ambler kasutusmalle kui toimingute jada, mis annab kasutajale mõõdetava väärtuse [21].

Käesoleva magistritöö raames koostab autor kasutusmallide diagrammi, et anda selgem ülevaade kujundatavast protsessist ning selle kontekstist.

3.5.4 SIPOC analüüsi metoodika

SIPOC on protsessianalüüsi meetod, mis pärineb *Six Sigma* metoodikast ja on üsna tihti kasutusel protsessianalüüsi meetodina väljaspool seda. SIPOC analüüsi meetodit kasutatakse protsessi vaatamiseks ja analüüsitava protsessi tarnijate, sisendite, protsessi, väljundite ja klientide mõistmiseks. SIPOC annab lihtsa ja selge ülevaate protsessist, näidates sealjuures, kes ja mis on seotud protsessi sisendite loomisega ning kes saavad protsessist väljundeid. SIPOC on väga hea ja võimas tööriist, mida kasutatakse protsessi analüüsi käigus dialoogi loomiseks probleemide, võimaluste, lünkade, algpõhjuste ning valikute ja alternatiivide üle [18].

Autor kasutab antud töös SIPOC analüüsi metoodikat, et mõista olemasolevat tootmise ja kvaliteedi kontrolli põhiprotsessi, millistest alamprotsessidest see koosneb ning välja selgitada muudatuste tegemise vajadus.

3.5.5 Huvitatud osapoolte leidmise metoodika

Huvitatud osapooled on rühmad või üksikisikud, kes võivad mõjutada organisatsiooni, strateegiat või projekti enda huvides või teevad seda kellegi teise mõjul. Huvitatud osapooled võivad olla nii sisemised kui välised, olla nii spetsialisti kui ka juhi positsioonil. Huvirühmad see-eest tegutsevad vastavalt oma huvidele ja kasutavad võimu toote või teenuse mõjutamiseks oma suunas [22].

Sisemiste huvirühmade leidmine ja nende kaasamine projektide elluviimisel on väga oluline. Sisemisteks osapoolteks on näiteks ettevõtte juhtkond, turunduseksperdid, tootmine, komplekteerimine, müük ning välisteks osapoolteks on kliendid, edasimüüjad, tarnijad, aga ka seadused ja regulatsioonid [22].

Ükski organisatsioon või ettevõtte ei ole võimeline rakendama ka kõige kaasahaaravamat ja parimat strateegiat ilma töötajate kaasamiseta. Nende kaasamine on hädavajalik, sest õigesti kaasatud töötajad püüavad ettevõtte poolt seatud ootusi ja eesmärke ületada [23].

Käesolevas magistritöös on autor koostanud huvitatud osapoolte kaardistamise ja nende huvide tabeli, et paremini kirjeldada ja välja tuua huvitatud osapoolte saadav kasu parendatavast lahendusest.

Lisaks viis autor antud töö raames ettevõtte töötajate seas läbi küsitluse, et välja selgitada hetkel kasutuses oleva tootmise ja kvaliteedi kontrolli protsessi kitsaskohad ning parendust vajavad tegevused.

3.5.6 RACI maatriks

Enamasti kasutatakse RACI maatriksit ärianalüüsi ülesannete või ärimuutuste juurutamise käigus huvirühmade rollide ja vastutuste registreerimiseks ja hindamiseks seoses äriprobleemi, äriprotsessi või ülesandega [24].

RACI akronüüm esindab järgmisi kategooriad:

- R – *responsible*, protsessi, ülesande või probleemi omanik;
- A – *accountable*, isik, kes vastutab ja lõpuks ettevõtte ees aru annab, vastutab konkreetse töös oleva protsessi, projekti eest (isikud, kes on määratud R kategooriasse annavad nendele aru);
- C – *consulted*, isikud, kellega konsulteeritakse käesoleva protsessi või projekti raames, nad pakuvad vajalikku tuge;
- I – *informed*, isikud, keda informeeritakse, teavitatakse tulemustest, aga nendega konsulteerimine ei ole vajalik [24].

Huvirühmade ja nende vastutusvaldade ning kohustuste märkimine RACI maatriksis annab selge ülevaate, kellega konkreetse protsessi või projekti puhul kokkupuututakse, mida võib neilt oodata ja kuidas nendega suhelda. Maatriks aitab analüütikutel paremini mõista ja aru saada huvirühmade vastutustest ja tuvastada, kelle poole konkreetsete küsimuste korral pöörduda. Näiteks, kui teatud otsuse jaoks on vaja luba, tuleb see suunata vastutava (*accountable*) kategooriasse kuuluva isiku poole. Teisest küljest tagab maatriksi ja selgete vastutusrollide paika panemine, et huvirühmad on teadlikud oma rollidest ja vastutustest [24].

Käesolevas magistritöös kasutab autor RACI maatriksit, et anda ülevaade ning tuua välja konkreetset ametikohtade vastutused seoses olemasoleva tootmise ja kvaliteedi protsessiga.

3.5.7 Võimekuspõhine planeerimine

Võimekuspõhine planeerimine on seotud ettevõtte arhitektuuri käsitlusega. Ettevõtte arhitektuur on protsess, mis aitab ettevõttel suunata ärivisiooni ja strateegiat organisatsiooni muudatuste juhtimise tõhustamiseks. Luues, parandades ja kommuniqueerides ettevõtte tuleviku visiooni kirjeldavaid nõudeid, printsiipe ja mudeleid, toetades seeläbi ettevõtte arengut. Ettevõtte arhitektuuri rakendamine aitab ettevõtte toimimist tõhustada, analüüsides kasutuseolevaid ressursse, inimesi, äriprotsesse, andmeid ja tehnoloogiat [25].

Võimekuspõhine planeerimine (*capability based planning*) on TOGAF käsitluse raamistikus kasutatav meetod, mis kontrollib, kas ettevõttes planeeritavad ja tehtavad muudatused on kooskõlas ettevõtte strateegiaga. Võimekuspõhine planeerimine aitab organisatsioonil keskenduda nende ärivõimekuste parendamisele ja arendamisele, mis tagavad ettevõtte strateegiliste ja taktikaliste eesmärkide täitmist, realiseerides nende kaudu ettevõtte visiooni [26].

Võimekuspõhise planeerimise kasutamine IT-süsteemide arendamisel aitab vastata järgnevatele tekkida võivatele küsimustele: kas ja milliseid võimekusi on vaja parendada tehnoloogia abil, millised võimekused pole piisavalt tehnoloogia poolt toetatud, milliseid võimekusi üleüldiselt puudutab tarkvara väljavahetamine [27].

Käesolevas magistritöös koostab autor ettevõtte väärtusvoo, koos põhi- ja tugivõimekustega, et kirjeldada tootmise ja kvaliteedi kontrolli protsessiga seotud võimekusi ning määratleda parendamist vajavad võimekused.

4 Ettevõtte taust ja strateegia

Käesolevas peatükis tutvustatakse käsitletavat ettevõtet, kirjeldatakse ettevõtte tausta ja tegevust. Antakse ülevaade ettevõtte strateegiast, eesmärkidest ja peamistest jälgitavatest KPI'dest (*Key Performance Indicator*).

4.1 Ettevõtte taust ja tutvustus

Leibur AS kuulub Lantmännen Unibake Grupi *Fresh Business Area* ehk värskete leiva- ja saiatootmise ärivaldkonda ning järgnevalt on välja toodud selle valdkonna missioon, visioon, põhiväärtused ja eesmärgid. Lantmännen Unibake'i poliitika näeb ette, et ettevõtte missioon ja visioon peavad alati olema inglise keeles esitatud, neid ei tohi kohaliku keelde tõlkida.

Ettevõtte missioon on „*Towards billions of smiling tummies*“ [28].

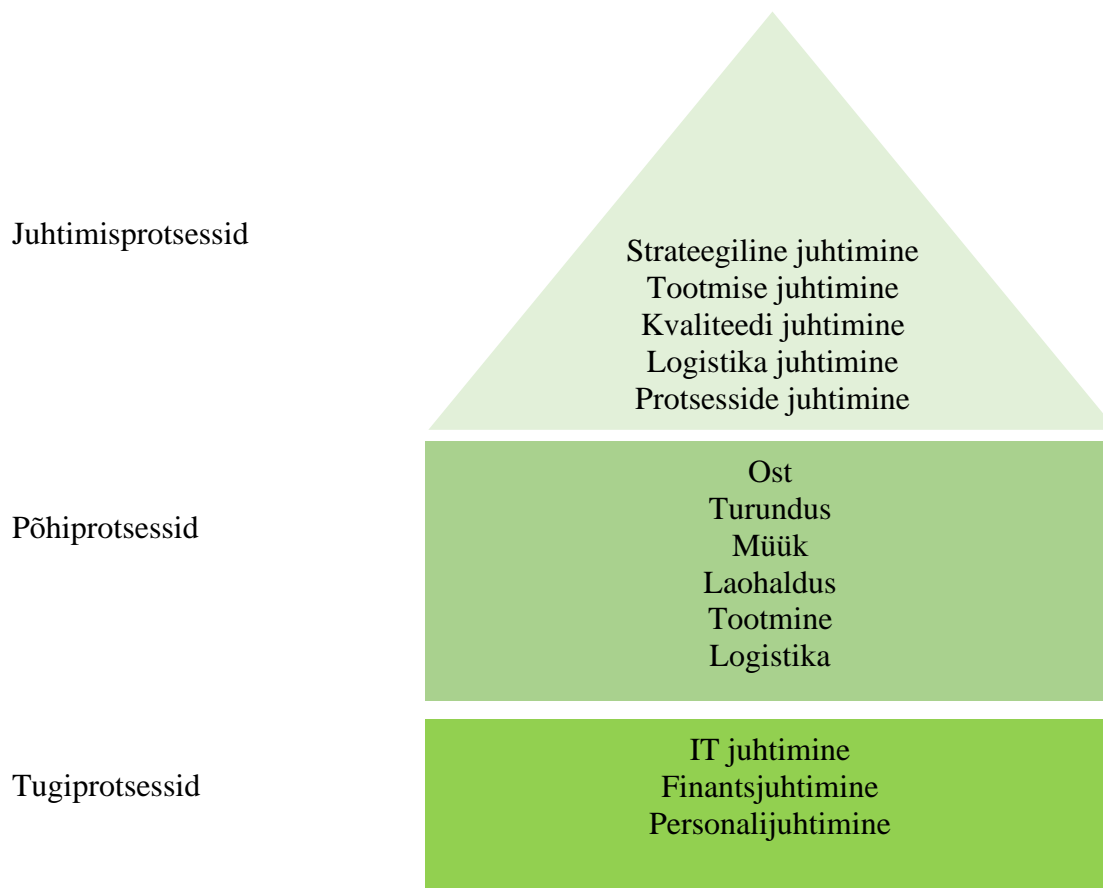
Ettevõtte visioon on „*To lead the bakery business with the scale, knowledge and drive to be loved in every country*“ [28].

Leibur on Eesti üks tuntumaid brände ja armastatumaid toidutootjaid. Leiburi tooteportfell on üles ehitatud tugevate olemasolevate ning innovaatilistele turgu ja tarbimisharjumusi muutvate toodete kombinatsioonile. Eesti turul on Leiburil umbes 40 erinevat tooteartiklit, 1 tehas Tallinnas Mustamäel, Leiva tänaval. Tehases on 4 erinevat tootmisliini ning umbes 200 töötajat [29].

Leibur AS kuulub Lantmännen Gruppi aastast 2015. Lantmännen on 25 000 Rootsi põllumajandustootjale kuuluv põllumajandusühistu, mis on juhtpositsioonil nii põllumajandus-, masina-, bioenergia kui toiduainevaldkonnas kogu Põhja-Euroopas. Ettevõtte tegutseb 10 000 töötajaga 20 erinevas riigis ning aastane müügitulu on 38 miljardit Rootsi krooni [29].

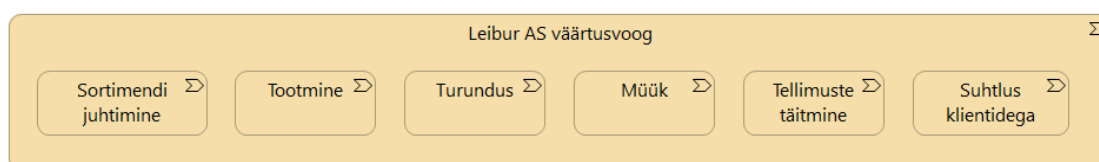
Lantmännen Grupp loob klientidele väärtust läbi erinevate tootmisharude, mille üheks oluliseks osaks on värskete leiva ja saia tootmine.

Alloleval joonisel (Joonis 1) on välja toodud ettevõtte äriprotsesside arhitektuur, mis on jagatud kolmeks: juhtimisprotsessid, põhiprotsessid ja tugiprotsessid.



Joonis 1. Äriprotsesside arhitektuur (autori koostatud)

Ettevõtte loob klientidele väärtust tootes värsked leiva- ja saiatooteid, mille üheks põhiliseks ja tähtsamaks osaks on tootmine, ettevõtte üldine väärtusvoog on esitatud järgneval joonisel (Joonis 2):



Joonis 2. Ettevõtte Leibur AS üldine väärtusvoog (autori koostatud)

4.2 Ettevõtte strateegia

Ettevõtte strateegia on väljatöötatud Lantmännen Unibake'i värske leiva- ja saiatootmise ärivaldkonna tasemel. Lantmännen Unibake'i karkass paneb aluse ärivaldkonna strateegiale ning suunab ärivaldkonda kuuluvad ettevõtteid edasi.

Lantmännen Unibake'i värske leiva- ja saiatootmise ärivaldkonna strateegia on:

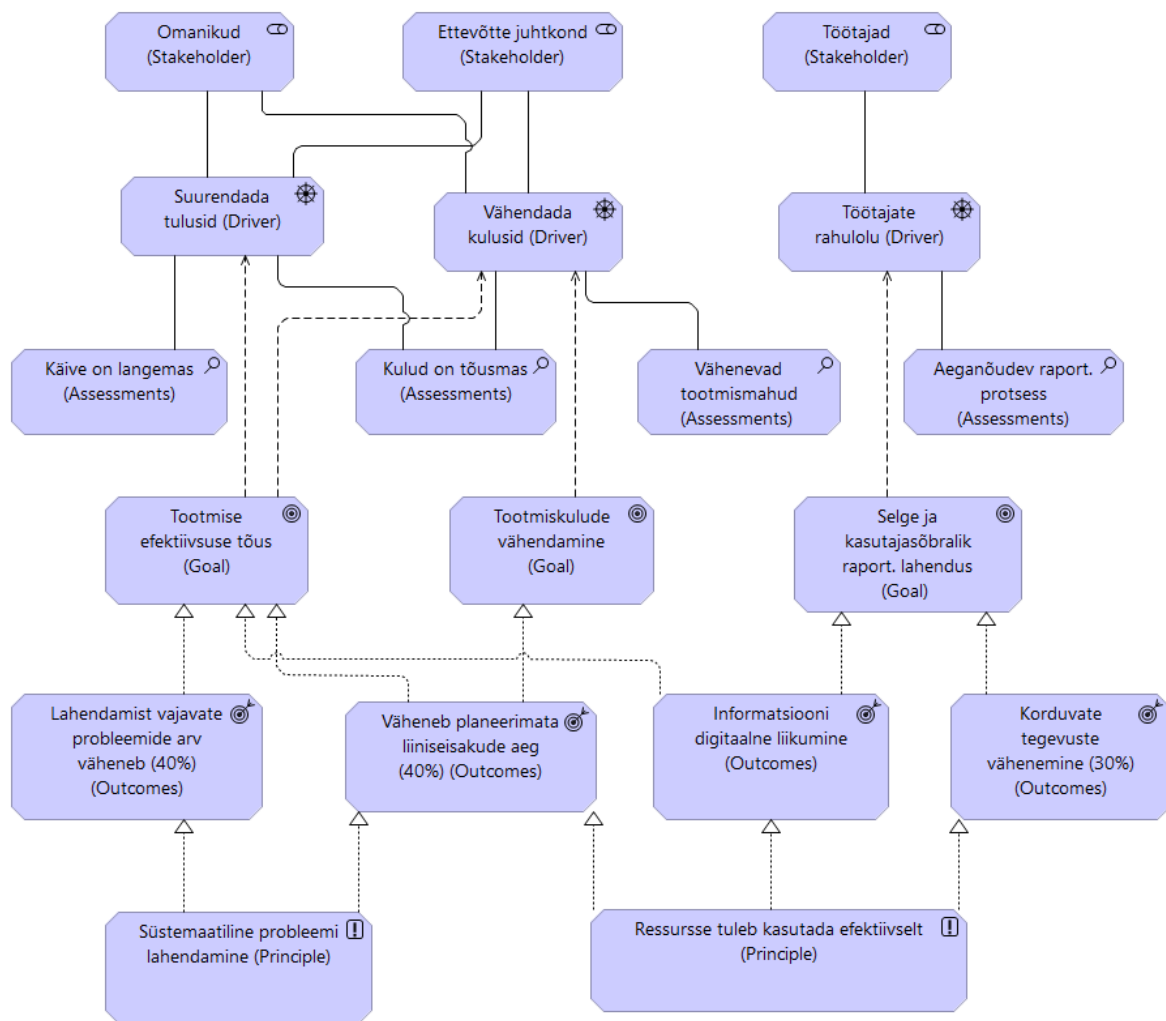
- arendada ja säilitada kulude juhtimist;
- luua atraktiivne ja kasumlik toodete portfell;
- luua eesmärgipõhiseid kaubamärke ja läbimurdelisi uuendusi;
- tagada kindel ja tugev müügi- ja opereerimisprotsess;
- kasutada maksimaalselt ära digitaalseid võimalusi;
- saavutada kõrge organisatsiooniline tase;
- tõmmata ligi, hoida ja arendada talente;
- tagada tugev juhtimine [28].

Värske leiva- ja saia ärivaldkonna tasemel väljatöötatud strateegia viiakse töötajateni käesolevas magistritöös käsitletava olemasoleva tootmise ja kvaliteedi kontrolli protsessi kaudu. Läbi selle jõuab töötajateni selge arusaam ettevõtte poolt seatud aasta eesmärkidest ning kuidas töötajad on ise võimelised, läbi oma tegevuste ja otsuste, saavutatavaid tulemusi mõjutama ning eesmärke täitma.

Vähenevad tootmismahud kõikidel turgudel (Eesti, Läti, Leedu, Soome) tekitavad hindade survet ning ettevõtte on seetõttu sunnitud oma tegevustes olema efektiivsem, kokkuhoidlikum ja jätkusuutlikum.

Uuelt kavandatavalt tootmise ja kvaliteedi kontrolli protsessilt ja lahenduselt oodatakse, et see toetaks ettevõtte strateegiat, kasutada maksimaalselt ära digitaalseid võimalusi, läbi mille on võimalik tagada tugevam juhtimine, arendada kulude juhtimist ning tagada kindel tootmise opereerimisprotsess.

Järgneval joonisel (Joonis 3) toodud ettevõtte Leibur AS motivatsioonimudel kirjeldab strateegiliste ja tegevuseesmärkide seoseid ettevõtte printsiipide, nõuete ja eesmärkidega.



Joonis 3. Ettevõtte Leibur AS motivatsioonimudel (autori koostatud)

4.2.1 Ettevõttes peamiselt jälgitavad KPI'd

Ettevõtte Leibur AS eesmärkide ja KPI'de püstitamine ning seadmine saab alguse iga-aastasest eelarve planeerimise protsessist, kui hakatakse koostama aasta eelarvet. Tootmisüksuse tasemeni viidud eesmärgid on juhitud ärivaldkonna strateegiaga.

Jälgitavaid KPI'sid raporteeritakse igakuiselt ning nende kohta antakse ülevaade ja kommenteeritakse tulemusi igakuisel koosolekul.

Ettevõttes Leibur AS peamiselt kasutusel olevad, pidevalt jälgitavad ja igakuiselt raporteeritavad KPI'd:

- Tootmise praak (%);

- Tootmise efektiivsus (kg/h);
- OEE (*Overall Equipment Effectiveness*) (%);
- Toote kvaliteet (punktid skaalal 40-100);
- Hügieeni mittevastavused (tk);
- Kliendikaebuste arv (tk, toodetud 100 000 kg kohta);
- Tööõnnetuste arv (tk) [28].

5 Ärianalüüs ning olemasolev tootmise ja kvaliteedi kontrolli protsess

Käesolevas peatükis tutvustatakse ja kirjeldatakse ettevõttes olemasolevat tootmise ja kvaliteedi kontrolli protsessi ning tuuakse välja protsessi konteksti mõistmiseks vajalik info. Antakse ülevaade tootmisega seonduvatest infosüsteemidest, kirjeldatakse kavandatava lahenduse ärinõuded, ärireeglid, koostatakse äriinfo mudel ning hinnatakse kavandatava lahenduse võimalikke alternatiive.

5.1 Olemasolev tootmise ja kvaliteedi kontrolli protsess

Hetkel ettevõttes kasutusel olevat tootmise ja kvaliteedi kontrolli protsessi nimetatakse SIM – *Short Interval Management*. SIM on Lantmännen'i enda poolt arendatud ja väljamõeldud tehnoloogiline lahendus.

Läbi SIM'i rakendatakse ettevõtte strateegiat ning SIM aitab viia töötajateni selge arusaama ettevõtte poolt seatud aasta eesmärkidest ning kuidas töötajad ise on võimelised läbi oma tegevuste ja otsuste saavutatavaid tulemusi mõjutama ning eesmäärke täitma.

Lantmännen Unibake on defineerinud SIM'i kui pideva protsessi, mis tagab läbi töö õigeaegse ja korrektse soorituse ettevõtte edu saavutamise, vastavalt ettevõtte strateegilistele eesmärkidele. Protsess hõlmab strateegia juurutamisel määratletud tegevuste jälgimist, kinnitamaks, et oodatud tulemused saavutatakse ning kui seda ei suudeta teha, siis on parandusmeetmeid ning korrigeerivaid tegevusi õigeaegselt rakendatud [28].

SIM on ülesehitatud põhimõtetele, mis tulenevad *Toyota Production System*ist ja *Leani*ist, keskendudes ja lahendades probleeme, rakendades süstemaatilise probleemilahenduse praktikaid. SIM aitab elimineerida 8 *waste*'i tüüpe, standardiseerib ja toetab pideva parendamise protsessi. Samal ajal on SIM juhtimissüsteem, mis suurendab kasuliku teabe liikumist, minimeerides inimeste koosolekul viibimise aega [28].

SIM võimaldab organisatsiooni kõikidele tasemetele, tootmisüksuse erinevates tootmisetapis olevate tahvlite kaudu, seatud eesmärkide visuaalset kontrolli ja jälgimist. Seatud eesmärkide kontroll ja jälgimine võimaldab tuvastada protsessist kõrvalekalded, pannes protsessis osalevad inimesed võrdselt vastutama probleemide kiire lahendamise ja nõutava eesmärgi saavutamiseks tehtavate toimingute üle. Struktureeritud igapäevane juhtimine ning pidevalt kasvavad töötajate oskused ja pädevused annavad neile võimaluse iseseisvalt tekkinud probleeme lahendada [28].

Olemasoleva tootmise ja kvaliteedi kontrolli protsessi põhimõtted ja reeglid:

- Eesmärgid ja tootmisplaan tahvil visuaalselt väljatoodud;
- Fikseeritud päevakord – kindlad koosolekute toimumise ajad;
- Kogu tahvil olev informatsioon peab olema uuendatud enne koosoleku algust;
- Kogu informatsioon tahvlitel on visuaalne ning kõik protsessi kõrvalekalded on selgelt visualiseeritud ja kirjapandud;
- Igale kirjapandud probleemile on määratud vastutav isik, kes selle lahendamise eest vastutab;
- Igale kirjapandud probleemile on määratud kindlad tegevused ja tähtaeg;
- Kui esinenud probleemi ei suudeta lahendada 24 tunni jooksul, tuleb probleem eskaleerida järgmisele tasemele [28].

5.1.1 Olemasoleva tootmise ja kvaliteedi kontrolli protsessi käigus jälgitavad protsessi seisundid

Olemasoleva tootmise ja kvaliteedi kontrolli käigus jälgitakse konkreetses tootmisetapis toimuvat tootmisprotsessi, ohutust, puhtust, toote kvaliteeti, tootmisplaanis püsimist ning tootmise käigus tekkinud praagi koguseid.

Olemasoleva protsessi käigus jälgitavad peamised protsessi seisundid:

- Toote kvaliteet – toote kvaliteedi kontrolli teostatakse vastavalt toote spetsifikatsioonile ning etteantud parameetritele;

- Tootmisplaanis püsimine – koostatud tootmisplaanis püsimine, maha jäämine või sellest ees olemine;
- Praagi kogus – kas praagi kogus on tootmisprotsessile ja tootele kohane või ületab seda (nt. liiniseisaku tõttu).

Lisaks ülalnimetatud peamistele jälgitavatele seisunditele kontrollitakse ja registreeritakse igas tootmisetapis töötaja kohaolekut, tootmisetapis olevaid töövahendeid (nt. pastakad, kalkulaatorid, noad, kühvlid, puhastusharjad), märgitakse läbiviidud igapäevaseid ja -nädalasi koristuste teostamist. Jälgitakse tootmisetapi ja -liini ohutust ehk kas töötatakse vastavalt ettenähtud ohutuse ja tervise nõuetele, kasutusel olevaid kemikaale käsitletakse vastavalt kehtivatele eeskirjadele, tootmisliini klaasist ja plastikust osades ei esine pragusid, purunemisi ega kahjustusi.

Järgnevalt on autor välja toonud olemasoleva tootmise ja kvaliteedi kontrolli protsessi tahvli kujunduse (Joonis 4), et anda ülevaade ja selgem arusaam lahenduse kontseptsioonist.

Tahvli vasakul pool on väljatoodud jälgitavate eesmärkide juhised. Tahvli ülemises osas on toodud koosoleku reeglid, osaliste nimekiri, kuhu on võimalik allkirjaga märkida koosolekul osalemist ning tootmisetapi töötajad märgivad sinna kohaolekut. Seejärel on tahvli ülemises osas erinevad kontrolli nimekirjad, mida töötajad peavad tootmisetapis töötades kontrollima ja tulemused paberile märkima. Tahvli keskmine osa on jälgitavate protsessi seisundite märkimiseks – Toote kvaliteet, Tootmisplaanile vastavalt töötamine ehk kas tootmisplaanis püsitakse, ollakse maha jäänud või ollakse hoopiski tootmisplaanist ees. Kõige alumisel real märgitakse Praaki – kas praagi kogus on tootmisetapile kohaselt normi piires või on liinil esinenud probleeme ning toote praagi protsent on kõrge.

Jälgitavate protsessi seisundite märkimine toimub tahvli keskmises osas ning see toimub keeratavate ketaste abil, millel on 4 värvi – punane, roheline, valge ja must. Töötajad keeravad kettaid vastavalt sellele, milline on olukord tootmisetapis: punane – üle normi; roheline – normis, kõik on hästi; valge – tootmisetapis tööd ei toimu; must – planeeritud seisak tootmisetapis.

Leibur SIM																																
Ohutuse juhised	Koosoleku reeglid	Osaliste nimekiri	Ohutuse kontrolli nimekiri																	Töövahendite kontrolli nimekiri						Koristamise kontrolli nimekiri						CCAR
Kvaliteedi juhised	Kvaliteedi kontroll	- Toote kvaliteet ✓ ✗ -	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	1	2	3	4	5	6	CCAR					
Kliendi juhised	Tootmisplaan	- Töötan vastavalt tootmisplaanile ✓ ✗ -	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	1	2	3	4	5	6	CCAR					
Efektivsuse juhised	Vahetuse graafik	- Praak	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	1	2	3	4	5	6	CCAR					

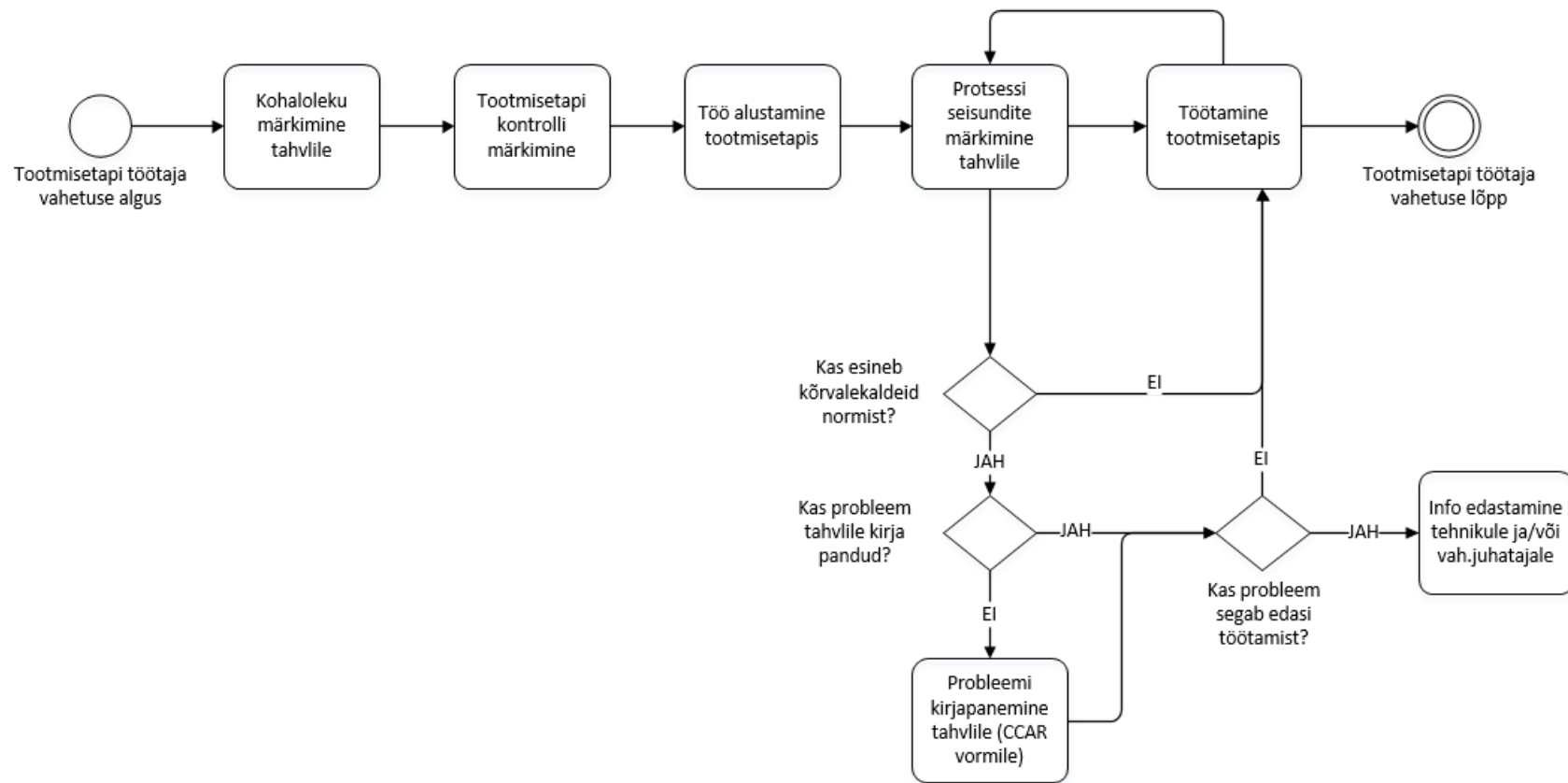
Joonis 4. Olemasoleva tootmise ja kvaliteedi protsessi tahvli kujundus (autori koostatud)

5.2 Olemasoleva protsessi toimumine

Järgneval joonisel (Joonis 5) on autor koostanud ettevõttes hetkel olemasoleva tootmise ja kvaliteedi kontrolli protsessi tootmisetapi töötaja poolt.

Tootmistöötaja tuleb vahetust alustades tööle, esimese asjana, liikudes oma töökohale vastavas tootmisetapis, märgitakse tahvlile enda kohalolek. Eelmist vahetust lõpetava töötajaga käiakse koos läbi tahvlile märgitud eelneva 12 tunni olukord ning CCAR (*Concern and Countermeasure Action Report*) vormid, kuhu pannakse kirja tekkinud probleemid. Seejärel teostatakse tootmisetapi kontroll vastavalt etteantud nimekirjale. Kontroll hõlmab endas töökoha ja tootmisliini ohutuse kontrolli, töövahendite olemasolu kontrolli vastava tootmisetapi jaoks koostatud nimekirja alusel.

Peale vajalike kontrollide teostamist ja tahvlile märkimist, alustatakse tootmisetapis tööd. Töötamise iga tunni möödudes märgitakse tahvlile jälgitavate protsessi seisundite hetkeolukord, seda tehakse tahvil olevaid kettaid keerates, valides sealt asjakohase värvi. Kui esineb normist kõrvalekaldeid, märgitakse see keerates kettal punase värvi, seejärel on töötajal kohustus kirjutada tahvil olevale CCAR vormile tekkinud probleemi kirjeldus, kui see on juba seal kirjas, siis olenevalt probleemi tõsidusest ja võimalikkusest, kas jätkatakse tööd või peatatakse tootmisliin. Kui probleem on niivõrd tõsine, et liini töö tuleb peatada ja tööd ei ole võimalik jätkata, teatatakse sellest kindlasti vahetuse juhatajat ja tehnikat osakonna töötajat.



Joonis 5. Olemasoleva tootmise ja kvaliteedi kontrolli protsess (autori koostatud)

5.2.1 Olemasoleva protsessi informatsiooni edastamine

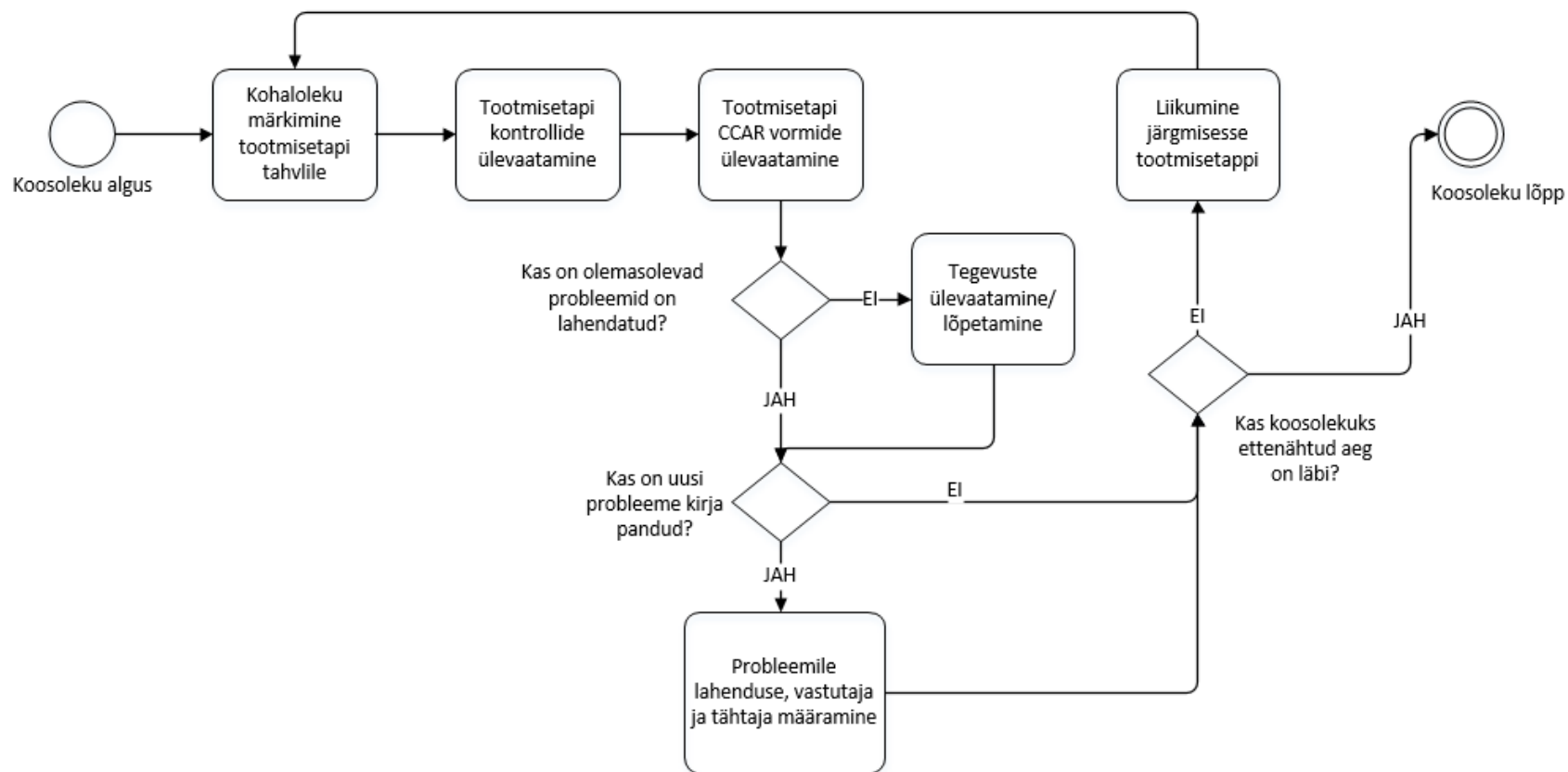
Tootmisetappides asuvate tahvlite täitmine on manuaalne ning informatsiooni edastamine ei toimu digitaalselt, seetõttu toimuvad igapäevased koosolekud, mille käigus käiakse füüsiliselt läbi kõik tootmisüksuse erinevates tootmisetappides olevad tahvlid, mida on tootmisüksuses kokku 9 tükki.

Koosoleku eesmärk on saada kiire ülevaade, mis konkreetsetes tootmisetapis toimub ja on viimase 24 tunni jooksul toimunud. Koosolekuks ettenähtud aeg on 30 minutit ning selle käigus üritatakse käia läbi nii palju tahvleid kui võimalik, kuid esineb olukordi, kus ei jõutagi kõikide tahvliteni, sest eelnevas tootmisetapis on olnud väga palju tahvli täitmise vigu või kirja pandud palju probleeme, millele on vaja kirjutada lahendused ning vastutajad. Mida rohkem probleeme ja mida tõsisemad need on seda kauem aega võtab nende läbiarutamine ning lahenduste ja tegevuste kirjapanemine. Seetõttu esineb sageli seda, et kõiki tootmisetapi tahvleid ei jõutagi igapäevaselt hommikuti koosolekute raames läbi käia, mistõttu jäävad sealsed tahvlile märgitud protsessi seisundid ning probleemid üle vaatamata ja lahendusteta.

Koosoleku alguses kinnitavad koosolekul viibijad enda kohalolekut allkirjaga tootmisetapi tahvilil oleval vastaval vormil. Koosolekutel osalevad vahetuse juhataja, tootmisjuht, töökeskkonnajuht, hooldusjuht, tehnoloog ja vastavalt soovile ja vajadusele võivad koosolekul ka teised töötajad osaleda, näiteks kvaliteedijuht, tootearendaja.

Kui tootmisetapis on eelnevalt esinenud probleeme, on töötajad need kirja pannud tahvilil olevale CCAR (*Concern and Countermeasure Action Report*) vormile, mis koosoleku ajal üle vaadatakse. Probleemidele peavad vastava valdkonna vastutajad kirjutama lahenduse või tegevuse, kuidas nad probleemi lahendavad. Kõigepealt vaadatakse üle, kas juba varasemalt kirjapandud probleemid on saanud konkreetset tegevused ja leidnud lahendused ning lõpetatud. Seejärel vaadatakse üle, kas tahvlile on kirja pandud uusi probleeme. Kui jah, siis nendele on vaja määrata vastutajad, konkreetset tegevused ja tähtajad.

Järgneval joonisel (Joonis 6) on autor toonud välja ülalpool kirjeldatud tootmise ja kvaliteedi kontrolli informatsiooni edastamise protsessi.



Joonis 6. Olemasoleva tootmise ja kvaliteedi kontrolli informatsiooni edastamise protsess (autori koostatud)

5.3 Olemasoleva protsessi RACI maatriks

Allolevas tabelis (Tabel 1) on autor välja toonud erinevate ametikohtade vastutusalad ja kohustused seoses olemasoleva tootmise ja kvaliteedi kontrolli protsessiga. Maatriksi koostamine, ametikohtade ja vastutusalade määramine aitab paremini mõista ja aru saada, kes teatud protsessi etapi eest vastutavad, kes peavad olema kursis ja informeeritud tootmisetapis kontrollitud ja märgitud protsessi seisunditest ja probleemidest ning kes on seejuures vastutavad raporteeritud probleemide lahendamise eest. Organisatsiooni kuuluvad inimesed mõjutavad uue lahenduse edasist strateegilist rakendamist nii magistritöös käsitletavas ettevõttes Leibur AS kui ka kogu Lantmännen Unibake'i värске leiva- ja saiatootmise ärivaldkonnas.

Tabel 1. Olemasoleva tootmise ja kvaliteedi kontrolli protsessi RACI maatriks (autori koostatud)

	Tootmisjuht	Kvaliteedijuht	Töökeskonna-juht	Hooldusjuht	Tehnoloog	Tootearendaja	Vahetuse juhataja	Tootmisetapi töötaja
Kohaloleku märkimine tahvlile	R	I	I	I	I	I	I	A
Tootmisetapi kontroll ja märkimine tahvlile	R	I	I	I	I	I	I	A
Tootmise käigus jälgitavate protsessi seisundite märkimine tahvlile	R	I	I	I	I	I	I	A
Esineva probleemi kirja panemine CCAR vormile	R	I	I	I	I	I	I	A
Vahetuse juhataja/tehniku informeerimine esinevast probleemist	R	I	I	I	I	I	I	A
Kirjapandud probleemidele tehniliste lahenduste leidmine	R	I	I	A	I	I	I	C
Kirjapandud probleemidele kvaliteedialaste lahenduste leidmine	R	I	I	I	A	C	I	C
Lahendamata probleemide eskaleerimine järgmisele tasemele	R	C	C	C	C	I	A	I

5.4 Olemasoleva protsessi SIPOC analüüs

Hetkel tootmisettevõttes kasutusel oleva igapäevase tootmise ja kvaliteedi protsessi täpsemaks mõistmiseks koostab autor SIPOC tööriista abil ülevaate kõikidest protsessiga seonduvatest elementidest, mis on toodud järgnevas tabelis (Tabel 2). SIPOC analüüs aitab paremini ja täpsemalt mõista ning näha protsessi etappide sisendeid (*input*) ja sellest saadavaid väljundeid (*output*).

Tabel 2. Olemasoleva tootmise ja kvaliteedi kontrolli protsessi SIPOC analüüs (autori koostatud)

Tootmise ja kvaliteedi kontrolli protsess				
SUPPLIER	INPUT	PROCESS	OUTPUT	CUSTOMER
Vahetust lõpetav töötaja	Info edastamine olulisematest juhtumitest, probleemidest	Vahetuse üleandmine	Info eelnevas vahetuses toimuva kohta	Vahetust alustav töötaja
Tootmisetapis tööol olev töötaja	Kohaloleku tabeli täitmise juhised	Kohaloleku märkimine tahvlile	Täidetud kohaloleku kontrolli tabel	Tootmise juhtkond
Tootmisetapis tööol olev töötaja	Olevasolev kontrolli nimekiri ja juhised	Tootmisetapi kontroll ja märkimine tahvlile	Täidetud tootmisetapi kontrolli tabel	Tootmise juhtkond
Tootmisetapis tööol olev töötaja	Tootepõhised kvaliteedi nõuded ja juhised	Kvaliteedi kontroll ja märkimine tahvlile	Märgitud tunnipõhine kvaliteedi kontroll	Kvaliteedijuht
Tootmisetapis tööol olev töötaja	Olemasolev tootmisplaan	Tootmisplaanis püsimise märkimine tahvlile	Märgitud tunnipõhine tootmisplaanis püsimine/mitte-püsimine	Tootmise juhtkond
Tootmisetapis tööol olev töötaja	Praagi/kadu juhised	Praagi tunnipõhine märkimine tahvlile	Märgitud praagi püsimine normis või mitte	Tootmise juhtkond

Tootmise ja kvaliteedi kontrolli protsess				
SUPPLIER	INPUT	PROCESS	OUTPUT	CUSTOMER
Tootmisetapis tööl olev töötaja	Olemasolev täidetav CCAR raport	Probleemide korral nende kirja panemine – CCAR sektsiooni	Täidetud CCAR raport, probleemi kirjeldusega	Tootmise juhtkond
Tootmisetapis tööl olev töötaja	Tootmisetapis esinenud probleem	Tehnikule probleemist teatamine	Informatsioon esinenud probleemide kohta	Tehnika osakond
Tootmisetapis tööl olev töötaja	Tootmisetapis esinenud probleem	Vahetuse juhatajale probleemist teatamine	Informatsioon esinenud probleemide kohta	Vahetuse juhataja

5.5 Huvitatud osapooled

Käesolevas peatükis annab autor ülevaate huvitatud osapooltest ja kirjeldab nende huvisid magistritöös käsitletava lahenduse raames. Huvitatud osapoolte määramine ja nende huvide kirjeldamine on oluline samm, veendumaks, et kõik olulised osapooled on kaasatud ning seeläbi on võimalik määrata käsitletava lahenduse olulisus ja sellest saadav kasu.

Allolevas tabelis (Tabel 3) on autor välja toonud huvitatud osapooled, nende huvi kirjelduse, mõju ja huvi ulatuse.

Tabel 3. Huvitatud osapooled (autori koostatud)

Huvitatud osapool	Huvi kirjeldus	Mõju ulatus	Huvi ulatus
Ettevõtte juhtkond	Lahendus toetab ettevõtte ärilisi ja strateegilisi eesmärke	Kõrge	Kõrge
Tootmisjuht	Selgem ja kiirem ülevaade, konkreetsem raporteerimine, efektiivsem tootmine	Kõrge	Kõrge

Huvitatud osapool	Huvi kirjeldus	Mõju ulatus	Huvi ulatus
Vahetuse juhataja	Kohene probleemidest ja liiniseisakutest teadasaamine, võimalus probleeme kiiremini eskaleerida	Kõrge	Kõrge
Hooldusjuht	Kohene seadmetega seotud probleemidest ja liiniseisakutest teadasaamine, seetõttu ka nende kiirem lahendamine	Kõrge	Kõrge
Kvaliteedijuht	Selgem ja kiirem ülevaade toote kvaliteedist, esinevatest probleemidest	Madal	Kõrge
Tehnoloog	Kiirem ülevaade esinevatest toodete ja tootmisliiniga seotud probleemidest, nende kiirem lahendamine	Kõrge	Kõrge
Töökeskkonnajuht	Selgem töökeskkonna ja -ohutuse alane raporteerimine, kohene ülevaade tootmisetappide ja tootmisüksuse olukorrast	Madal	Kõrge
Tootmistöötaja	Lahendus aitab lihtsamalt ja selgemini raporteerimist ja probleemide kirjapanemist, korduvate tegevuste vähendamine	Kõrge	Madal
IT	Aitab toetada ettevõtte eesmärke seoses lahendusega	Madal	Kõrge
IT tugi	Lahenduse võimalikult sujuv toimimine, osakonna ressursside vähenenud kulutamine	Madal	Kõrge
Logistikajuht	Informatsiooni kiirem liikumine, liiniseisakutest ja toodete hiline misest teadasaamine, tarnijate teavitamine	Kõrge	Kõrge

5.5.1 Küsitlus huvitatud osapooltega

Autor viis 2021. aasta alguses tootmisüksuse töötajate ja vahetuse juhtidega ning vastavate tugiüksuste juhtidega läbi küsitluse. Elektrooniliselt läbiviidud küsitluse eesmärgiks oli välja selgitada olemasoleva tootmise ja kvaliteedi kontrolli protsessi kitsaskohad, parendust vajavad punktid ning seejuures kaardistada hetkel toimivad protsessid.

Küsitlus viidi läbi Microsoft Forms keskkonnas ning vastajad olid ettevõtte Leibur AS töötajad – tootmisjuht, hooldusjuht, kvaliteedijuht, logistikajuht, tehnoloog, töökeskkonnajuht ja vahetuse juhatajad. Läbiviidud küsitlus on toodud käesoleva magistritöö lisa (Lisa 2).

Kokku vastas küsitlusele 10 inimest. Saadud vastuste analüüsi põhjal selgus, et:

- SIM kui protsess on vajalik tootmise info vahetamiseks ning probleemide lahendamiseks;
- SIM kui protsess on kasulik erinevate mõõdikute ja protsessi seisundite jälgimiseks, aga siis kui see informatsioon jõuab tootmisetapist edasi, mitte ei jää olemasolevale tahvlile;
- Kõik küsitluses osalejad vastasid, et kasutaksid ja märgiksid SIM'i raames tulemusi rohkem, kui neid saaks sisestada digitaalselt;
- Kõige enam kasutatakse SIM'i tootmisetapis esinevate probleemide kirjapanemiseks ja kirjeldamiseks;
- SIM tulemuste kuvamiseks oleks sobivaim lahendus protsessi seisundeid ja probleeme märkida tootmisetapis olevasse arvutisse või tahvelarvutisse ning seejärel need tulemused kuvatakse tootmisetapis oleval ekraanil;
- SIM'i raames märgitud ja kirjapandud informatsioon peaks olema digitaalselt ligipääsetav;
- Olemasoleva protsessi peaks muutma digitaalseks (kontrollide ja protsessi seisundite märkimine paberile, probleemide kirjapanemine tahvlile);
- SIM'i võiks siduda ettevõttes hetkel olemasolevate infosüsteemidega, et tootmisetapi töötajatel jääb märkida vaid protsessi seisundeid ja probleeme;
- Kui infovahetus oleks digitaalne, saaks kirjapandud probleemidest koheselt teada ning koosoleku toimumise ajaks on võimalik juba pakkuda välja lahendusi ja tähtaega.

Läbiviidud küsitluse tagasiside põhjal võib väita, et ollakse huvitatud olemasoleva tootmise ja kvaliteedi kontrolli protsessi parendamisest ja selle digitaalsemaks muutmisest.

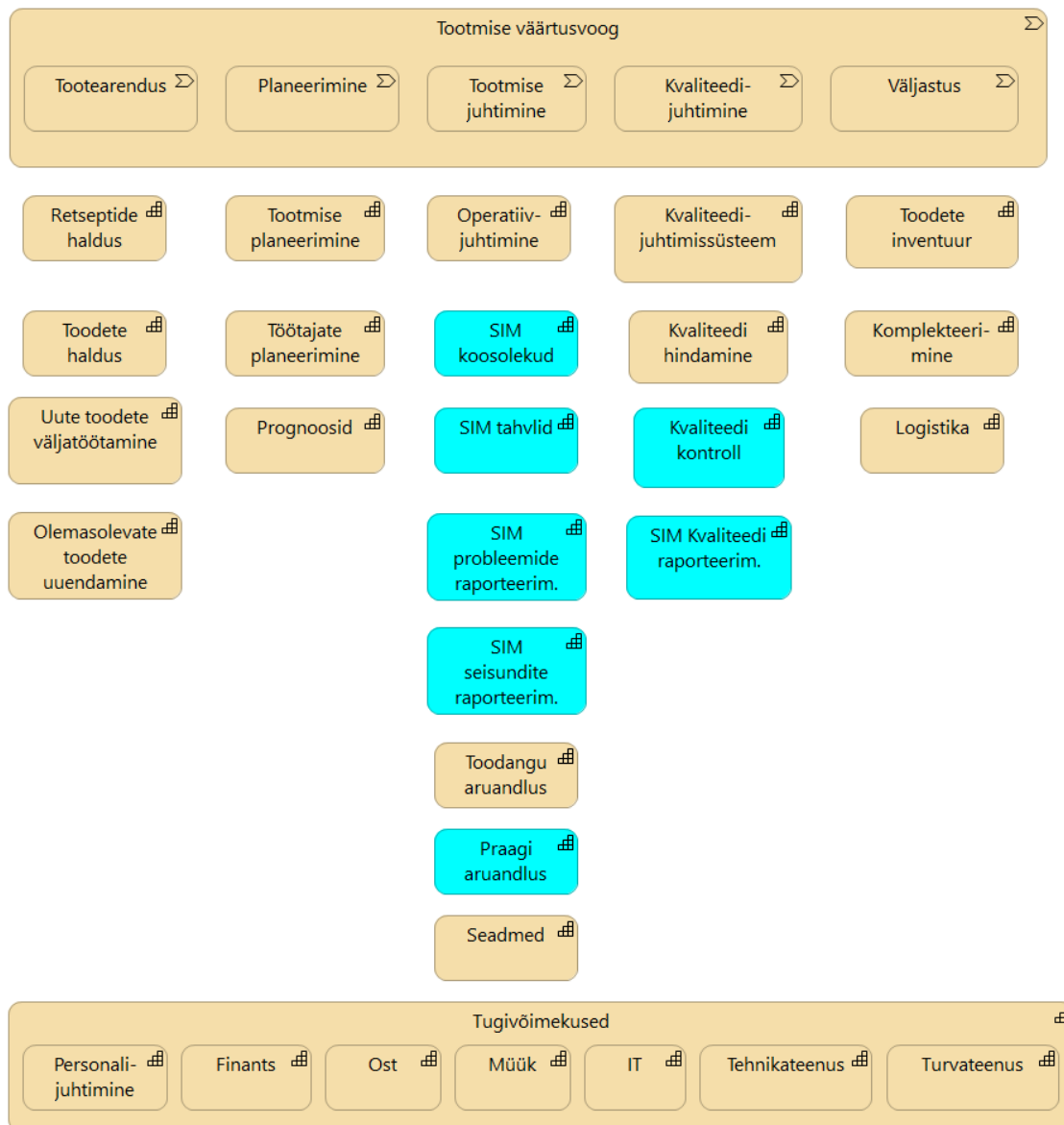
Teostatud küsitluse tulemused andsid sisendi parendatava protsessi ärinõuete, ärireeglite, funktsionaalsete ja mittefunktsionaalsete nõuete kirjeldamiseks. Lisaks sai küsitluse tulemusel sisendeid kavandatava lahenduse protsessi joonise, kasutusmallide ja komponentdiagrammi koostamiseks, millest antakse ülevaade peatükis 6. Süsteemianalüüs.

5.6 Tootmise võimekused

Järgnevalt antakse ülevaade käsitletava ettevõtte tootmise väärtusvoost koos vastavate põhi- ja tugiprotsesside võimekustega. Tootmise väärtusvoog, koos põhi- ja tugiprotsesside võimekustega on toodud järgneval joonisel (Joonis 7). Parendamist vajavad võimekused on autor märgistanud joonisel helesinise värvusega.

Magistritöös käsitletav ettevõtte Leibur AS on värske leiva- ja saiatootmise valdkonnas tegutsenud aastakümneid ning seetõttu on vastavad teatud saia ja leivatoodete tootmisega seotud võimekused hästi arenenud. Tootearenduse, planeerimise ja toodete väljastusega seotud võimekused ei vaja hetkel autori arvates uuendusi ega muudatusi.

Digitaalse raporteerimise ja aruandluse valdkonna võimekused on ettevõttes alles väljakujunemisel. Hetkel olemasolev tootmise ja kvaliteedi kontrolli protsess ei täida tootmise juhtkonna ja teiste sellega seotud osapoolte vajadusi. Parendamist vajab kogu tootmise ja kvaliteedi kontrolli protsess, mis hõlmab endas protsessi seisundite märkimist SIM tahvlitele. Igapäevased füüsilised koosolekud, mis on tingitud sellest, et protsessi seisundeid ja tootmisetapis esinevaid probleeme kirjutatakse SIM tahvlitele, toimuvad seoses COVID-19'st tingituna vähendatud koosseisus. Seetõttu vajab parendamist kogu info kirjapanemine ja selle liikumine huvitatud osapooltele, mis toimuks automaatselt ja digitaalselt ning raporteeritud informatsiooni ülevaatamine saaks toimuda igapäevaselt digitaalsete toimuvate koosolekute käigus. Kvaliteedi kontrolli ning praagi koguste raporteerimise protsess vajab samuti parendamist, sest hetkel teevad töötajad korduvaid tegevusi ning raporteerivad mitmeid asju topelt.



Joonis 7. Tootmise võimekused koos põhi- ja tugivõimekustega (autori koostatud)

5.7 Analüüsi tulemused

Nõuete määratlemine ja kirjeldamine on oluline osa, olenemata sellest, millist lähenemise meetodit kasutama hakatakse, kas keskendutakse IT- või ärinõuetele. Enamasti selles ärianalüüsi etapis on tähelepanu suunatud tehnikate valikule, mis aitavad nõudeid ellu viia. Nõuete määratlemise oskus on vaadata kaugemale sellest, mida huvirühmad räägivad ja soovivad ning proovida tuvastada ja määratleda nõuded, mille tulemuseks on

lahendus, mis pakub tõelistele ärieesmärkidele vastavaid funktsioone ja käitumist viisil, mis rahuldab individuaalseid vajadusi [24].

Järgnevates alapeatükkides on autor välja toonud ärinõuded, ärireeglid ning koostanud nende põhjal äriinfo mudeli.

5.8 Ärinõuded

Kavandatavale lahendusele on ärianalüüsi ja vastavalt huvitatud osapooltega läbiviidud küsitluse alusel kogutud sisendite põhjal koostatud ettevõtte eesmärkidest lähtuvad ärinõuded.

Koostatud ärinõuded:

ÄN1 – Peab toetama ettevõtte ärilisi ja strateegilisi eesmärke;

ÄN2 – Peab olema kasutajatele mugav, lihtsasti kasutatav keskkond;

ÄN3 – Peab võimaldama opereerimist mitmes keeles (eesti, vene, inglise), koos võimalusega laieneda erinevates keeltes (soome, läti, leedu, taani);

ÄN4 – Peab võimaldama ülevaadet tootmise ja tootmisliinide hetkeseisust;

ÄN5 – Peab olema näha registreeritud ning veel lahendamata probleemide arv;

ÄN6 – Peab olema näha lahendatud probleemide arv;

ÄN7 – Peab olema näha tootmisliinide põhised liinide seisakute ajad;

ÄN8 – Peab olema näha liinide seisakude põhjused;

ÄN9 – Töötajatel peab olema võimalus valida erinevaid põhjuseid ning lisada juurde täiendavaid kommentaare;

ÄN10 – Peab võimaldama teha tootmisliinide põhiseid kohandusi;

ÄN11 – Peab olema kasutatavast seadmest sõltumatu kvaliteetse disainiga – arvutid, tahvelarvutid, nutitelefonid;

ÄN12 – Peab võimaldama kasutajatel jälgida oma tegevuste ja tööülesannetega seotud tulemusi reaalajas;

ÄN13 – Peab võimaldama integreerimist teiste tootmisüksuses kasutusel olevate tarkvaralahenduste ja programmidega;

ÄN14 – Peab lisaks olemasolevale kasutajale võimaldama protsessi seisundite ja probleemide kirjapanemist programmi veel mitteregistreeritud kasutajale – *guest user*;

ÄN15 – Peab võimaldama tootmisetapi töötajatel lisada kommentaare, kui tootmisliin töötab ettemääratud normist madalamal;

ÄN16 – Peab võimaldama probleemi kirjapanemisel valida, mis valdkonda (tehnik, tootmine, kvaliteet) probleem kuulub;

ÄN17 – Peab andma teavituse ning kohustus on valida valdkond ning vajadusel lisada kommentaar, miks tootmisliini töö oli pärsitud;

ÄN18 – Peab saatma välja automaatse teavituse, kui tootmisetapis pannake kirja probleem;

ÄN19 – Peab olema võimalik töötajate poolt kirjapandud probleemile valida vastutaja, tähtaeg ning lahendus;

ÄN20 – Peab saatma välja automaatsed igapäevased raportid tootmisetapis märgitud protsessi seisundite kohta, määratud isikutele;

Kogutud ärinõuded võetakse aluseks kavandatava lahenduse süsteemianalüüsis funktsionaalsete ja mittefunktsionaalsete nõuete määratlemisel ning lahenduse arhitektuurilise vaate koostamisel.

5.9 Ärireeglid ja äriinfo mudel

Antud peatükis toob autor välja soovitud lahenduse põhilised ärireeglid koos vastavate tähistustega. Ärireeglite omavahelised seosed on toodud äriinfo mudelis (Joonis 8).

5.9.1 Ärireeglid

ÄR1 – Ühel töötajal saab olla 1 kuni mitu rolli. Üks roll saab olla 0 kuni mitu töötajal.

ÄR2 – Üks töötaja saab märkida 1 kuni mitu protsessi seisundit. Ühte protsessi seisundit saab märkida 1 kuni mitu töötajat.

ÄR3 – Üks igapäevane raport saadetakse 1 kuni mitu protsessi seisundi kohta. Ühe märgitud protsessi seisundi kohta saadetakse 1 igapäevane raport.

ÄR4 – Üks igapäevane raport saadetakse 1 kuni mitu töötajale. Ühele töötajale saadetakse 1 kuni mitu igapäevast raportit.

ÄR5 – Ühte protsessi seisundit saab märkida 1 kuni mitu korda. Ühe protsessi seisundi märkimisel saab märkida 1 kuni mitu protsessi seisundit.

ÄR6 – Ühe protsessi seisundi kohta saab valida 1 protsessi seisundi liigi. Ühe protsessi seisundi liigiga saab olla 1 kuni mitu protsessi seisundit.

ÄR7 – Üks automaatne teavitus saadetakse üks kuni mitu töötajale. Ühele töötajale saab saata 0 kuni mitu automaatset teavitust.

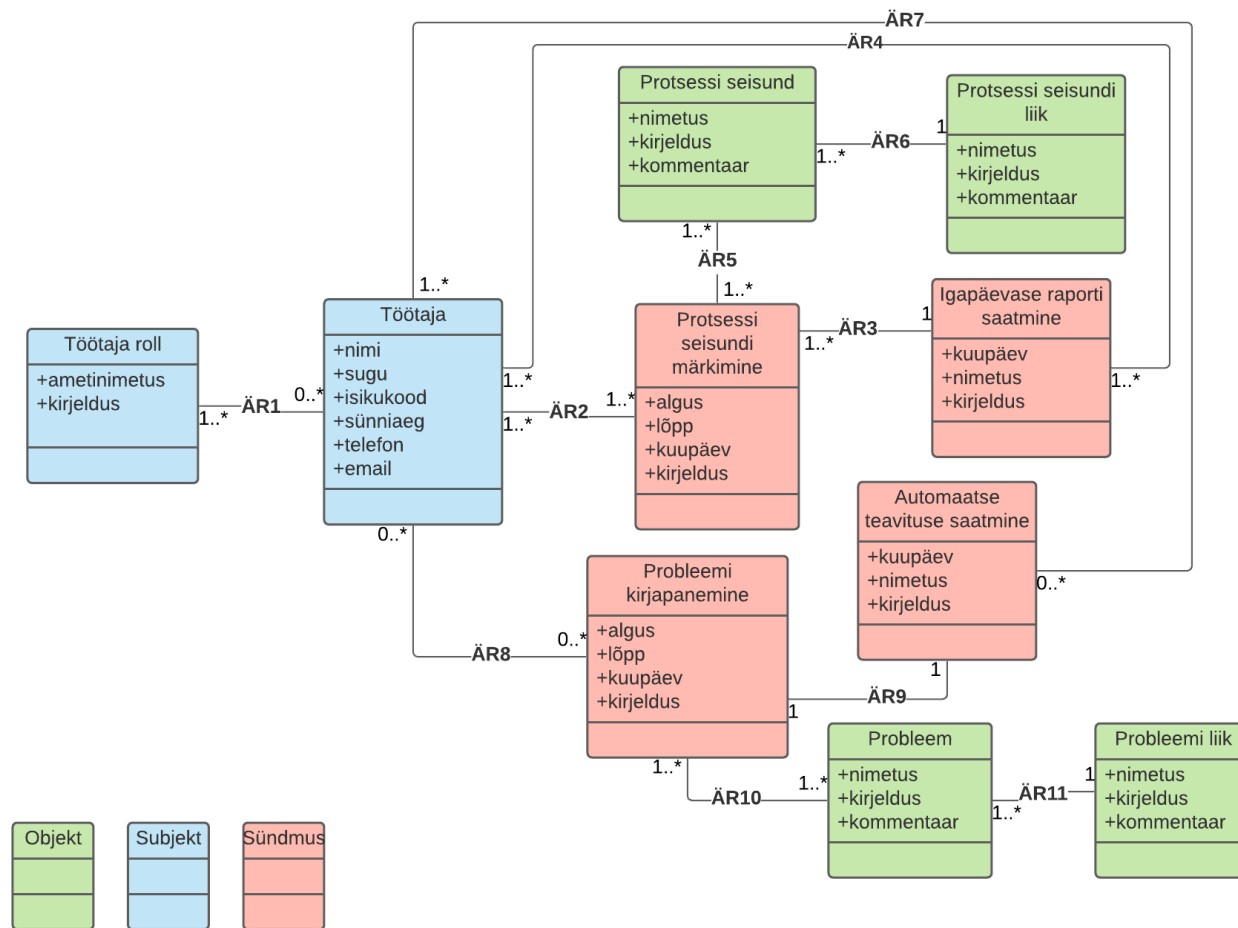
ÄR8 – Ühte probleemi võivad kirja panna 0 kuni mitu töötajat. Üks töötaja saab kirja panna 0 kuni mitu probleemi.

ÄR9 – Ühe kirjapandud probleemi kohta saadetakse 1 automaatne teavitus. Üks automaatne teavitus saadetakse ühe kirjapandud probleemi kohta.

ÄR10 – Ühte probleemi saab kirja panna 1 kuni mitu korda. Probleemi kirjapanemisel saab märkida 1 kuni mitu probleemi.

ÄR11 – Ühel probleemil saab olla 1 probleemi liik. Ühe probleemi liigiga saab olla 1 kuni mitu probleemi.

5.9.2 Äriinfo mudel



Joonis 8. Tootmise ja kvaliteedi kontrolli protsessi äriinfo mudel (autori koostatud)

5.10 Ettevõttes kasutusel olevad infosüsteemid

Käesolevas peatükis kirjeldab autor ettevõttes hetkel kasutusel olevaid infosüsteeme ning nendega kaasnevaid piiranguid.

Ettevõttes on kasutusel ERP majandustarkvara programm, mille kaudu tehakse vajalikud kanded ning toimingud müügi, toorainelao, logistika ja tootmise jaoks. Programmis toimub toodete retseptide koostamine ja haldus, kõik vajalik info toodete kohta – toote nimetused, toote koodid, andmed pakendamise ja komplekteerimise kohta. Tootmise planeerimisega seotud protseduurid sooritatakse samuti ERP programmis. Läbi selle käib veel ka tootmises toodetud koguste raporteerimine – toodetud tooted, tootmise käigus tekkinud praagi kogused. Tooted komplekteeritakse ja saadetakse välja ERP programmi sisestatud tellimuste alusel.

Tellimuste vastuvõtmine toimub läbi telefonimüügi osakonna, kus tellimused võetakse klientidelt vastu nii telefoni teel kui ka läbi automaatse tellimuste vastuvõtmise programmi.

Tootmisliinide efektiivsuse jälgimiseks on ettevõttes kasutusel programm, mis mõõdab, jälgib, arvutab ja kuvab tootmisliinide OEE (*Overall Equipment Effectiveness*). OEE programm kasutab lisaks tootmisliinil olevatelt anduritelt saadavatele kogustele informatsiooni tootmise ERP programmist, millest loetakse OEE programmi jaoks välja tootmistellimused, tootmisplaan ning planeeritud kogused.

Efektiivsuse arvutamiseks on igal tootmisliinil andurid, mis loevad toodete tükkide arvu, mis tootmisliinil jooksevad ning tulemuse kuvamiseks on tootmisetapis arvuti ja monitor. Tootmisetappides, kus toimub toote vormimine on nii arvuti, kui ka monitor kaitsva kasti sees, sest vormimise keskkond on väga tolmune, jahune ja õline. Sealsete arvutite operatsioonisüsteem on muudetud, arvutitel ei ole nii palju võimsust kui pakkimisetapis olevatel arvutitel, et nad ei toodaks kasti sees olles soojust. Seetõttu on sealne lahendus suhteliselt algeline ning mida rohkem soovitakse selle arvuti kaudu monitoril midagi kuvada seda rohkem peab keskkond olema ventileeritud. Tootmisetappides, kus toimub toodete pakkimine ei ole arvuti ega monitor kaitsva kasti sees, sest sealne keskkond on tunduvalt puhtam, lenduvat tolmu ja jahu on õhus vähem, mistõttu on seal kasutuses puutetundlikud monitorid ja võimsamad arvutid.

Finantsprotsesside ja -toimingute jaoks on ettevõttes kasutusel arvete haldamise programm. Programmi kaudu toimub arvete kinnitamine ja maksmine. Sissetulevad toormaterjalide arved, kas skaneeritakse, kui need on paberkujul või saadetakse otse arvete haldamise programmi, kui need on digitaalsed.

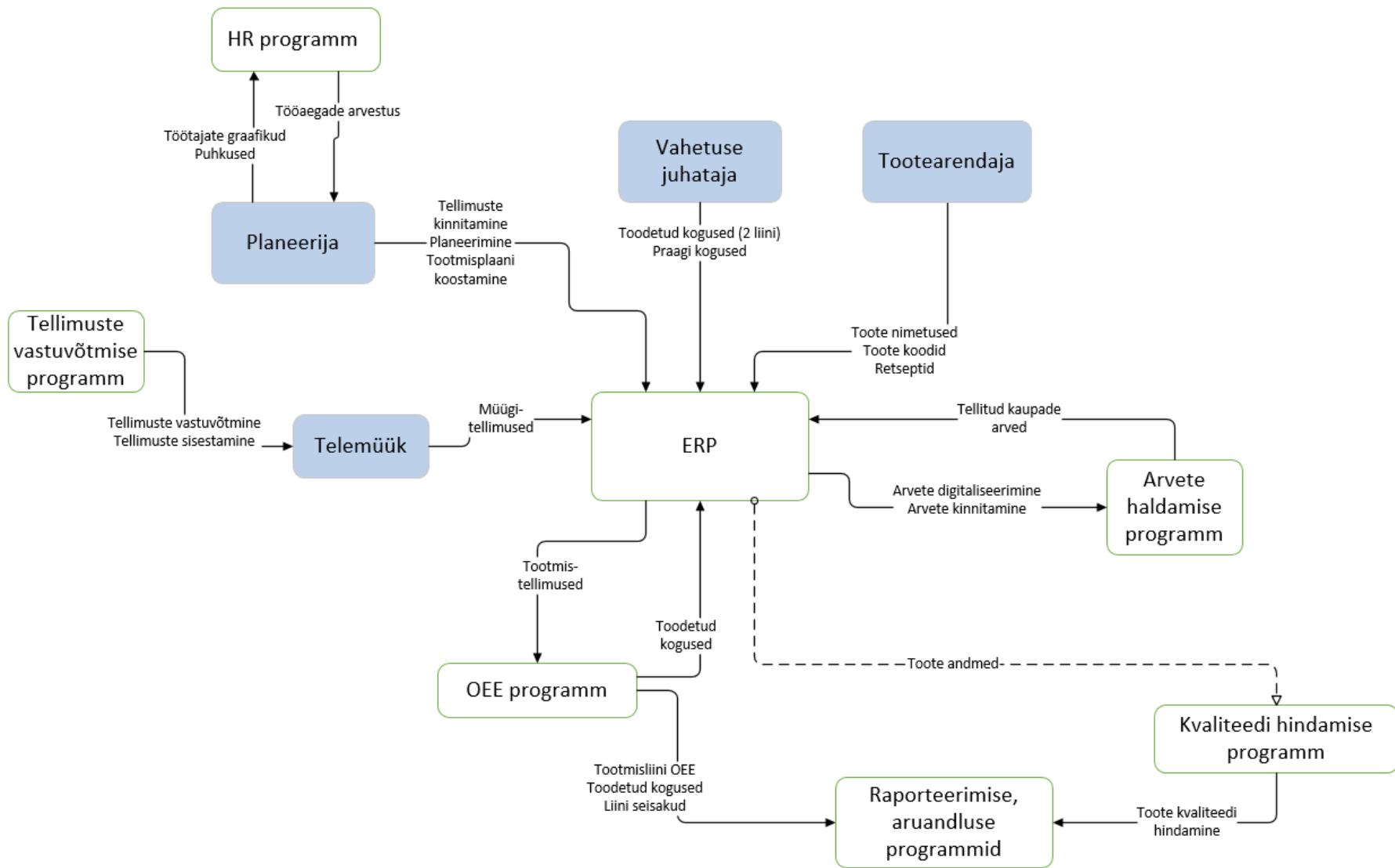
Töötajate tööaja planeerimine ja arvestamine toimub HR haldamise programmis. Programm võimaldab kompetentsipõhist tööjõu optimeerimist, töögraafikute koostamist ja jälgimist ning pakub automaatset graafikute koostamist. HR haldamise programm aitab koondada kokku kõik tootmise jaoks olulised töötajat puudutavad andmed.

Toodete kvaliteedi hindamine, mis toimub iganädalaselt, viiakse läbi spetsiaalselt toodete kvaliteedi hindamise jaoks väljatöötatud programmis. Iganädalaselt hindavad toodete kvaliteeti selle jaoks eraldi väljakoolitatud töötajad: kvaliteedijuht, tootmisjuht, tootearendaja, tehnoloog, müügiesindajad, turundusjuht. Igapäevaselt hindavad toote kvaliteeti tootmisetapi töötajad, kes kasutavad selleks tootmisetappides olevaid tahvelarvuteid.

Igapäevaste kui ka iganädalaste toote kvaliteedi hindamiste tulemusi on võimalik Raporteerimise ja aruandluse programmis kaudu näha ja koostada erineval tasemel raporteid: toote, tootmisliini või tehase põhiselt.

Tootmisest tuleneva info ja erinevad andmed koondavad endas kokku erinevad aruandluse ja analüüsi programmid, mis on joonisel nimetatud ühise nimetajaga kui Raporteerimise, aruandluse programmid.

Järgneval joonisel (Joonis 9) on autor visualiseerinud peamised tootmisega seotud infosüsteemid, programmid ja nende vahelised andmevood.



Joonis 9. Tootmise andmevoogu kujutav diagramm (autori koostatud)

5.11 Alternatiivsed lahendused

Käesolevas peatükis analüüsitakse võimalikke alternatiivseid lahendusi ning tuuakse välja mõningad näited programmide ja valmislahendustest, mida mujal tootmisettevõtetes tootmise ja kvaliteedi jälgimiseks kasutatakse.

Järgnevalt hindab autor mõningaid alternatiivseid lahendusi ja nendega seotud riske:

- Jätkata tootmise ja kvaliteedi kontrolli protsessiga hetkel kasutusel oleval viisil:
 - + arenduse aja ja kulude oluline kokkuhoid;
 - – probleemide lahenemine ei parene ning tootmisüksuse efektiivsus ei tõuse;
- Kasutada turul pakutavat valmis tarkvaralahendust, mis pakub tootmise ja kvaliteedi haldamist, jälgimist ning digitaalset raporteerimist tootmisüksuses:
 - + lai valmislahenduste valik turul;
 - – keerukas integratsioon ja etteootamatult suured kulud;
 - – kõrged litsentsitasud ja halduskulud;
 - – täpselt ettevõttele sobiva lahenduse puudumine, tootja ei tee spetsiifilisi modifikatsioone;
- Integreerida tootmisüksuses kasutusel olevaid programme ja infosüsteeme hetkel olemasoleva tootmise ja kvaliteedi kontrolli protsessiga:
 - + disaini-, arenduse aja ja kulude oluline kokkuhoid;
 - – etteteadmata ajaline ja rahaline kulu integratsioonile;
 - – olemasolevate infosüsteemide vanus ning uuenduste ja IT-toe puudumine;
- Ettevõttele spetsiaalselt väljatöötatud ja renditud tarkvaralahendus:

- + vastab kõikidele ettevõtte soovidele ja nõuetele;
- – kõrged arenduskulud ja pikk arendusaeg.

Kuna ettevõtte on otsustanud olemasolevat tootmise ja kvaliteedi kontrolli protsessi parendada. Muuta protsessi digitaalseks, automaatseks ja efektiivsemaks, siis esimene alternatiiv, mille puhul jätkatakse samamoodi, ei ole põhjendatud valik.

Teine alternatiiv on kasutada turul olemasolevat tarkvaralahendust. Turul on olemas suhteliselt suur ja lai valik erinevaid valmis tarkvaralahendusi, mis pakuvad ja võimaldavad tootmisettevõttele tootmise ja kvaliteedi jälgimist ning raporteerimist. Valmislahenduse puhul pakub tõenäoliselt tuge ja hooldust väline firma, mis tähendab, et ettevõtte kohalik IT-osakond ei ole ülesannetega koormatud. Samas võib olla keeruline leida täpset sobivat tarkvaralahendust, mis ettevõtte kõikidele tingimustele ja vajadustele vastaks. Tihti ei ole suured tootjad nõus tegema spetsiifilisi modifikatsioone või on nende juurde arendamine väga kallis. Kohati võivad selliste lahenduste integratsioonid ja kaasnevad kulud olla etteootamatult suured. Uuele tarkvarale üleminek on suur töö ning kaasnevad igakuised litsentsi- ja halduskulud, seoses suure kasutajate arvuga, võivad samuti väga kõrgeteks osutuda.

Näiteks kasutavad mitmed Eestis tegutsevad suured tootmisettevõtted nagu HKScan AS, Valio AS ja Tikkurila AS, tarkvara Evocon. Evocon pakub ettevõttele OEE (*Overall Equipment Effectiveness*) mõõtmise lahendust ning selle kuvamist reaalajas tootmises olevatel monitoridel [30].

Teine peamine tarkvara, mida teised suuremad Eesti tootmisettevõtted, näiteks Balbiino AS, Wendre AS, Ruukki Products AS, kasutavad on GlobalReader. Ettevõtte pakub tarkvara lahendust, mis võimaldab tootmise jälgimist reaalajas ning hiljem analüüsida olemasolevaid plaane ja neid täiustada. GlobalReader kogub tootmise kohta andmeid ning annab selge pildi, miks tegelik tootlikkus planeeritud tootmisplaanist erineb [31].

Kolmas alternatiiv oleks püüda integreerida tootmisüksuses hetkel kasutuses olevaid programme ja infosüsteeme olemasoleva tootmise ja kvaliteedi kontrolli protsessiga. Ettevõtte säästaks olemasolevate lahenduste ja liidestuste taaskasutamisest, ent uute integratsioonide ning modifikatsioonide rahaline ja ajaline kulu on etteteadmata. Kohati

on riskiks juba ettevõttes olemasolevad infosüsteemid ja programmid, mis on vanad ning millele tootjad ei paku enam tarkvaralisi uuendusi ega tuge.

Ettevõtte jaoks spetsiaalselt väljatöötatud ja arendatud tarkvaralahenduse puhul oleks ettevõtte oma soovides ja valikutes vaba. Võimalus on kujundada infosüsteem, mis vastab täpselt ettevõtte soovidele, nõudmistele ja vajadustele. Sellise arendusvaliku puhul on suureks miinuseks kõrged arenduskulud ning arendusele kuluv pikk aeg.

Käesoleva töö raames pakub autor kavandit kujundatavast uuest protsessist ning selle infotehnoloogilisest arhitektuurist.

6 Süsteemianalüüs ja kavandatav lahendus

Käesoleva magistritöö eesmärgist, skoobist ja huvitatud osapooltega läbiviidud küsitluste tulemustest tulenevalt, lähtutakse kavandatava lahenduse nõuete kirjeldamisel peamiselt funktsionaalsetest ja mittefunktsionaalsetest nõuetest. Detailsemad nõuded ning kujundus tuleb määratleda edasise arendustegevuse käigus.

Järgnevates alapeatükkides antakse ülevaade ja koostatakse vastava kavandatava tootmise ja kvaliteedi kontrolli protsessi kasutusmallide analüüs, kasutusmallide diagramm, kavandatava lahenduse protsessi joonis, komponentdiagramm ja riskianalüüs.

6.1 Kasutusmallide analüüs

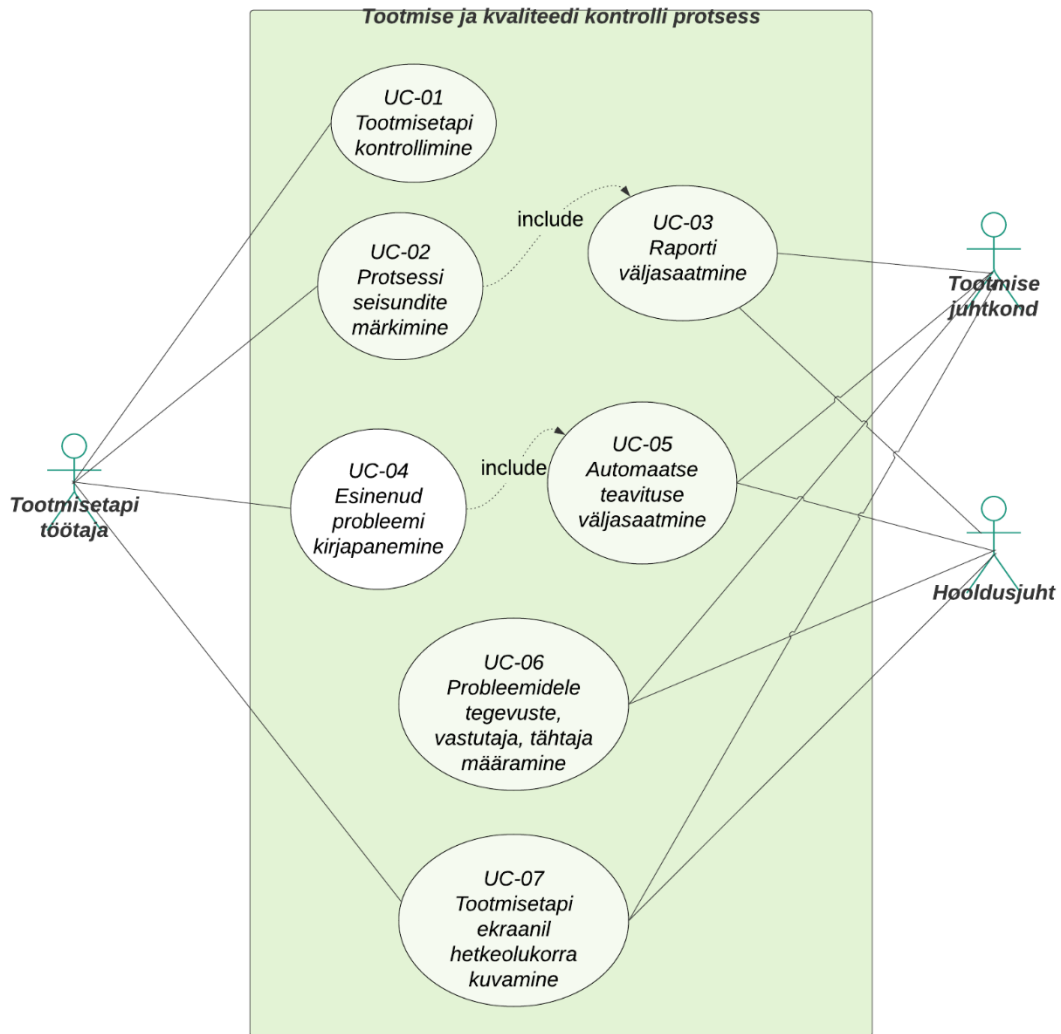
Antud alapeatükis toob autor välja süsteemianalüüsi tulemused, mis on esitatud peamiste kasutusmallidena, *UML* kasutusmallide diagrammina (*Use Case Diagram*).

Kasutusmallide diagrammil (Joonis 10) on kujutatud järgmised rollid:

- Tootmisetapi töötaja – isik, kes peamiselt kasutab loodavat lahendust, teostab tootmisetapis tootmisliini kontrolli, märgib kontrollitavaid protsessi seisundeid, paneb kirja tootmisetapis esinevaid probleeme;
- Tootmise juhtkond – isikud, kelleks on tootmisjuht, kvaliteedijuht, tehnoloog, töökeskkonnajuht, kes vastutab tootmisüksuse tootmise efektiivsuse, toodete kvaliteedi, töö- ja toiduohutuse eest ning vajavad ülevaadet tootmisüksuse tootmisetappide seisukorrast ning esinevatest probleemidest.
- Hooldusjuht – isik, kes vastutab tootmisüksuses tootmisliinide tehnilise korrashoiu ja hoolduse eest. Soovib saada informatsiooni tootmisüksuse tootmisliinide seisukorrast ning esinevatest probleemidest.

Järgneval kasutusmallide diagrammil (Joonis 10) on kujutatud peamised kavandatava tootmise ja kvaliteedi kontrolli protsessi toimimiseks vajalikud tegevused, milleks on tootmisetapi kontrollimine, protsessi seisundite märkimine, esinenud probleemi

kirjapanemine, raporti väljasaatmine, automaatse teavituse väljasaatmine, probleemidele tegevuste, vastutajate ja tähtaja määramine ja tootmisetapi ekraanil hetkeolukorra kuvamine.



Joonis 10. Kasutusmallide diagramm (autori koostatud)

Ülevaade ning täpsemad kasutusmallide kirjeldused, koos aktorite, põhivoogude, alternatiivsete voogude, eel- ja järeltingimustega on toodud käesoleva magistritöö lisan (Lisa 3).

6.2 Kavandatava lahenduse protsessi joonis

Käesolevas peatükis on autor koostanud tootmise ja kvaliteedi kontrolli *TO-BE* protsessi joonise, kasutades BPMN (*Business Process Model and Notation*) notatsiooni.

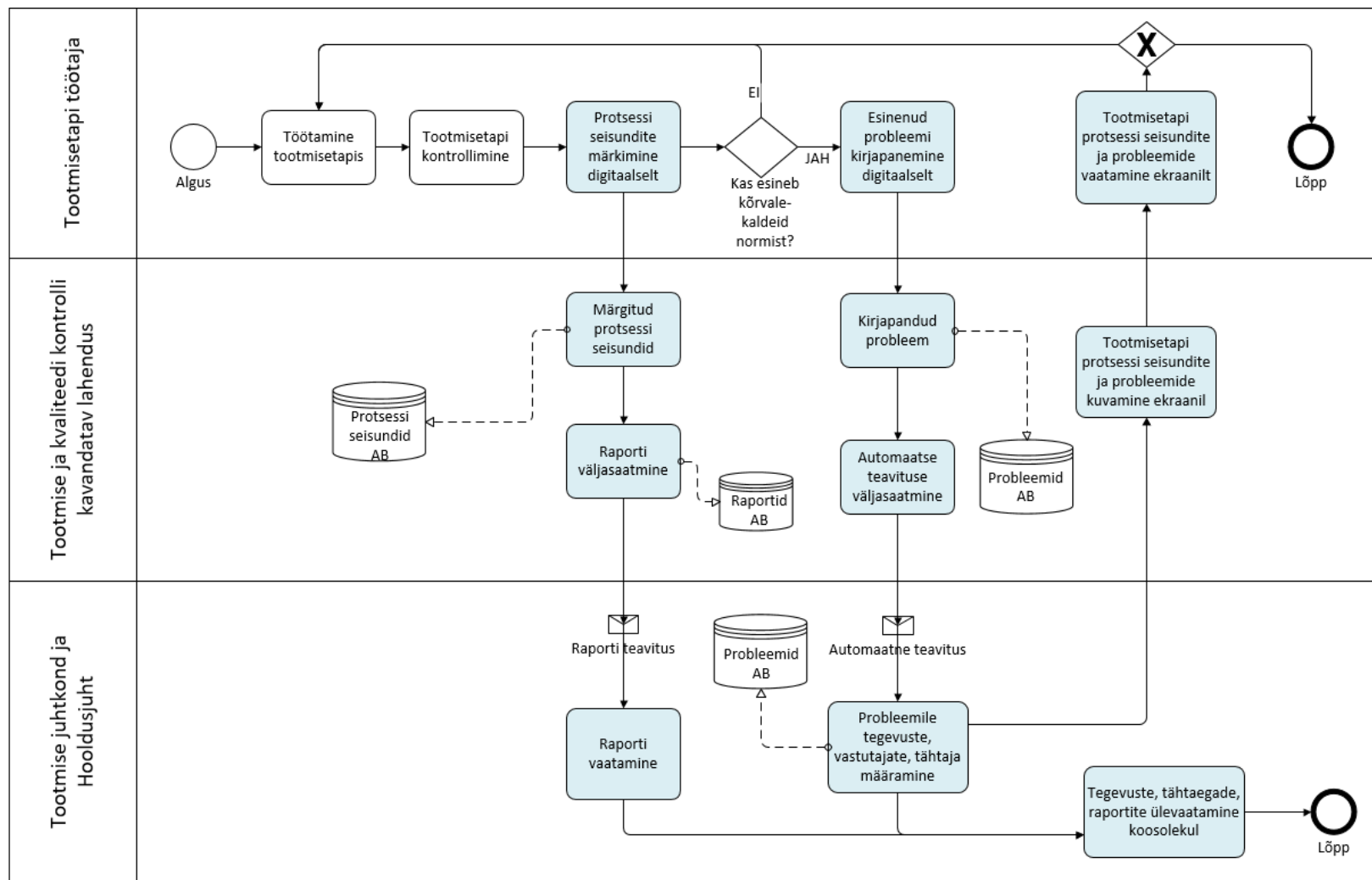
Tootmisetapi töötaja alustab tööd vahetuse alguses ning töötamise jooksul teostab tootmisetapi kontrolli. Protsessi seisundite märkimist ei teosta töötaja enam paberile, vaid märgib neid tootmisetapis digitaalselt, seda võib ta teha arvutis või tahvelarvutis. Millises rakenduses, infosüsteemi või keskkonnas protsessi seisundite märkimine ja probleemide kirjapanemine toimub, on edasise projekti ja arenduste käigus otsustav.

Kavandatavas tootmise ja kvaliteedi kontrolli lahenduses toimub protsessi seisundite ja kirjapandud probleemide käsitlemine ja salvestamine vastavatesse andmebaasidesse. Märgitud protsessi seisundite kohta saadetakse määratud isikutele koostatud raportid. Raportid võivad olla päeva, nädala või kuu lõikes ning tootmisliini või terve tootmisüksuse tasemel. Kirjapandud probleemide kohta saadetakse välja automaatsed teavitused samuti eelnevalt määratud isikutele, kes seejärel saavad digitaalses keskkonnas probleemidele määrata tegevused, vastutajad ja tähtajad.

Probleemidele määratud tegevuste, vastutajate ja tähtaegade ning märgitud protsessi seisundite raportite ülevaatamine toimub vastavatel koosolekutel, millises vormis koosolekud toimuvad on tootmise juhtkonna otsustada, aga tänu informatsiooni digitaalsele kättesaadavusele on võimalus viia läbi digitaalseid veebikoosolekuid.

Tootmisetappides märkitud protsessi seisundeid, kirjapandud probleeme ning lahendatud ja lahendamata probleemide arvu kuvatakse tootmisetappides olevatel digitaalsetel ekraanidel. Lisaks kuvatakse seal ka tootmisliini tootmisplaanis püsimine või maha jäämine, OEE ja toote kvaliteedi hindamise tulemused. Töötajatel on võimalik näha tootmisetapi hetke olukorda ning vastavaid protsessi seisundeid digitaalselt ekraanilt.

Tootmise ja kvaliteedi kontrolli *TO-BE* protsess on toodud järgneval joonisel (Joonis 11). Joonisel on autor helesinisega märgistanud uued ja muutuvad protsessietapid.



Joonis 11. Tootmise ja kvaliteedi kontrolli TO-BE protsessi joonis (autori koostatud)

6.3 Kavandatava lahenduse arhitektuur

Käesolevas magistritöös vaadeldakse lahenduse arhitektuuri visiooni tasemel, et tekiks ülevaade, millistest komponentidest kavandatav tootmise ja kvaliteedi kontrolli protsess koosneb. Autor leiab, et arhitektuuri kujutamiseks sobib kõige paremini komponentdiagramm, mis annab üldise ülevaate komponentidest, mis protsessis osalevad.

6.3.1 Kavandatava lahenduse komponentdiagramm

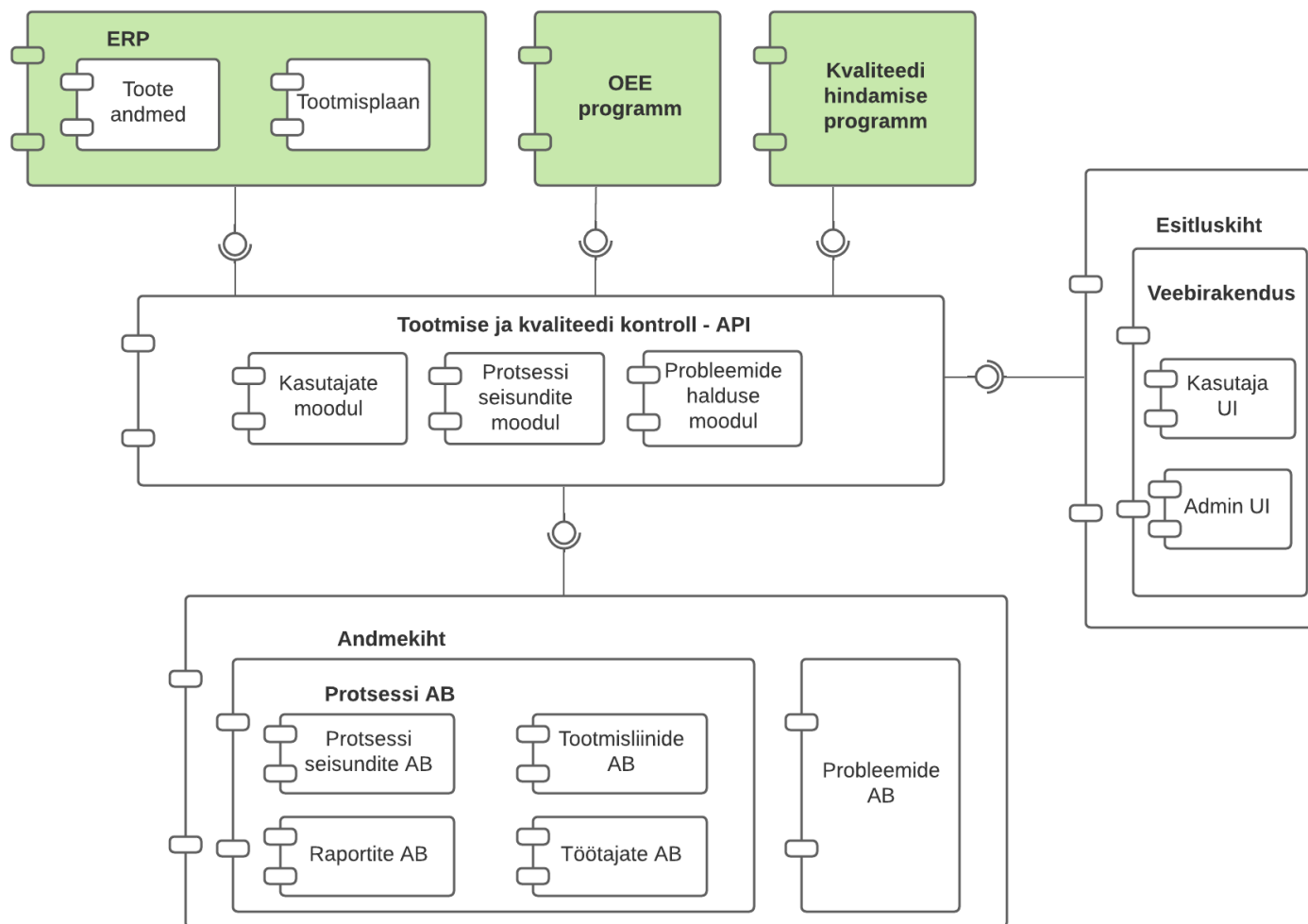
Kavandatava lahenduse komponentdiagramm on toodud järgneval joonisel (Joonis 12), mille koostamisel on autor arvesse võtnud ärianalüüsi peatükis kirjeldatud ärinõudeid ja -reegleid ning kavandatava lahenduse funktsionaalseid ja mittefunktsionaalseid nõudeid.

Kavandatavasse lahendusse jäävad ettevõttes olemasolevad infosüsteemid ja programmid, mis on omavahel uue loodava esitlus- ja andmekihiga liidestatud API (*Application Program Interface*) abil.

Tootmise ERP programmist liiguvad toodete andmed ning koostatud tootmisplaan läbi API vastavatesse moodulitesse. OEE (*Overall Equipment Effectiveness*) programm edastab tootmisliinil toodetud tükide arvu ning liiniseisakute ajad. Kvaliteedi hindamise programmi kaudu teostavad töötajad toodete kvaliteedi hindamist. OEE programmi andmed ning kvaliteedi hindamiste tulemused liiguvad samuti läbi API vastavatesse moodulitesse.

Seejärel kuvatakse läbi esitluskihi veebirakenduse tootmisetapis olevatel ekraanidel tootmisliini OEE, tootmisplaanis püsimine või maha jäämine ning toote kvaliteedi hindamise tulemused. Lisaks eelnimetatule, kuvatakse tootmisetapi ekraanidel protsessi seisundid, kirjapandud ja lahendatud probleemide arv.

Andmekihis on protsessi andmebaas, kuhu salvestatakse märgitud protsessi seisundid, koostatud ja väljasaadetavad raportid, töötajate ja tootmisliinide andmed. Probleemide andmebaasi salvestatakse väljasaadetud probleemide teavitused, kirjapandud probleemid, nende lahendused, tegevused, määratud vastutajad ja tähtjad.



Joonis 12. Kavandatava lahenduse komponentdiagramm (autori koostatud)

6.4 Funktsionaalsed nõuded

Käesolevas peatükis tuuakse välja protsessi peamised aktorid ja nendega seotud kasutajalood. Kokku on kirja pandud 21 funktsionaalset nõuet (Tabel 4), mis on kategoriseeritud aktorite järgi ning prioritseeritud MoSCoW meetodi alusel.

Protsessi aktorid:

- Tootmisetapi töötaja;
- Tootmise juhtkonna liige (tootmisjuht, kvaliteedijuht, töökeskkonnajuht, tehnoloog, vahetuse juhataja);
- Hooldusjuht.

Tabel 4. Kavandatava lahenduse funktsionaalsed nõuded (autori koostatud)

ID	Kirjeldus	Prioriteet
Tootmise juhtkonna liige		
FN-1	Mina tootmise juhtkonna liikmena soovin saada pidevat ülevaadet tootmisüksuse tootmisetappidest, et olla kursis tootmisüksuses toimuvaga.	M
FN-2	Mina tootmise juhtkonna liikmena soovin, et tootmisetapi protsessi seisundeid registreeritakse digitaalselt, et et olla teadlik ja saada ülevaade töötajate poolt teostatud kontrollidest ja nende märkimistest.	M
FN-3	Mina tootmise juhtkonna liikmena soovin, et tootmisetapis registreeritud probleemide kohta tuleksid automaatsed ja digitaalsed teavitused, et saada pidev ülevaade probleemide kohta.	M
FN-4	Mina tootmise juhtkonna liikmena soovin, et oleks näha registreeritud, lahendamata ja lahendatud probleemide arv, et saada ülevaade ja teada, kui palju on veel lahendamata probleeme ning kas need mõjutavad tootmise efektiivsust.	M
FN-5	Mina tootmise juhtkonna liikmena soovin, et tootmisetapis registreeritud probleemide kohta tuleksid automaatsed ja digitaalsed teavitused, et vajadusel eskaleerida probleem järgmisele tasemele.	M

ID	Kirjeldus	Prioriteet
FN-6	Mina tootmise juhtkonna liikmena soovin, et tootmisetapis registreeritud probleemide kohta tuleksid automaatsed ja digitaalsed teavitused, et tootmisliini peatamise tõttu edastada kohene informatsioon järgmistele osakondadele, kui tooteid ei ole võimalik toota.	M
FN-7	Mina tootmise juhtkonna liikmena soovin, et tootmisetapi töötajatel on eraldi kasutajad, et oleks võimalik näha töötajate põhiselt, kes on sisestatud probleemid ja registreerinud protsessi seisundeid.	M
FN-8	Mina tootmise juhtkonna liikmena soovin, et sisestatud probleemidele saab valida koheselt valdkonna, millega see seotud on, et olla rohkem teadlik, mis tüüpi probleemiga on tegu.	M
FN-9	Mina tootmise juhtkonna liikmena soovin näha tootmisliini põhiselt tootmisplaanis püsimist, et saada teada, kas tootmisliin töötab ettenähtud plaanile.	M
FN-10	Mina tootmise juhtkonna liikmena soovin näha registreeritud põhjuseid, kui tootmisliin ei tööta vastavalt ettenähtud tootmisplaanile, et võimalusel kõrvaldada põhjused, mis seda tekitavad.	S
FN-11	Mina tootmise juhtkonna liikmena soovin, et tootmisetapi töötajad registreeriks kõik tootmisetapis teostatavad kontrollid digitaalselt, et vähendada korduvaid tegevusi ja paberit tootmiskeskonnas.	M
FN-12	Mina tootmise juhtkonna liikmena soovin, et tootmisetapis kuvatakse tootmisliini hetkeolukord digitaalselt ekraanil, et näha tootmisliini hetkeolukorda, kui olla selle juures.	M
Tootmisetapi töötaja		
FN-13	Mina tootmisetapi töötajana soovin kirja panna tootmisetapis esinevaid probleeme, et tootmise juhtkond ja tehnika osakond oleksid nendest teadlikud ja saaksid neid lahendada.	M
FN-14	Mina tootmisetapi töötajana soovin registreerida tootmisetapi protsessi seisundeid digitaalselt, et vähendada paberite kogust tootmiskeskonnas.	M
FN-15	Mina tootmisetapi töötajana soovin valida programmist enda nime, et oleks teada, mis töötaja on protsessi seisuneid ja probleeme kirja pannud.	S

ID	Kirjeldus	Prioriteet
FN-16	Mina tootmisetapi töötajana soovin registreerida tootmisetapi protsessi seisundeid ühes kohas, et ei peaks tegema korduvaid tegevusi.	M
Hooldusjuht		
FN-17	Mina hooldusjuhina soovin, et tootmisetapis registreeritud probleemide kohta tuleksid automaatsed ja digitaalsed teavitused, et olla koheselt probleemidest teadlik ja hakata neile kiirelt lahendusi leidma.	M
FN-18	Mina hooldusjuhina soovin, et oleks näha registreeritud, lahendamata ja lahendatud probleemide arv, et saada ülevaade ja teada, kui palju on veel lahendamata probleeme ning neid prioritseerida tegevusjärjekorda.	M
FN-19	Mina hooldusjuhina soovin saada koheselt teada registreeritud probleemidest, et olla teadlik tootmisliini seisukorrast ning planeerida vastavaid ennetavaid hooldustegevusi liinile.	S
FN-20	Mina hooldusjuhina soovin registreeritud probleemile saaks määrata süsteemis vastutaja, tähtaja ja tegevuse, kuidas registreeritud probleemi lahendatakse.	S
FN-21	Mina hooldusjuhina soovin, et tehnika osakonna töötajad saavad kavandatavas lahenduses tootmisetapis märkida iseseisvalt probleemi lahendamise eest vastutava isiku ning sisestada kirja panna tegevuse, mille nad koheselt on teinud, et omada selgemat ülevaadet oma alluvate sooritatud tööülesannetest.	S

6.5 Mittefunktsionaalsed nõuded

Käesolevas peatükis tuuakse välja peamised uuele tootmise ja kvaliteedi kontrolli protsessile esitatavad mittefunktsionaalsed nõuded (Tabel 5), mis on MoSCoW meetodi alusel prioritseeritud.

Nõuded on grupeeritud järgnevalt:

- Kasutatavus;
- Töökindlus;

- Toimivus (jõudlus);
- Toetatavus (tugi, ülalpidamine);
- „+“ (*Other*).

Tabel 5. Kavandatava lahenduse mittefunktsionaalsed nõuded (autori koostatud)

ID	Kirjeldus	Prioriteet
Kasutatavus (<i>Usability</i>)		
MFU-1	Protsessi ja programmi kasutamise kohta tuleb koostada dokumentatsioon, mis võimaldab kiiret ja arusaadavat ülevaadet seadistuste kohta.	S
MFU-2	Protsess ja programm peab olema kasutajale arusaadav ja küllaltki lihtne kasutada. Võimaldab kasutada programmi efektiivselt ning tagada rahulolu.	M
Töökindlus (<i>Reliability</i>)		
MFR-1	Protsessile (süsteemile) tuleb luua kasutajaõiguste süsteem, mis võimaldab eristada, milline kasutaja, millisele süsteemiga seotud infole ligi pääseb.	S
MFR-2	Andmete varundamine peab toimuma vähemalt kord ühe ööpäeva jooksul. Registreeritud protsessi seisundid ja probleemid peavad olema varundatud 1-päevase intervalliga.	M
MFR-3	Protsessi (süsteemi) andmete taastamine peab toimuma 24h jooksul. Süsteemi registreeritakse protsessi seisundid, mis tagavad toote- ja toiduohutuse ning probleemid, millest teada saamine ja lahendamine võivad olla tootmise jaoks kriitilise tähtsusega.	M
MFR-4	Protsessi (süsteemi) registreeritud, kirja pandud probleemi ja protsessi seisundid peavad olema kättesaadavad kuni 1 aasta pärast registreerimist.	M
Toimivus (jõudlus) (<i>Performance</i>)		
MFP-1	Programm peab saama töödelda vähemalt 1000 sõnumit tunnis API liidestuseks.	M

ID	Kirjeldus	Prioriteet
MFP-2	Protsessi seisundite ja probleemide sisestamiseks/märkimiseks ning salvestamiseks kuluv aeg ei tohi olla pikem kui 15 sekundit.	M
MFP-3	Protsessi seisundite ja kirjapandud probleemide hoiustamiseks peab süsteem suutma salvestada vähemalt 20 sõnumit sekundis.	M
Toetatavus (tugi, ülalpidamine) (Supportability)		
MFS-1	Programmil (süsteemil) peab olema hooldusjuhend. Peab võimaldama teha hooldusega seotud tegevusi plaanipäraselt.	S
MFS-2	Programmi hooldus võib igakuiselt võtta aega kuni 1h (aeg, millal programm ei tööta) tööajast, sest programm on tootmise jaoks väga oluline ning tähtis ning täpsed hoolduse kellaajad peavad olema varasemalt kokkulepitud.	M
+ (Other)		
MFO-1	Kavandatav lahendus peab värviskeemide ja stiili kohaselt vastama Lantmännen Grupi värvidele.	S
MFO-2	Fondi suurus ja kirjastiil peavad olema selgelt loetavad ja piisava suurusega, et süsteemis olevaid sõnu lugeda.	M
MFO-3	Kavandatava lahenduse disain ja kasutajaliides peab olema kasutaja jaoks intuitiivne, et oleks kasutaja jaoks võimalikult arusaadav ja lihtne kasutada.	M

6.6 Kavandatava lahenduse riskianalüüs

Käesoleva peatükis koostab autor kavandatava tootmise ja kvaliteedi kontrolli lahenduse riskianalüüsi, et hinnata uue lahendusega seotud riske.

Riskianalüüsi puhul on määratletud on riski ID, riski kirjeldus, määratud riski mõju ning esinemise tõenäosus.

Seejärel on pandud kirja ennetavad tegevused, kuidas riski leevendada ning isikud, kes nende tegevuste eest vastutavad.

Riski mõju (kui tõsine on riski mõju) hindamine toimub vahemikus 1-4 järgnevate kirjelduste alusel:

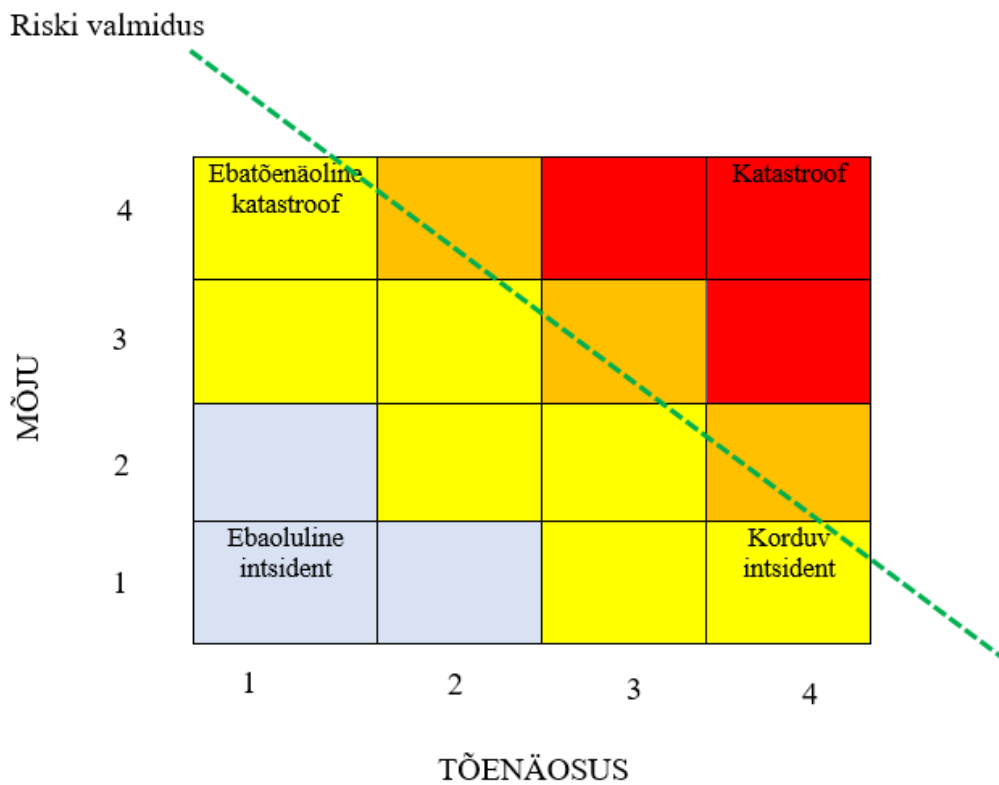
- 1 – madal, märgatav, kuid vähene mõju tegevusele, madalad kulud;
- 2 – keskmine, märkimisväärne mõju tegevusele, mõningad kulud;
- 3 – kõrge, tõsine mõju tegevusele, väga kahjulik, äärmiselt kulukas, kuid üle elatav;
- 4 – väga kõrge, täielik mõju tegevusele, äärmiselt kahjulik, väga kulukas ning ei ole üle elatav.

Riski tõenäosuse (kui tõenäoline on riski esinemine) toimub samuti vahemikus 1-4 järgnevalt:

- 1 – vähe tõenäoline;
- 2 – võimalik;
- 3 – tõenäoline;
- 4 – väga tõenäoline.

Mõju ja Tõenäosuse korrutis kokku annab Riski klassi, mis on vahemikus 1-16.

Vastavat Riski klassi tulemust hinnatakse järgneva joonise (Joonis 13) järgi. Kus on diagonaalis üle tabeli toodud joon, mis näitab ettevõtte riski valmidust. Risk, millel on suur mõju ettevõtte äri eesmärkidele ja kõrge toimumise tõenäosus ehk riski klass ületab ettevõtte riski valmidust, tuleb seada prioriteediks ning sellega tuleb tegeleda esimesel võimalusel.



Joonis 13. Riski klassi hindamine (autori koostatud)

Kavandatava tootmise ja kvaliteedi kontrolli protsessi riskianalüüs on toodud järgnevas tabelis (Tabel 6).

Tabel 6. Kavandatava lahenduse riskianalüüs (autori koostatud)

Riski ID	Kirjeldus	Mõju	Tõenäosus	Riski klass	Ennetav tegevus	Vastutaja
RSK-1	Kavandatava lahenduse väljatöötamine ja arendamine võib osutada väga kulukaks rahaliselt	3	3	9	Korrektne ning realistlik kavandatava lahenduse projekti eelarve	Projektijuht, Arendusjuht
RSK-2	Kavandatava lahenduse implementeerimine võtab planeeritust kauem aega	2	3	6	Realistlik, korralikult läbimõeldud ning puhvritega varustatud projektiplaan, mis võtab arvesse ootamatuid olukordi	Projektijuht, Arendusjuht
RSK-3	Tootmise juhtkonnal ja arendajatel on erinev arusaam kavandatavast lahendusest ja selle funktsionaalsustest	1	3	3	Selgelt paika pandud ja määratletud kavandatava lahenduse nõuded, skoop ja kirjeldused	Tootmise juhtkond, Arendusjuht
RSK-4	Kavandatud lahendus ei ole tootmisetapi töötajate jaoks piisavalt lihtne kasutada ning vanemad töötajad ei ole suutelised seda selgeks õppima	1	3	3	Arusaadav, eesti ja vene keeles koostatud kavandatava lahenduse kasutusjuhend ja koolitused kasutajatele	Tootmise juhtkond, Arendaja
RSK-5	Kavandatava lahenduse funktsionaalsused ei ole piisavad, et tootmise probleeme paremini hallata ja efektiivsemalt lahendada	2	2	4	Läbimõeldud ning planeeritud nõuded; kõikide osapoolte kaasamine kavandatava lahenduse nõuete planeerimisele	Projektijuht, Arendusjuht

Riski ID	Kirjeldus	Mõju	Tõenäosus	Riski klass	Ennetav tegevus	Vastutaja
RSK-6	Kavandatava lahenduse tõttu saab info ja kirjapandud probleemide voog olema väga suur ning seda ei jõua tootmise juhtkond ega hooldusjuht hallata	2	4	8	Kindel, paika pandud ning kategoriseeritud probleemide lahendamise ajakava – kui kiiresti, peab milline probleem saama lahendatud	Tootmise juhtkond, Hooldusjuht

7 Tulemused ja edasine töö

Käesolevas peatükis ja järgnevas alapeatükis võetakse kokku magistritöö tulemused, tuuakse välja nende edasise kasutamise võimalused ning edasine töö.

7.1 Tulemused

Käesoleva magistritöö peamiseks probleemiks on see, et ettevõttes olemasolev tootmise ja kvaliteedi protsess on töötajate jaoks aeganõudev, tootmisetappides olevaid tahvleid tuleb täita käsitsi, esineb korduvaid tegevusi, informatsiooni liikumine ja jõudmine tootmise juhtkonnani on pärsitud, sest märgitud protsessi seisundite ja esinenud probleemide teadasaamiseks tuleb füüsiliselt tahvlite juurde minna.

Sellest tulenevalt oli magistritöö eesmärgiks olemasoleva tootmise ja kvaliteedi kontrolli protsessi analüüs ning uue tehnoloogilise ja arhitektuurilise kavandi väljatöötamine.

Teostatud ärianalüüsi käigus ning tulenevalt küsitlusest huvitatud osapooltega selgus, et olemasolev tootmise ja kvaliteedi kontrolli protsess vajab parendamist ning ei vasta soovitud nõuetele. Töö käigus sai välja toodud, milliseid võimekusi käsitletav ettevõtte vajab ning milline uuel tehnoloogilisel ja arhitektuurilisel tasemel protsess on vaja arendada ning luua. Samuti analüüsis autor ettevõttes olemasolevaid infosüsteeme ja programme ning alternatiivseid lahendusi.

Süsteemianalüüsi käigus koostati kasutusmallide diagramm, koos kasutusmallide kirjeldustega, koostati soovitava protsessi joonis ning kavandatava lahenduse arhitektuurilise ülevaate saamiseks koostati komponentdiagramm. Kirjeldati ära funktsionaalsed ja mittefunktsionaalsed nõuded ning koostati riskianalüüs.

Vastava koostatud uue arhitektuurilise vaate, parenenud protsessi ning infovahetuse tulemusel on käsitletavas ettevõttes probleemide lahendamine tõhusam, mille tulemusena lahendamata probleemide arv väheneb 40%. Lahendatud probleemid tagavad tootmisliinide parema tehnilise seisukorra, mistõttu väheneb planeerimata liiniseisakute

aeg 40% ning väheneb üleüldine praagi kogus. See omakorda võimaldab toota rohkem tooteid, mille tulemusel tõuseb tootmise efektiivsus hinnanguliselt 10%. Lisaks vähenevad töötajate poolt teostatavad korduvad tegevused 30%.

7.2 Edasine töö

Magistritöö tulemus on oluliseks ja vajalikuks sisendiks ettevõtte tootmise ja kvaliteedi kontrolli protsessi parendamise projekti algatamiseks. Edasise projekti ja töö käigus, tuleb täpsemalt määratleda ning otsustada, millised on vastavad tehnilised ja tarkvaralised lahendused, kuidas magistritöö autori poolt koostatud arhitektuurilist vaadet ellu viia.

Kuigi töö raames koostati äri- ja süsteemianalüüs konkreetse ettevõtte olemasolevate infosüsteemide ja protsesside kohta ning keskenduti uue tehnoloogilise ja arhitektuurilise kavandi koostamisele, saab seda kohendada ja rakendada Lantmännen Grupi teistes värskes leiva- ja saia ärivaldkonda kuuluvates tootmisüksustes, nii Lätis, Leedus kui ka Soomes.

8 Kokkuvõte

Käesoleva magistritöö eesmärgiks oli läbi viia olemasolevate protsesside ja keskkonna analüüs, mille tulemusel paraneb ning valmib uuel tehnoloogilisel ja arhitektuurilisel tasemel tootmise ja kvaliteedi kontrolli protsess.

Töö eesmärgi saavutamiseks teostati järgnevad tegevused:

- Ärianalüüs, mille käigus kirjeldati olemasolevat tootmise ja kvaliteedi kontrolli protsessi ettevõttes;
- Analüüsiti ettevõtte olemasolevat strateegiat ja tootmise väärtusvoogu ning kaardistati olemasolevad põhi- ja tugivõimekused;
- Kaardistati ja kirjeldati ettevõttes olemasolevad infosüsteemid;
- Viidi läbi huvitatud osapoolte analüüs ning küsitlus huvitatud osapooltega, et välja selgitada olemasoleva tootmise ja kvaliteedi kontrolli protsessi kitsaskohad;
- Koostati kasutusmallide diagramm ja kasutusmallide kirjeldused;
- Koostati ja prioritseeriti funktsionaalsed ja mittefunktsionaalsed nõuded;
- Koostati ja kirjeldati tootmise ja kvaliteedi kontrolli *TO-BE* protsessi joonis;
- Loodi lahenduse arhitektuuriline kavand.

Töö eesmärk sai täidetud ning selle peamiseks tulemusteks on:

- Määratletud tootmise ja kvaliteedi kontrolli protsessi võimekused, mis vajavad parendamist;
- Olemasoleva tootmise ja kvaliteedi kontrolli protsessi uus tehnoloogiline ja arhitektuuriline kavand;
- Korduvate tegevuste vähenemine töötajate jaoks 30%;

- Digitaalne, automaatne ja järjepidev info edastamine;
- Probleemide tõhusam lahendamine, lahendamata probleemide arv väheneb 40% võrra;
- Tõhusam probleemide lahendamine tagab liiniseisakute aja vähenemise 40% võrra;
- Tootmise efektiivsuse tõus 10% võrra.

Magistritöö tulemus on oluliseks ja vajalikuks sisendiks ettevõtte tootmise ja kvaliteedi kontrolli protsessi parendamise projekti algatamiseks, arendustegevuste planeerimiseks ja läbirääkimisteks võimalike koostööpartneritega.

Kasutatud kirjandus

- [1] J. Jayaram, A. Das ja M. Nicolae, „Looking beyond the obvious: Unraveling the Toyota production system,“ *International Journal of Production Economics*, kd. 128, nr 1, pp. 280-291, 2010.
- [2] T. Melton, „The Benefits of Lean Manufacturing,“ *Chemical engineering research & design*, kd. 83, pp. 662-673, 2005.
- [3] M. Poppendieck, *Principles of Lean Thinking*, Poppendieck LLC, 2002.
- [4] K. St. Kousouris ja G. J. Besseris, „Quality improvement through automation of product design process in a manufacturing organization,“ *International Journal for Quality Research*, kd. 6, nr 1, pp. 63-70, 2012.
- [5] P. Carlborg, D. Kindström ja C. Kowalkowski, „A lean approach for service productivity improvements: synergy or oxymoron,“ *Managing Service Quality: An International Journal*, kd. 23, nr 4, pp. 291-304, 2013.
- [6] R. Sundara, A. Balajib ja R. Satheesh Kumar, „A Review on Lean Manufacturing Implementation Techniques,“ *Procedia Engineering*, kd. 97, pp. 1875-1885, 2014.
- [7] D. T. Jones, P. Hines ja N. Rich, „Lean Logistics,“ *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, kd. 27, nr 3/4, pp. 153-173, 1997.
- [8] P. Hines, M. Holweg ja N. Rich, „Learning to Evolve: A Review of Contemporary Lean Thinking,“ *International Journal of Operations & Production Management*, kd. 24, nr 10, pp. 994-1011, 2004.
- [9] M. Mohaghegh ja A. Furlan, „Systematic problem-solving and its antecedents: a synthesis of the literature,“ *Management Research Review*, kd. 43, nr 9, pp. 1033-1062, 2020.
- [10] P. Marksberry, J. Bustle ja J. Clevinger, „Problem solving for managers: a mathematical investigation of Toyota's 8-step process,“ *Journal of Manufacturing Technology Management*, kd. 22, nr 7, pp. 837-853, 2011.
- [11] P. Gangidi, „A systematic approach to root cause analysis using 3x 5 why's technique,“ *International Journal of Lean Six Sigma*, kd. 10, nr 1, pp. 295-310, 2019.
- [12] U. Murugaiah, „Scrap loss reduction using the 5-whys analysis,“ *International Journal of Quality & Reliability Management*, kd. 27, nr 5, pp. 527-540, 2010.
- [13] D. Leffingwell, *Agile Software Requirements: lean requirements practices for teams, programs, and the enterprise*, Pearson Education, 2011.
- [14] C. Rossignoli, F. Virili ja S. Za, *Digital Technology and Organizational Change: Reshaping Technology, People, and Organizations Towards a Global Society*, Springer International Publishing AG, 2017.
- [15] D. Verma ja H. Shukla, „Analysis of Software Product Quality Models,“ *International Journal of Emerging Technologies in Computational*, 2016.

- [16] D. Jamwal, „Analysis of Software Quality Models for Organizations,“ *International Journal of Latest Trends in Computing*, kd. 1, nr 2, 2010.
- [17] „What is FUPRS+?,“ [Võrgumaterjal]. Available: <https://tinyurl.com/7yj2uy2m>. [Kasutatud 20. 04. 2021].
- [18] International Institute of Business Analysis, BABOK. A Guide to the business analysis body of knowledge. V3, 2015.
- [19] S. Hatton, „Choosing the Right Prioritisation Method,“ %1 *19th Australian Conference on Software Engineering*, Perth, WA, Australia, 2008.
- [20] J. S. Valacich ja J. F. George, *Modern System Analysis and Design*, 8th Edition, Pearson Education, 2017.
- [21] S. Wood ja D. Chaffey, *Business Information Management - Improving Performance using Information Systems*, Pearson Education, 2005.
- [22] P. Nillson ja B. Fagerstöm, „Managing stakeholder requirements in a product modelling system,“ *Computers in Industry*, kd. 57, pp. 167-177, 2006.
- [23] D. Rivenburgh, *The New Corporate Facts of Life: Rethink Your Business to Transform Today's Challenges into Tomorrow's Profits*, New York: American Management Association, 2013.
- [24] J. Cadle, D. Paul ja P. Turner, *Business Analysis Techniques: 72 essential tools for success*, Swindon: British Informatics Society Limited, 2010.
- [25] „Enterprise Architecture Definitions,“ Capstera, [Võrgumaterjal]. Available: <https://www.leibur.ee/ettevottest/leibur-as/>. [Kasutatud 15. 03. 2021].
- [26] „28. Capability-Based Planning,“ The Open Group, [Võrgumaterjal]. Available: <https://pubs.opengroup.org/architecture/togaf9-doc/m/chap28.html>. [Kasutatud 15. 03. 2021].
- [27] „What is Capability-Based Planning?,“ Jibility, [Võrgumaterjal]. Available: <https://www.jibility.com/what-is-capability-based-planning/>. [Kasutatud 15. 03. 2021].
- [28] Ettevõtte siseveeb.
- [29] „Leibur AS koduleht,“ Leibur AS, [Võrgumaterjal]. Available: <https://www.leibur.ee/ettevottest/leibur-as/>. [Kasutatud 13. 02. 2021].
- [30] „Evocon,“ [Võrgumaterjal]. Available: <https://evocon.com/product/>. [Kasutatud 27. 04. 2021].
- [31] „GlobalReader,“ [Võrgumaterjal]. Available: <https://globalreader.eu/et/>. [Kasutatud 27. 04. 2021].

Lisa 1 – Lihtlitsents lõputöö reprodutseerimiseks ja lõputöö üldsusele kättesaadavaks tegemiseks¹

Mina, Angelika Kärber

1. Annan Tallinna Tehnikaülikoolile tasuta loa (lihtlitsentsi) enda loodud teose „Tootmise ja kvaliteedi kontrolli protsessi parendamine Leibur AS-i näitel“, mille juhendaja on Tiit Vapper.
 - 1.1. reprodutseerimiseks lõputöö säilitamise ja elektroonse avaldamise eesmärgil, sh Tallinna Tehnikaülikooli raamatukogu digikogusse lisamise eesmärgil kuni autoriõiguse kehtivuse tähtaja lõppemiseni;
 - 1.2. üldsusele kättesaadavaks tegemiseks Tallinna Tehnikaülikooli veebikeskkonna kaudu, sealhulgas Tallinna Tehnikaülikooli raamatukogu digikogu kaudu kuni autoriõiguse kehtivuse tähtaja lõppemiseni.
2. Olen teadlik, et käesoleva lihtlitsentsi punktis 1 nimetatud õigused jäävad alles ka autorile.
3. Kinnitan, et lihtlitsentsi andmisega ei rikuta teiste isikute intellektuaalomandi ega isikuandmete kaitse seadusest ning muudest õigusaktidest tulenevaid õigusi.

20.05.2021

¹ Lihtlitsents ei kehti juurdepääsupiirangu kehtivuse ajal vastavalt üliõpilase taotlusele lõputööle juurdepääsupiirangu kehtestamiseks, mis on allkirjastatud teaduskonna dekaani poolt, välja arvatud ülikooli õigus lõputööd reprodutseerida üksnes säilitamise eesmärgil. Kui lõputöö on loonud kaks või enam isikut oma ühise loomingu tegevusega ning lõputöö kaas- või ühisautor(id) ei ole andnud lõputööd kaitsvale üliõpilasele kindlaksmääratud tähtajaks nõusolekut lõputöö reprodutseerimiseks ja avalikustamiseks vastavalt lihtlitsentsi punktidele 1.1. ja 1.2, siis lihtlitsents nimetatud tähtaja jooksul ei kehti.

Lisa 2 – Küsitlus huvitatud osapooltega

1. Mis on SIM'i mõte ja miks see meile vajalik on?

Sisesta vastus

2. Kas arvad, et SIM tahvel on kasulik erinevate mõõdikute jälgimiseks?

- Jah, väga
- Ei, pole oluline
- Muu (sisesta vastus)

3. Kas kasutaksid ja märgiksid tulemusi SIM raames rohkem, kui neid saaks sisestada digitaalselt?

- Jah
- Ei
- Märgiksin samamoodi nagu praegu

4. Kas kasutad kõiki SIM tahvlil olevaid segmente (vali 1 või mitu, mida kasutad)?

- Praagi märkimine iga tund
- Kohaloleku kontroll
- Kvaliteedi kontroll
- CCAR – probleemide kirjapanemine ja lahendamine
- Tootmisplaanis püsimine, hilinemine
- Tööohutuse jälgimine

5. Mis oleks kõige parem lahendus SIM tulemuste kuvamiseks?

- Tulemused märkida tahvelarvutisse ja need on sealt nähtavad
- Tulemuste kuvamine tootmisetapis olevate ekraanide kaudu
- Osaliselt hetkel olemasolevad SIM tahvlid, osaliselt tahvelarvutis
- Muu (sisesta vastus)

6. Mis võiks SIM puhul teisi olla (kirjuta oma ettepanekud)?

Sisesta vastus

7. Keda sooviksid, et osaleksid SIM koosolekutel?

- Vahetuse juhataja
- Valvetechnik
- Kvaliteedijuht
- Tootmisjuht
- Töökeskkonnajuht
- Hooldusjuht
- Tehnoloog
- Tootearendaja
- Muu (sisesta vastus)

Lisa 3 – Kasutusmallide kirjeldused

Tabel 7. Kasutusmall UC-01 Tootmisetapi kontroll (autori koostatud)

Kasutusmalli ID	UC-01
Pealkiri	Tootmisetapi kontroll
Aktor	Tootmisetapi töötaja
Kirjeldus	Tootmisetapi kontrolli teostamine vastavalt etteantud nimekirjadele, mis on tootmise juhtkonna poolt koostatud.
Põhivoog	Tootmisetapi kontrolli teostamine vastavalt nimekirjale (ohutus, puhtus, töövahendite olemasolu). Kontrolli teostatakse vahetuse alguses ja lõpus.
Alternatiivsed vood	Tootmisetapi töötaja ei saa enda nime rippmenüüst valida, sest seda ei ole seal. Tootmisetapi töötaja unustab valida vahetuse alguses rippmenüüst enda nime. Tootmisetapi töötaja ei teosta vahetuse jooksul ettenähtu tootmisetapi kontrolle. Tootmisetapi töötajal ei ole aega vahetuse jooksul ettenähtud tootmisetapi kontrolle teostada, sest tootmisliinil esineb palju probleeme.
Eeltingimused	Tootmisetapi töötaja on valinud rippmenüüst enda nime. Tootmisetapi kontrolli teostamiseks on olemas vastavad nimekirjad.
Järelingimused	Pärast kontrolli teostamist on märgitud Protsessi seisundite alla vastavad tulemused:

Kasutusmalli ID	UC-01
	<p>Kontroll teostatud, kõik korras.</p> <p>Kontroll teostatud, ei ole korras.</p> <p>Ei ole kontrolli teostanud.</p>

Tabel 8. Kasutusmall UC-02 Protsessi seisundite märkimine (autori koostatud)

Kasutusmalli ID	UC-02
Pealkiri	Protsessi seisundite märkimine
Aktor	Tootmisetapi töötaja
Kirjeldus	Tootmisetapi töötaja paneb kirja vastavad tootmisetapi jaoks määratud protsessi seisundid ning sisestab eelnevalt teostatud kontrolli tulemused.
Põhivoog	<p>Tootmisetapi töötaja, vastavalt eelnevalt teostatud tootmisetapi kontrollidele, märgib kontrolli tulemused.</p> <p>Tootmisetapi jaoks määratud protsessi seisundeid märgitakse iga tunni järel.</p> <p>Tootmisetapi töötaja teostab vastavalt toote spetsifikatsioonile toote kvaliteedi kontrolli ning paneb kirja tulemused.</p> <p>Tootmisetapi töötaja paneb kirja toodete põhiselt tekkinud praagi koguse (kg).</p>
Alternatiivsed vood	<p>Tootmisetapi töötaja ei ole teostanud ettenähtud tootmisetapi kontrolle ning seetõttu ei saa kontrolli tulemusi märkida.</p> <p>Tootmisetapi töötaja märgib protsessi seisundeid, kuid mitte nii tihedalt kui on ettenähtud.</p> <p>Tootmisetapi töötaja jätab protsessi seisundid märkimata ning teostab ainult põhitegevusi tootmisliinil.</p>

Kasutusmalli ID	UC-02
Eeltingimused	<p>Tootmisetapi töötaja on valinud rippmenüüst enda nime.</p> <p>Tootmisetapi kontrolli teostamiseks on olemas vastavad nimekirjad.</p> <p>Tootmisetapi töötaja on teostanud ettenähtud tootmisetapi kontrollid.</p> <p>Konkreetsed tootmisetapi jaoks on määratud, milliseid protsessi seisundeid tuleb märkida.</p>
Järelingimused	<p>Märgitud protsessi seisundid:</p> <p>Kontroll teostatud, kõik korras.</p> <p>Kontroll teostatud, ei ole korras.</p> <p>Ei ole kontrolli teostanud.</p> <p>Toote kvaliteet, kõik korras.</p> <p>Toote kvaliteet, ei ole korras.</p> <p>Praagi kogus (kg).</p> <p>Protsessi seisund märkimata.</p>

Tabel 9. Kasutusmall UC-03 Raporti väljasaatmine (autori koostatud)

Kasutusmalli ID	UC-03
Pealkiri	Raporti väljasaatmine
Aktor	Tootmise juhtkond, Hooldusjuht
Kirjeldus	Märgitud protsessi seisundite kohta saadetakse välja kokkuvõtlik raport, määratud isikutele.
Põhivoog	Programmi märgitud protsessi seisundite kohta saadetakse määratud valdkonna vastutajatele välja raport (päeva, nädala, kuu lõikes).

Kasutusmalli ID	UC-03
Alternatiivsed vood	<p>Märgitud protsessi seisundeid ei koondata kokku ühtseks raportiks, vaid iga märgitud protsessi seisundi kohta saadetakse raport.</p> <p>Märgitud protsessi seisundite kohta ei saadeta välja raportit, sest tekkinud on tehniline tõrge.</p>
Eeltingimused	<p>Raportite väljasaatmise võimekus on arendatud.</p> <p>Raportite sisu ja väljasaadetavad andmed on määratud.</p> <p>Määratud on, kellele (valdkonna vastutajad) saadetakse raporteid.</p> <p>Määratud on millise aja vahemiku kohta raport saadetakse(päeva, nädala, kuu lõikes).</p>
Järelingimused	Raport märgitud protsessi seisundite kohta vastutavatele isikutele saadetud.

Tabel 10. Kasutusmall UC-04 Esinenud probleemi kirjapanemine (autori koostatud)

Kasutusmalli ID	UC-04
Pealkiri	Esinenud probleemi kirjapanemine
Aktor	Tootmisetapi töötaja
Kirjeldus	Tootmisetapi töötaja paneb kirja tootmisetapis esinenud probleemi, milleks võib olla tehniline probleem tootmisliiniga, tootmisliini seiskumine, tootmisliini purunemine jne.
Põhivoog	<p>Töötaja on programmis valinud rippmenüüst enda nime.</p> <p>Tootmisetapis töötamise hetkel esineb liinil probleeme, midagi puruneb, tootmisliin jääb iseenesest seisma jne. Töövahendid võivad puruneda, toorainet ei ole või automaatne doseerimissüsteem ei tööta.</p>

Kasutusmalli ID	UC-04
	<p>Töötaja valib probleemi valdkonna, millega see seotud on (nt. tehnika, tootmine, kvaliteet).</p> <p>Vajadusel lisab töötaja kommentaari, et esinenud probleemi või olukorda paremini kirjeldada.</p>
Alternatiivsed vood	<p>Tootmisetapis esineb probleem või on neid mitmeid, kuid töötaja jätab need kirja panemata.</p> <p>Töötaja paneb kirja esinenud probleemi, kuid ei kirjelda seda täpselt ning vastutavad osapooled ei saa detailset informatsiooni probleemi kohta.</p>
Eeltingimused	<p>Tootmisetapi töötaja on valinud rippmenüüst enda nime.</p> <p>Probleemi valdkonnad on programmi sisestatud, et neid on võimalik valida.</p> <p>Programmi on loodud võimalus kommentaare lisada.</p>
Järelingimused	<p>Esinenud probleem kirja pandud.</p> <p>Probleemi valdkond valitud.</p> <p>Vajadusel kommentaaride lisamine.</p>

Tabel 11. Kasutusmall UC-05 Automaatse teavituse väljasaatmine (autori koostatud)

Kasutusmalli ID	UC-05
Pealkiri	Automaatse teavituse väljasaatmine
Aktor	Tootmise juhtkond, Hooldusjuht
Kirjeldus	Kirjapandud probleemi kohta saadetakse välja automaatne teavitus, määratud isikutele.
Põhivoog	Automaatne teavitus saadetakse välja kirjapandud probleemi kohta.

Kasutusmalli ID	UC-05
	Teavitust saadetakse määratud isikutele.
Alternatiivsed vood	<p>Kirjapandud probleemi kohta ei saadeta välja teavitust, vaid probleemid koondatakse ja saadetakse välja koondteavitust.</p> <p>Kirjapandud probleemi kohta ei saadeta välja automaatset teavitust, sest tekkinud on tehniline tõrge.</p>
Eeltingimused	<p>Automaatsete teavituste väljasaatmise võimekus on arendatud.</p> <p>Määratud on, millistel juhtudel saadetakse välja automaatsed teavitused.</p>
Järelingimused	Kirjapandud probleemi kohta automaatne teavitust vastutavatele isikutele saadetakse.

Tabel 12. Kasutusmall UC-06 Probleemidele tegevuste, vastutaja, tähtaja määramine (autori koostatud)

Kasutusmalli ID	UC-06
Pealkiri	Probleemidele tegevuste, vastutaja, tähtaja määramine
Aktor	Tootmise juhtkond, Hooldusjuht
Kirjeldus	Kirjapandud probleemidele määravad valdkonna vastutavajad tähtaja, vastutaja ning panevad kirja tegevused, mida tehakse, et esinenud probleem lahendada ja korrigeerida.
Põhivoog	<p>Valdkonna vastutaja saab teavitust kirjapandud probleemist.</p> <p>Probleemile määratakse vastutaja, kes selle lahendamise või korrigeerimisega tegeleb.</p> <p>Probleemile määratakse tähtaeg, mis ajaks peab see olema lahendatud või korrigeeritud.</p> <p>Probleemile määratakse tegevused, kuidas konkreetset probleemi saab lahendada või korrigeerida.</p>

Kasutusmalli ID	UC-06
Alternatiivsed vood	<p>Valdkonna vastutaja ei saa teavitust kirjapandud probleemist.</p> <p>Probleemile ei määrata vastutajat, tähtaega ega tegevust.</p> <p>Probleem ei saa lahendatud, sest keegi ei tegele sellega.</p> <p>Esinenud ja kirjapandud probleem tekib uuesti ja korduvalt, ka peale lahendamist ja korrigeerimist.</p>
Eeltingimused	<p>Esinenud probleemid on kirjapandud.</p> <p>Probleemi valdkond on valitud.</p> <p>Valdkonna vastutajad on saanud teavituse ja on probleemist teadlikud.</p>
Järeltingimused	<p>Määratud vastutaja.</p> <p>Määratud tähtaeg.</p> <p>Määratud tegevused.</p>

Tabel 13. Kasutusmall UC-07 Tootmisetapi ekraanil hetkeolukorra kuvamine (autori koostatud)

Kasutusmalli ID	UC-07
Pealkiri	Tootmisetapi ekraanil hetkeolukorra kuvamine
Aktor	Tootmisetapi töötaja, Tootmise juhtkond, Hooldusjuht
Kirjeldus	Tootmisetapi protsessi seisundeid, kirjapandud probleeme, kuvatakse etapis oleval ekraanil digitaalselt.
Põhivoog	<p>Tootmisetapi ekraanil kuvatakse kirjapandud probleemide arv.</p> <p>Tootmisetapi ekraanil kuvatakse, kirjapandud probleemi lahendamise etapp.</p>

Kasutusmalli ID	UC-07
	<p>Tootmisetapi ekraanil kuvatakse märgitud protsessi seisundid.</p> <p>Tootmisetapi ekraanil kuvatakse tootmisliini OEE.</p> <p>Tootmisetapi ekraanil kuvatakse toote kvaliteedi hindamise tulemused.</p>
Alternatiivsed vood	<p>Tootmisetapi ekraanil ei kuvata kirjapandud probleemide arv.</p> <p>Tootmisetapi ekraanil ei kuvata kirjapandud probleemi lahendamise etappi.</p> <p>Tootmisetapi ekraanil kuvatakse ainult märgitud protsessi seisundid.</p> <p>Tootmisetapi ekraanil kuvatakse konkreetse tootmisetapi OEE.</p> <p>Tootmisetapi ekraanil ei kuvata toote kvaliteedi hindamise tulemused.</p>
Eeltingimused	Määratud on, mida soovitakse tootmisetapis oleval ekraanil kuvada.
Järeltingimused	<p>Kuvatud kirjapandud probleemide arv.</p> <p>Kuvatud kirjapandud probleemide lahendamise etapp.</p> <p>Kuvatud kontrollitud ja märgitud protsessi seisundid.</p> <p>Kuvatud tootmisetapi OEE.</p> <p>Kuvatud tootmisetapis teostatud toote kvaliteedi hindamise tulemused.</p> <p>Kuvatud tootmisetapi tootmisplaanis püsimine.</p>