

Fredy Paas

**TOOTMISPROTSESSIDE
PARENDUSTEST TULENEVALT
UUE ASENDIPLAANI LOOMINE
SCANFIL OÜ NÄITEL**

LÕPUTÖÖ

Mehaanikateaduskond
Tehnomaterjalid ja turunduse eriala

Tallinn 2014

Tõendan, et lõputöö on minu, Paas Fredy kirjutatud. Töö koostamisel kasutatud teiste autorite, sh juhendaja loome- ja teadustööde seisukohad on viidatud.

Lõputöö koostamine, kaitsmine ja selles sisalduv informatsioon on *prima facie* õppeotstarbeline ja töö on kaitstud autoriõiguse seadusega, mille kohaselt on autoril töö suhtes mittevoralised õigused.

Juhul, kui seda lõputööd kasutatakse muudel põhjustel kui reprodutseerimine õppe- ja teaduslikel eesmärkidel, mis ei ole ajendatud ärilistest huvidest, siis laienevad lõputöö autorile lisaks mittevoralistele õigustele ka voralised õigused.

Lõputöö autor: Fredy Paas
(allkiri ja kuupäev)

Üliõpilase kood 100820306

Õpperühm TI-81

Lõputöö vastab ülesandele ja kehtivatele nõuetele.

Juhendajad: Meelis Bergmann
(allkiri ja kuupäev)

Ilkka Teirioja
(allkiri ja kuupäev)

Kaitmisele lubatud “.....” 20....a

Mehaanikateaduskonna dekaan

Vello Vainola
(allkiri)

SISUKORD

SISSEJUHATUS.....	4
1. SCANFIL GRUPI TUTVUSTUS	7
1.1. Scanfil grupi lühitutvustus.....	7
1.2. Ajalugu	7
1.3. Scanfil Pärnu	8
1.4. Kliendid.....	8
1.4.1. ABB.....	8
1.4.2. Metso	9
1.4.3. Wärtsila	9
1.4.4. Cassidian	9
1.4.5. Kone	10
2. TOOTMISPROTSESSIDE OLEMUS JA ANALÜÜS	11
2.1. Tootmisprotsesside olemus ja mõiste.....	11
2.2. Tootmisprotsesside analüüs.....	13
2.2.1. Eelanalüüs	15
2.2.2. Vaatluste korraldamine.....	16
2.2.3. Vaatluste vormistamine	16
3. PROBLEEMIDE SELETUS	19
3.1. Takistatud tarneteekonnad.....	19
3.2. Seadmete toomine teistest tootmistsehhidest	19
3.3. Raskendatud materjalide leidmine	20
3.4. Füüsiliselt rasked tööprotsessid.....	21
3.5. Alumiiniumtorude survetestimine	22

3.6. Pooltoodete toomine teistest tootmistsehhidest.....	22
3.7. Liigsed esemed töölaudadel	22
4. PARENDUSTEGEVUSED	23
4.1. Takistatud tarneteekonad.....	23
4.2. Seadmete toomine teistest tootmistsehhidest	25
4.3. Materjalide raskendatud leidmine	25
4.4. Füüsiliselt rasked tööprotsessid.....	26
4.5. Pooltoodete toomine teistest tootmistsehhidest.....	26
4.6. Alumiiniumtorude survetestimine	29
4.7. Liigsed esemed töölaudadel	29
5. ASENDIPLAANI PLANEERIMINE	32
5.1. Asendiplaan.....	32
5.1.2. Modelleerimine	35
5.2. Tehase asendiplaani analüüs	38
5.3. Valmistoodangu tarneteekond.....	40
5.4. Töötingimused.....	41
5.3.1. 5S meetod.....	41
5.4. 5S-i rakendamine.....	42
6. HINNANG KAVANDATAVALE ASENDIPLAANILE.....	44
6.1. Tarneteekonnad	44
6.2. Seadmete toomine teistest tootmistsehhidest	45
6.3. Pooltoodete toomine teistest tootmistsehhidest.....	47
6.4. Töölaudadel liigsed esemed	50
6.5. Asendiplaani hinnang.....	51
KOKKUVÕTE.....	52
SUMMARY	54
VIIDATUD ALLIKAD.....	56
Lisa 1. Survetestimise rakis.....	58

SISSEJUHATUS

2013. aasta kevadel otsis käesoleva lõputöö autor praktika kohta ettevõttes, mis tegeleks metallide töötlemise valdkonnas. Kiiremini esitas väljakutse Scanfil OÜ, kellest sai lõputöö autorile algselt praktika sooritamise koht ning mõni aeg hiljem töökoht. Lõputöö autor töötab OÜ Scanfil protsessi- ja arendusspetsialistina ning puutub igapäevaselt kokku tootmisprotsesside ja nende parendustega. Käesoleva lõputöö „Tootmisprotsesside parendustest tulenevalt uue asendiplaani loomiseni Scanfil OÜ näitel” teema valikul oli lõputöö autori jaoks määrav ettevõttes kogetu. Aastate vältel Tallinna Tehnikakõrgkoolis omandatud teadmisi oli võimalik rakendada ettevõttes töötades.

Lõputöö koosneb seitsmest püstitatud probleemist, mida lähemalt uurides ja analüüsides on lõputöö autor suutnud oma töös parendada.

Lõputöö on jaotatud kuueks peatükiks. Esimeses peatükis tutvustab lõputöö autor lühidalt Scanfil gruppi. Kirjutab Scanfil OÜ ajaloo, tutvustab Scanfil OÜ Pärnu tehist ning annab ülevaate peamistest klientidest.

Teises peatükis analüüsib lõputöö autor tootmisprotsesse. Otsib vastust küsimusele, mis on tootmisprotsess ja selle olemus. Annab ülevaate tootmisprotsessi analüüsi meetoditest, millest tulenevalt viib lõputöö autor iseseisvalt läbi mõningad uuringud.

Praktiseerinud ettevõttes mõnda aega, märkas lõputöö autor, et suurim probleem Scanfil OÜ-s on töötajate töö aja ebaratsionaalne kasutamine. Teise probleemina nägi lõputöö autor tootmispindade ebaotstarbekat kasutamist. Kolmanda probleemina toob lõputöö autor välja rasked protsessid.

Kolmas peatükk on tervenisti pühendatud probleemide seletusele. Siin leiavad kajastamist probleemid takistatud tarneteekondadel, seadmete toomine teistest tootmistsehhidest, materjalide leidmine, rasked tööprotsessid, alumiiniumtorude testimine, pooltoodete toomine teistest tootmistsehhidest ning liigsed esemed töölaudadel.

Lõputöö autoril tekib oma nägemus, kuidas töötajate töö aega ratsionaalsemalt kasutada ning ülejäänud tööjõudu mujal ettevõttes ära kasutada. Tarneteekondade märgistamine võimaldab paremini materjali stende täitma pääseda. Väiksematel tööpindadel kiiremini vajaminevaid detaile üles leida ning otstarbekamalt materjali paigutades, neid paremini märgata.

Neljandas peatükis on lõputöö autor otsinud erinevatest kirjanduslikest allikatest ja teaduslikest väljaannetest lahendusi parendustegevusteks. Palju kasulikku materjali sai lõputöö autor „Äripäeva tootmiskorralduse käsiraamatust“. Läbi teaduslike raamatute ja artiklite on lõputöö autor leidnud parimad teostusviisid kitsaskohtade eemaldamiseks. Saadud informatsiooni kasutades on lõputöö

autor lahendanud probleemid, kavandades uue asendiplaani. Nimetatud käsiraamatut kasutades leidis lõputöö autor ka töölaudade kasutusprotsendi arvutamise. Nii valmis idee töölaudade kabariitide vähendamiseks.

Viienda peatüki on lõputöö autor pühendanud uuele asendiplaanile. Kirjanduslikest allikatest loetu põhjal kirjeldab lõputöö autor tõdesid, mida peab arvesse võtma uue asendiplaani kujundamisel. Asendiplaan on üksiku töökoha, töökohtade rühma või kogu tehase töökohtade kokkusobitamise kavand, mis toetab materjalide ja pooltoodete liikumist, pinna kasutust ja operaatori tööd. Samas peatükis tutvustab lõputöö autor viis S meetodit. Hetkel Scanfil OÜ puudulikku süsteemi täiendades, saaks tootmisprotsesse muuta efektiivsemaks.

Kuuendas peatükis annab lõputöö autor hinnangu kavandatavale asendiplaanile. Hinnangus on ära märgitud aja, ruumi ning personali võimalik kokkuhoid. Kokkuid võimaldab ratsionaalsemat töö aja kasutamist, aitab vältida mõttetuid töö aja kadusid ning seisakuid. Tööprotsessi analüüsist lähtudes tekkis parim ruumi lahendus töölaudadele ning riulitele, materjalide asetusele töökohal, mis tagab kiire ja mugava tegutsemise. Muutes tööprotsessid efektiivsemaks parendustegevuste kaudu, vabanes töötajaid, keda sai suunata teistele vajalikele tööprotsessidele.

Kõik tootmisettevõtted üritavad võtta eeskuju Toyota tootmissüsteemist, kuid vähesed saavutavad eesmärgi. “Toyota tootmissüsteem on idamaisel filosoofial põhinev tootmise korraldusviis, mis seob tootjad, varustajad ja kliendid üheks tervikuks”[1]. Toyota süsteemi alustalaks võib lõputöö autori sõnusti lugeda protsessid. Efektiivsed ja kulusäästlikud tootmisprotsessid on aluseks tootmisettevõtete jätkusuutlikkusele. Protsesse parendades tuleb elimineerida „Muda” ehk raiskamine. “Raiskamine on tegevus, mis ei anna väärtust. Niisugused on tegevused, mis kulutavad aega, ruumi ja ressursse, kuid ei soodusta materjali ja informatsiooni muutumist kliendi vajaduste rahuldamiseks ning mille eest klient ei ole nõus maksma”[2: 93]. Protsesside parenduste tegemise aluseks on klient. Tuleb eemaldada kõik väärtust mitte lisavad tööd ja jätta niinimetatud väärtust lisavad tööd, sest klient ei maksa „MUDA” eest. Kui suudetaks luua ideaalsed protsessid, kus pole hiline mis, toodete defekte ja kvaliteediprobleeme, ületootmist, liigtöötlemist, toote materjali liigset transporti, liigset laoseisu, töötajate liigseid liigutusi ja liikumisi ollakse sammuke lähemal Toyota tootmissüsteemile. Samas on sellel ka positiivne mõju tootlikkuse kasvule.

Lõputööl on praktiline väärtus. Uurimuste tulemusena selgitatakse välja tootmises olevad kitsaskohad. Kavandatud parendusi läbi viies suureneks lõputöö autori arvates tunduvalt efektiivse tööaja hulk, ettevõtte tootlikkus, kasumlikkus ja operaatorite motiveeritavus.

Lõputöös käsitletud parendused on ainult osa võimalustest parima tootlikkuse saavutamiseks.

Parimate protsesside loomiseks peab tihedat koostööd tegema klientide ja tarnijatega. Tuleb pidevalt teha ettepanekuid disaini, töövõtete ja muude sääraste toimingute muutmiseks, tagamaks kerged, ajasäästlikud ja ergonoomikaga vastavuses olevad tööprotsessid.

Lõputöö autor on tänulik inimestele, kellelt ta on saanud lõputöö kirjutamisel palju nõu ning abi.

Eriti soovib lõputöö autor tänada oma tööpoolset juhendajat hr. Ilkka Teirioja, kes teda on abistanud oma pikaajalisi töökogemusi jagades. Töökaaslasi, kes lõputöö autoriga oma nõu jagasid.

Suurt abi on lõputöö autor saanud oma koolipoolset juhendajalt hr. Meelis Bergmannilt. Tema suunas lõputöö autori õigele teele, kui tekkis oht teemast kõrvale kalduda.

Lõputöö eesmärgiks oli välja selgitada Scanfil OÜ ABB tootmisliinide protsessides „MUDA” (raiskamine). Anda oma töökohale võimalikult palju, et kindlustada ettevõtte jätkusuutlikkus ning kasumlikkus.

1. SCANFIL GRUPI TUTVUSTUS

1.1. Scanfil grupi lühitutvustus

Scanfil OÜ on rahvusvahelise kontserni Scanfil EMS Oy üks tehas Pärnus. Lisaks Pärnule asuvad tehased Soomes, Hiinas ja Ungaris. Kontserni peamiseks tegevusalaks on tööstuselektronika- ja telekommunikatsiooni toodete tootmis- ja toimetusteenuse pakkumine, sisaldades järgmiseid tugiteenuseid: NPI, ost, tarneahela juhtimine, logistika, tootmine ja lähetus koos jooksva klienditeeninduse ja järelmüügitoega. Pärnu tehas pakub kõiki eelnimetatud teenuseid ja sisaldab mehaanikaga, kaablitega, elektroonikaga kui ka nende omavahelise integreerimisega seotud tehnoloogiaid ja protsesse. Ettevõttes töötab hetkel 560 töötajat. Scanfil OÜ 2013.a. käive oli 48,2 mln eur. Scanfil EMS Oy on noteeritud Helsingi börsil ja kontserni 2013.a. käive oli 188,5 mln eur.

1.2. Ajalugu

Kõik algas 1997. A. Kevadel Sindis (7 km Pärnust). Neli eraisikut asutasid firma. Firma koosnes 10 töötajast ja direktorist. Oli ainult kaablitsehh, mida nimetati Wecan Cables Eesti OÜ. Tasapisi tellimuste arv ja tootmine kasvas. 2002. A. Kolis firma üle Pärnu ning avas seal tehase Scanfil OÜ.

1.3. Scanfil Pärnu



Sele 1. Scanfil OÜ Pärnu aerofoto [3]

- Lehtmetalli mehhaanika
- Mehhaaniline koostamine
- Kaablite valmistamine
- Elektroonika koostamine
- Galvaanika
- Süstemaatiline koostamine
- Testimine
- Personal 560
- Põrandapind : 16000m²

1.4. Kliendid

1.4.1. ABB

ABB ettevõtte põhitegevus on energeetika ja automaatika valkonnas. Pakutakse keskpinge-, madalpinge- ja automaatikatooteid, teostatakse automaatika- ja elektrifitseerimise projekte tööstuses, elektrijaamades ja infrastruktuuris, tarnimise terviklahendusi ja seadmete pakette, et lahendada klientide vajadusi efektiivse ning usaldusväärse elektrivarustuse järele, hoitakse korras tööstusettevõtete tootmiseseadmeid ja tootmise abiseadmeid. Toodetakse peamiselt koduturule

elektrijaotuskilpe ja ekspordiks tuulegeneraatoreid, erinevaid komponente nii tuulegeneraatoritele kui ka muudele elektrimasinatele, madalapingelisi sagedusmuundureid ja komplektalajaamu. [4]

ABB AS-i peakontor asub ABB One Campuse territooriumil Jüris, samuti asuvad Jüris nii müügiüksused kui ka madalpingesüsteemide, komplektalajaamade, elektrimasinate ja madalpingeajamite tehased ning üks kahest ABB Eesti korrashoiukeskusest, kus pakutakse ka turbokompressorite hooldust. Teine korrashoiukeskus asub Tartus, täiskorrashoiukeskused aga Jüris elektrimasinate tehase juures ja Kundas. [4]

ABB mahukaimad tegevusvaldkonnad Eestis on tuulegeneraatorite ja madalpingeajamite tootmine, ülekandevõrkude ja jaotusalajaamade projektide elluviimine ning täiskorrashoiuteenuse pakkumine tööstusklientidele.[4]

1.4.2. Metso

Metso on juhtiv protsessi tulemuslikkust pakkuv ettevõtte. Neil on kliente kaevandus, ehitus, nafta ja kütuseettevõtete seas. Nad keskenduvad intelligentsete lahendusste arendamisele, mis parandavad jätkusuutlikkust ja kasumlikkust. Metso aktsiad on nasdaq omx helsingi ltd nimistus. Metsos töötab umbes 16000 professionaali 50-es riigis.[5]

1.4.3. Wärtsilä

Wärtsilä on ülemaailmne juht, kes pakub täistsükli energialahendusi merendus- ja energiaturule. Rõhudes tehnoloogia innovatsioonile ja täielikule efektiivsusele, maksimeerib Wärtsilä oma klientide aluste (laevade) ja energiajaamade keskkondlikku ja säästlikku tootlikkust. 2013 oli wärtsilä puhaslähimüük 4,7 miljard eurot ning neil oli umbes 18700 töolist. Fimal töötab enam kui 200 asukohas umbes 70 riigis üle maailma. Wärtsilä on nasdaq omx Helsingi nimekirjas.[6]

1.4.4. Cassidian

Cassidian, EADS firma, on ülemaailmne liider, kes pakub globaalseid turvasüsteeme ja lahendusi tsiviil- ja militaarklientidele üle maailma: õhusüsteeme (lennukite ja mehitamata õhusüsteeme), maa-, merendus- ja ühissüsteeme, luure ja jälitussüsteeme, küberjulgeolekut, testisüsteeme, rakette. 2011 oli firma tulu 5,8 miljardit. 28000 töolist. EADS on ülemaailmne liider lennunduse, kaitse ja nendega seotus teenustes. 2011.a. oli grup – koosneb Airbus, Astrium, Cassidian ja eurocopter- tulu 49,1 miljardit ja töölisi rohkem kui 133000.[7]

1.4.5. Kone

Kone on maailmas juhtiv lifti- ja eskalaatoritootja. Kone on viimase 100 aasta jooksul pidanud väga oluliseks klientide vajadusi, pakkudes parimaid lifte, eskalaatoreid ja automaatuksi ning ka uuenduslikke hooldus- ja uuendamislahendusi.[8]

Kone eesmärk on pakkuda inimestele parimaid liikumisvõimalusi ja lahendusi sujuvamaks, ohutumaks, mugavamaks liikumiseks, et kiirelt linnastuvas maailmas ehitistes kaua oodata ei tuleks.[8]

2013. aastal oli KONE netokäive 6,9 miljardit eurot ja ettevõttes töötas 43 000 töötajat. KONE Corporationi B-klassi aktsiad on noteeritud Soomes NASDAQ OMX Helsinki Ltd-s.[8]

2. TOOTMISPROTSESSIDE OLEMUS JA ANALÜÜS

2.1. Tootmisprotsesside olemus ja mõiste

Operatsioonisüsteemi töötlevat allsüsteemi nimetatakse tootmises tootmisprotsessiks. [9: 42]

Tootmisprotsess on eeskätt tööprotsess, mis kujutab endast elavtöö ja tootmisvahendite ühendamist.

Tööjõud, töövahendid ja tööesemed on tootmise kolm elementi, mis etendavad erinevat osa.

Tootmisprotsessi kõige tähtsam element on tööjõud, mis määrab töövahendite ja tööobjektide kasutamise ulatuse ja taseme tootmises.[9: 42]

Tootmisprotsesside paremaks läbiviimiseks tuleb tagada operaatoritele parimad töövahendid ja masinad. See tõstab oluliselt töötajate motiveeritavust mõtestatud tööle. Parimate seadmete ja tööriistatega on võimalik märkimisväärselt tõsta protsessi sooritamise efektiivsust. Näiteks on tunduvalt kergem ja efektiivsem puid saagida mootor- kui käsisaega.

Lõputöö autori arvates kulub Scanfil OÜ tootmisprotsessideks hetkel rohkem aega kui oleks vajalik. Operaatoritele ei ole tagatud parimaid töövahendeid ega –masinaid, mis nende tööd hõlbustaks ning tootmisprotsesse kiirendaks.

Põhitootmine on selliste toimingute kogum, mis avaldab otsest mõju tööobjektile ja muudab selle valmistooteks, mille valmistamisele ettevõtte on spetsialiseerunud. [10: 115]

Põhitootmine koosneb mitmest staadiumitest. Staadiumideks jagunemisel on aluseks põhitoodangu valmistamise tehnoloogilise protsessi liigendamine osadeks, mis toimub vastavalt toote valmistusastmele.[10: 115] Scanfili põhitootmiseks on koostamine.

Scanfil OÜ koosneb põhitootmine kolmest erinevast staadiumist. Nendeks on:

- Ettevalmistusstaadium
- Töötlemissaadium
- Koostamisaadium

Ettevalmistusstaadiumiks on Scanfilis komplekteerimine.

Töötlemisstaadiumiteks Scanfili OÜ on mehhaaniliste detailide, kaablite ja eelkoostude valmistamine.

Koostamisstaadiumis integreeritakse kõik ettevalmistusstaadiumis ja töötlemisstaadiumis valmistatud koostud ühtseks tervikuks lõpptooteks.

Abitootmiseks nimetatakse tööd, mille ülesanne on põhitootmist teenindada. Tulemuseks on mitmesugused põhitootmises kasutatavad tooted, tööd ja teenused. [10: 115]

Scanfil OÜ jaguneb abitootmine kahte rühma. Nendeks on:

- Remont
- Tööriistade ja tehnoloogiliste rakiste valmistamine ja remontimine

Põhi- ja abitootmine koosneb tehnoloogilistest ja mittetehnoloogilistest protsessidest. [10: 115]

Tehnoloogilise protsessi all mõistetakse seda osa tootmisest, mille kestel uuendatakse tööobjekti kuju, mõõtmeid, pealispinda, välisilmet, struktuuri või toote mehhaanilisi, füüsikalisi ja teisi omadusi. Tehnoloogilise protsessi alla kuuluvad ka tööobjektide ühendamise (koostamine) ja lahtivõtmine või tükeldamine ning tinglikult ka looduslikud protsessid. [10: 115]

Looduslikuks protsessiks nimetatakse protsessi, mille käigus tööobjektid muutuvad loodusjõudude mõjul ilma tööliste vahetu osavõtuta. Ent ka looduslikud protsessid kulgevad suuremal või vähemal määral inimese kontrolli all (värvi kuivamine, taigna kerkimine jne.). [10: 115]

Scanfil OÜ on looduslikeks protsessideks alumiiniumtorude ja radiaatorite kuivamine pärast liimimist.

Mittetehnoloogilise protsessi all mõistetakse seda osa tootmisprotsessist, mille vältel tööobjektid ei muutu, näiteks tööobjektide kontrollimine, transportimine ja pakkimine. [10: 115]

Mittetehnoloogilisteks protsessideks on Scanfil OÜ mehhaanika detailide kontrollimine, transportimine, lõppkoostude kontrollimine, alumiiniumtorude ja radiaatorite testimine, valmiskoostude testimine ja pakkimine.

2.2. Tootmisprotsesside analüüs

Töömeetodite uurimiseks kasutatakse mitmesuguseid diagramme ja kaarte. Näiteks operatsioonikaarte, töölise-masina diagrammi, liigutuse ühitamise diagramme, kronovaatluste kaarte jne. Diagrammi või kaardi liigi valik oleneb tegevusest, mida soovime uurida.

Uurimisobjektiks võib olla:

- Tootmisprotsess
- Töölised, kes töötavad püsival kohal
- Töölised, kes töötavad seadmetega
- Töölised, kes töötavad brigaadis [10: 237]

Tööprotsesside uurimise eesmärgiks on „MUDA“ ehk raiskamise väljaselgitamine. Raiskamiseks on toimingud, mille eest klient ei ole nõus maksma. Praegu tuntakse seitset liiki raiskamist: ületootmine, praak ja ümbertöötlemine, kaod transportimisel, vahendid ja varud, lisa- ja ületöötlemine, viivitus ja ootamine, mittevajalikud liigutused ja liikumised. Muda eemaldades jäävad alles väärtust lisavad toimingud. Väärtust lisavateks toiminguteks on tegevused, mis lisavad lõpptootle väärtust ning mille eest klient on nõus maksma.

Tööprotsesside uuringuid on suhteliselt kerge läbi viia. Uuringud on odavad ning aitavad välja selgitada ajakulud, millele tuginedes on võimalik tõsta tootlikkust ja tööohutust.

Uurimise efektiivsemaks läbiviimiseks uuritakse igat tootmisprotsessis olevat operatsiooni eraldi. Uurimuses peab käsitlema tehnoloogilist ja organisatsioonilist liigestust koos. See võimaldab luua uuritavate operatsioonide kohta kõige detailsema ülevaate, mida hiljem analüüsides on probleemid paremini märgatavad.

Tööprotsessi uuringutest saadud tulemusi analüüsides on võimalik kavandada praktiline struktuur. See võimaldab eemaldada kõik mitteotstarbekad liigutused, millest tekib organismi liigväsimus ning tõsta efektiivse tööaja fondi.

Analüüsist tulenevate probleemide juurpõhjuste väljaselgitamiseks on abiks võimas tööriist, milleks on „5 Miksi“. „5Miks-i“ aitab välja selgitada probleemide juurpõhjuseid. See on nn. läbi viie miksi küsimuse probleemi juurpõhjuse leidmine, mida paremini aitab seletada sele 2 „Näiteks maailma juhtivamas autotootmisettevõttes Toyota rakendatakse kõigil juhtimistasanditel probleemide ja kõrvalekalletega tegelemiseks “5 MIKS-i” (5 WHY)” tööriista, mis peaks tagama selle, et juurpõhjus(ed) saaks tuvastatud”[11].



Sele 2. 5 Miksi süsteem [11]

Uurimiseks liigitatakse tööprotsess elementideks. Tööprotsessi uurimise ja normeerimise objektiks on tööoperatsioon. Tööoperatsiooni all mõistetakse tööprotsessi osa, mida teevad teatud tööobjekti töötlemisel üks või mitu töölist ühel töökohal. Tööprotsessi uurimiseks ei piisa tööoperatsiooni tehnoloogilisest liigestusest paigaldusteks, positsioonideks, siireteks ja läbimiteks. Et uurida tööoperatsiooni struktuuri ja projektida tööoperatsiooni sooritamise ratsionaalne meetod, on tarvis käsitleda tehnoloogilist ja organisatsioonilist liigestust koos, jaotades operatsiooni võttekogumiteks, võteteks, toiminguteks ja liigutusteks. Tööoperatsiooni liigestusmäär sõltub analüüsi vajalikust täpsusest.[10: 237]

Töö vähim element on tööliigutus. Tööliigutus on jäseme või keha ühekordne ümberpaigutus, näiteks käeliigutus tööobjekti suunas, üks samm, käepideme ühekordne pööramine jne. [10: 237]

Vahetpidamatult tehtavate samalaadsete tööliigutuste kogumit, millel on sihtotstarve ning muutumatud tööriistad ja –objekt, nimetatakse töötoiminguks. Näiteks on töötominguks hooratta pööramine, käigukangi allavajutamine, mingi eseme võtmine. Töötoimingud kui erinevate tööde analoogse struktuuriga elemendid on samuti nagu tööliigutusedki olulised mikroelementsete tööajanormatiivide koostamiseks. [10: 237]

Tööprotsessi analüüs koosneb järgmistest etappidest:

1. Eelanalüüs
 - a. Uurimusobjektide valik
 - b. Kasutusala kindlakstegemine
 - c. Majanduslik eelhindamine
 - d. Vaatlusobjektide valik
2. Detailanalüüsi ettevalmistamine
 - a. Uurimusmeetodi valik
 - b. Tööprotsessi liigestamine
 - c. Fikseerimispunktide kindlaksmääramine
 - d. Vaatluste korraldamine
3. Detailanalüüsi läbiviimine
 - a. Vaatluste tegemine
 - b. Vaatlustulemuste töötlemine
 - c. Vaatlustulemuste vormistamine [10: 237-238]

Protsessi uurimise meetodid eeldavad mitmesuguste kaartide koostamist. Kaartide koostamisel võivad meid aidata vastused järgmistele küsimustele:

1. Mida tehakse? Kas tasub seda teha? Mis juhtub, kui seda ei tehta?
2. Kus töö sooritatakse? Kas seda peab tegema antud planeeringu juures või võib seda teha kusagil mujal?
3. Millal tööülesannet sooritatakse? Kas otsustavaks teguriks on töö sooritamise aeg või ei nõua töö täpse sooritamisaaja kehtestamist ja operatsioonide järjestuse jälgimist? Kas tööd võib sooritada kombinatsioonis mõne teise tööga?
4. Mil viisil tööd sooritatakse? Miks just sellisel viisil? Kas on ka teisi meetodeid?
5. Kes sooritab ülesannet? Kas seda võiks teha keegi teine? Millist kvalifikatsiooni peab tööline omama?[10: 238]

2.2.1. Eelanalüüs

Eelanalüüsina on lõputöö autor valinud uurimisobjektidena ABB tootmisliinid. Lõputöö autor on Scanfil ABB toodete protsessi ja arenduse spetsialist. ABB-l on käesoleval ajal kolm põhitootmisliini ning kolm abitootmisliini.

2.2.2. Vaatluste korraldamine

Vaatlusi viis lõputöö autor läbi, olles ühe päeva igal liinil ning pannes paberile kõik probleemid kirja. Alljärgnevalt on lõputöö autor välja toonud ilmnenud puudused:

- 1) Takistatud tarneteekonnad;
- 2) Seadmete toomine teistest tootmistsehhidest;
- 3) Materjalide raskendatud leidmine;
- 4) Füüsiliselt rasked tööprotsessid;
- 5) Pooltoodete käsitsi toomine teistest tootmistsehhidest;
- 6) Alumiiniumtorude survetestimine;
- 7) Töölaudadel liigsed esemed.

2.2.3. Vaatluste vormistamine

Vaatluste tulemusena on lõputöö autor teinud spetsiifilisemad operatsioonikaardid rasketest tööprotsessidest. Punasega on operatsioonikaardil märgitud lõputöö autori meelest ebaefektiivne töövõte, mida saaks kindlasti paremini lahendada. Rohelisega on lõputöö autor ära märkinud raske töövõtte, mida saaks vastavate seadmetega mugavamaks muuta. sele 3,4 ja 5 pealt on näha operatsioonikaartid.

SCANFIL

		21.04.2014	MOD. SUPPORT INU/MOD SUPPORT 2xINU LOWER										ES-QM-F01	
3AUA0000146623C		8306	2 radikaga moodul								kokku aeg min	abijaga min	kokku aeg h	
ASSY63		Andres	mod kogus	1	tk	13,37	min	abijaga		11,622	13,365	0,194		
nr	Tööoperatsioon	tk	vaatluste arv ja elementide kestvus mh							töö kilrus	aeg ühele sek	aeg ühele min	aeg ühele abijaga min	aeg ühele h
			1	2	3	4	5	6	7					
	Kõnnib teise tootmistsehhi ja võtab 2 radikat	1	60							1,0	118,40	1,97	2,27	#DIV/0!
1	võtab radika, eemald mutri met torult, aset valmis painut toru met torule (raske), keerab painut plast toru otsa vastavasse asendisse	1	10,5							1,0	37,80	0,63	0,72	0,0105
2	aset enne eemaldatud mutri plasttorule, kruvib alt ühenduskohast mutri kinni	1	6,5							1,0	23,40	0,39	0,45	0,0065
3	võtab teise radika, eemald mutri met torult, aset valmis painut toru met torule (raske), keerab painut plast toru otsa vastavasse asendisse	1	9,6							1,0	34,56	0,58	0,66	0,0096
4	aset enne eemaldatud mutri plasttorule, kruvib alt ühenduskohast mutri kinni	1	13,4							1,0	48,24	0,80	0,92	0,0134
5	võtab riulist met resti aset radikad (2) sisse	1	6,3							1,0	22,68	0,38	0,43	0,0063
6	toob riulist met liistud 4 tk	1	4,9							1,0	17,64	0,29	0,34	0,0049
7	aset rad-i servadele a2 tk	1	6,4							1,0	23,04	0,38	0,44	0,0064
8	kruvib liistud (4) raamile kinni a2 kr	1	11,2							1,0	40,32	0,67	0,77	0,0112
9	aset raami radikatega kõrvale	1	2,5							1,0	9,00	0,15	0,17	0,0025
10	toob met liistud (3), kitsa keermekr-ga (1), külgedele laiemad (2)	1	4,9							1,0	17,64	0,29	0,34	0,0049
11	keerab kitsamale keermekr-le 4 insul-t	1	7,0							1,0	25,20	0,42	0,48	0,0070
12	pingutab võtmega kinni	1	6,6							1,0	23,76	0,40	0,46	0,0066
13	kruvib laiemad kitsamale mõlemale poole a3 kr	1	12,9							1,0	46,44	0,77	0,89	0,0129
14	keerab ümber, kruvib kitsama kinni mõlemast otsast a2 kr	1	6,5							1,0	23,40	0,39	0,45	0,0065
15	toob riulist 2 pikemat ja 2 lühemat BB	1	6,1							1,0	21,96	0,37	0,42	0,0061
16	aset BB insul-le, kruvib käsitsi a1kr	1	8,8							1,0	31,68	0,53	0,61	0,0088
17	kinnitab kruvikaga, vt et BB oleksid otse	1	14,7							1,0	52,92	0,88	1,01	0,0147
18	märgib markeriga (4)	1	4,8							1,0	17,28	0,29	0,33	0,0048
19	keerab raami ümber	1	3,6							1,0	12,96	0,22	0,25	0,0036
20	aset koostatud radikad raami BB-le	1	8,1							1,0	29,16	0,49	0,56	0,0081

21	krvib radikad raamile, üks külj 4kr	1	19,3						1,0	69,48	1,16	1,33	0,0193
22	krvib teise külje kinni 4 kr	1	15,1						1,0	54,36	0,91	1,04	0,0151
23	aset riulisse	1	4,0						1,0	14,40	0,24	0,28	0,0040

Sele 3. Operatsioonikaart [3]

SCANFIL

ES-QM-F01

20.01.2014			MOD. SUPPORT INU/MOD SUPPORT 3xINU LOWER															
3AUA0000146623C			8306		3 radikaga moodul pikemad BB-d								kokku aeg min		abijaga min		kokku aeg h	
ASSY64			Andres		mod kogus		1 tk		20,90 min		abijaga		18,174		20,900		0,303	
nr	Tööoperatsioon	tk	vaatluste arv ja elementide kestvus mh							töö kiirus	aeg ühele sek	aeg ühele min	aeg ühele abijaga min	aeg ühele h				
			1	2	3	4	5	6	7									
1	toob radikad BB-d	1	60,0							1,0	216,00	3,60	4,14	0,0600				
2	võtab radika, eemald mutri met torult, aset valmis painut toru met torule (raske), keerab painut plast toru otsa vastavasse asendisse	1	9,3							1,0	33,48	0,56	0,64	0,0093				
3	aset enne eemaldatud mutri plasttorule, kruvib alt ühenduskohast mutri kinni	1	8,9							1,0	32,04	0,53	0,61	0,0089				
4	võtab teise radika, eemald mutri met torult, aset valmis painut toru met torule (raske), keerab painut plast toru otsa vastavasse asendisse	1	7,7							1,0	27,72	0,46	0,53	0,0077				
5	aset enne eemaldatud mutri plasttorule, kruvib alt ühenduskohast mutri kinni	1	5,2							1,0	18,72	0,31	0,36	0,0052				
6	võtab kolmanda radika, eemald mutri met torult, aset valmis painut toru met torule (raske), keerab painut plast toru otsa vastavasse asendisse	1	17,3							1,0	62,28	1,04	1,19	0,0173				
7	aset enne eemaldatud mutri plasttorule, kruvib alt ühenduskohast mutri kinni	1	5,4							1,0	19,44	0,32	0,37	0,0054				
8	võtab riulist met resti aset lauale	1	2,4							1,0	8,64	0,14	0,17	0,0024				
9	aset radiaatorid (3) resti	1	3,4							1,0	12,24	0,20	0,23	0,0034				
10	toob riulist met liistud 6 tk	1	7,1							1,0	25,56	0,43	0,49	0,0071				
11	aset rad-i servadele a2 tk	1	9,1							1,0	32,76	0,55	0,63	0,0091				
12	kruvib liistud (6) raamile kinni a2 kr	1	16,7							1,0	60,12	1,00	1,15	0,0167				
13	aset raami radikatega kõrvale	1	2,5							1,0	9,00	0,15	0,17	0,0025				
14	võtab riulist pika kitsa met supporti keermekr-ga, keerab insul-d 6 tk kr-le	1	13,6							1,0	48,96	0,82	0,94	0,0136				
15	pingutab võtmega kinni	1	11,7							1,0	42,12	0,70	0,81	0,0117				
16	toob riulist met liistud (laiemad) äärtele 2 tk	1	7,2							1,0	25,92	0,43	0,50	0,0072				
17	kruvib laiemad kitsamale mõlemale poole a3 kr	1	15,2							1,0	54,72	0,91	1,05	0,0152				
18	keerab ümber, kruvib kitsama kinni mõlemast otsast a2 kr	1	7,9							1,0	28,44	0,47	0,55	0,0079				
19	toob riulist 3 pikemat ja 3 lühemat BB	1	8,0							1,0	28,80	0,48	0,55	0,0080				
20	aset BB insul-le, kruvib käsitsi a1kr	1	16,7							1,0	60,12	1,00	1,15	0,0167				
21	kinnitab kruvikaga, vt et BB oleksid otse	1	19,6							1,0	70,56	1,18	1,35	0,0196				
22	märgib markeriga (6)	1	7,0							1,0	25,20	0,42	0,48	0,0070				
23	keerab raami ümber	1	3,7							1,0	13,32	0,22	0,26	0,0037				
24	aset koostatud radikad raami BB-le	1	7,4							1,0	26,64	0,44	0,51	0,0074				
25	kruvib radikad raamile, üks külj 4kr	1	10,3							1,0	37,08	0,62	0,71	0,0103				
26	kruvib teise külje kinni 4 kr	1	15,6							1,0	56,16	0,94	1,08	0,0156				
27	aset riulisse	1	4,0							1,0	14,40	0,24	0,28	0,0040				

Sele 4. Operatsioonikaart [3]

SCANFIL

		21.04.2014		MOD. SUPPORT ISU/MOD SUPPORT 3xISU LOWER												ES-QM-F01			
3AUA0000146623C		8306		3 radikaga moodul pikemad BB-d										kokku aeg min		abijaga min		kokku aeg h	
ASSY73		Andres		mod kogus		2 tk		42,68 min abiajaga				18,558		21,342		0,309			
nr	Tööoperatsioon	tk	vaatluste arv ja elementide kestvus mh							töö kiirus	aeg ühele sek	aeg ühele min	aeg ühele abiajaga min	aeg ühele h					
			1	2	3	4	5	6	7										
1	toob radikad BB-d	1	60,0							1,0	216,00	3,60	4,14	0,0600					
2	võtab radika, eemald mutri met torult, aset valmis painut toru met torule (raske), keerab painut plast toru otsa vastavasse asendisse	1	9,3							1,0	33,48	0,56	0,64	0,0093					
3	aset enne eemaldatud mutri plasttorule, kruvib alt ühenduskohast mutri kinni	1	8,9							1,0	32,04	0,53	0,61	0,0089					
4	võtab teise radika, eemald mutri met torult, aset valmis painut toru met torule (raske), keerab painut plast toru otsa vastavasse asendisse	1	7,7							1,0	27,72	0,46	0,53	0,0077					
5	aset enne eemaldatud mutri plasttorule, kruvib alt ühenduskohast mutri kinni	1	5,2							1,0	18,72	0,31	0,36	0,0052					
6	võtab kolmanda radika, eemald mutri met torult, aset valmis painut toru met torule (raske), keerab painut plast toru otsa vastavasse asendisse	1	17,3							1,0	62,28	1,04	1,19	0,0173					
7	aset enne eemaldatud mutri plasttorule, kruvib alt ühenduskohast mutri kinni	1	5,4							1,0	19,44	0,32	0,37	0,0054					
8	võtab riulist met resti asert lauale	1	2,4							1,0	8,64	0,14	0,17	0,0024					
9	aset radiaatorid (3) raami	1	3,4							1,0	12,24	0,20	0,23	0,0034					
10	toob riulist met liistud 6 tk	1	7,1							1,0	25,56	0,43	0,49	0,0071					
11	aset rad-le a2 tk	1	9,1							1,0	32,76	0,55	0,63	0,0091					
12	kruvib liistud (6) raamile kinni a2 kr	1	16,7							1,0	60,12	1,00	1,15	0,0167					
13	aset raami radikatega kõrvale	1	2,5							1,0	9,00	0,15	0,17	0,0025					
14	võtab riulist pika kitsa met supporti keermekr-ga, keerab insul-d 6 tk kr-le	1	13,6							1,0	48,96	0,82	0,94	0,0136					
15	pingutab võtmega kinni	1	11,7							1,0	42,12	0,70	0,81	0,0117					
16	toob riulist met liistud (laiemad) äärtele 2 tk	1	7,2							1,0	25,92	0,43	0,50	0,0072					
17	kruvib laiema kitsamale mõlemale poole a3 kr	1	15,2							1,0	54,72	0,91	1,05	0,0152					

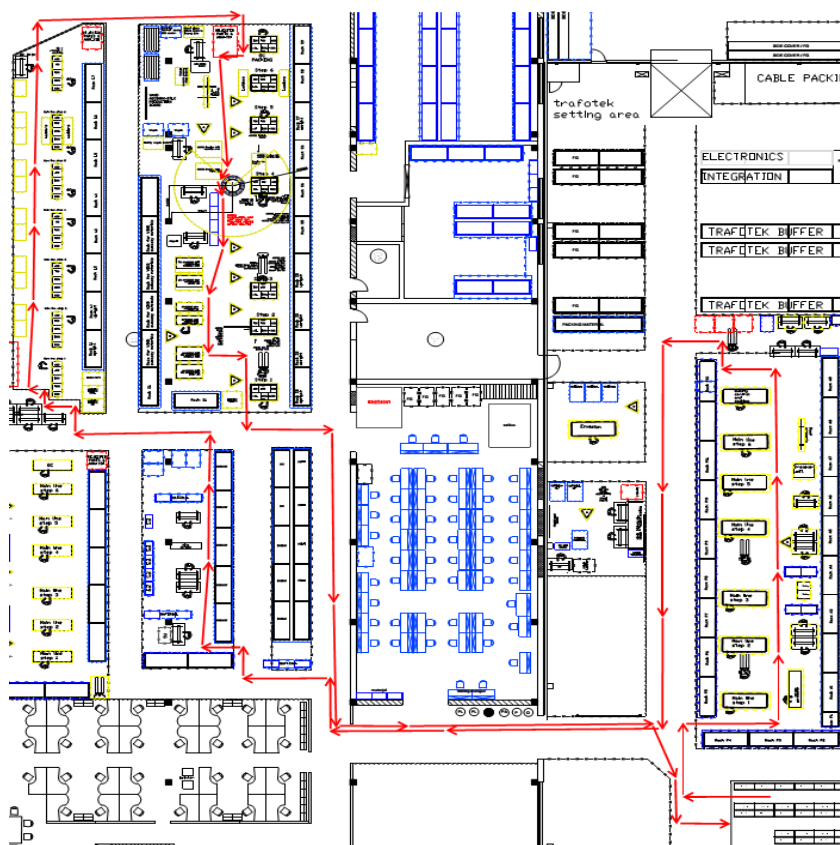
18	keerab ümber, kruvib kitsama kinni mõlemast otsast a2 kr	1	7,9									1,0	28,44	0,47	0,55	0,0079
19	toob riulist 3 pikemat ja 3 lühemat BB	1	8,0									1,0	28,80	0,48	0,55	0,0080
20	aset BB insul-le, kruvib käsitsi a1kr	1	16,7									1,0	60,12	1,00	1,15	0,0167
21	kinnitab kruvikaga, vt et BB oleksid otse	1	19,6									1,0	70,56	1,18	1,35	0,0196
22	märgib markeriga (6)	1	7,0									1,0	25,20	0,42	0,48	0,0070
23	keerab raami ümber	1	3,7									1,0	13,32	0,22	0,26	0,0037
24	aset koostatud radikad raami	1	7,4									1,0	26,64	0,44	0,51	0,0074
25	kruvib radikad raamile, üks külq 4kr	1	10,3									1,0	37,08	0,62	0,71	0,0103
26	kruvib teise külje kinni 4 kr	1	15,6									1,0	56,16	0,94	1,08	0,0156
27	aset riulisse, kirj kleepsu isikl nr	1	10,4									1,0	37,44	0,62	0,72	0,0104

Sele 5. Operatsioonikaart [3]

3. PROBLEEMIDE SELETUS

3.1. Takistatud tarneteekonnad

Sele 6 peal on kujutatud ABB-liinide tarneteekonda. Tarneteekond kuulub ühele komplekteerijale. Asenidplaanilt võib näha, et tarneteekond on mõningates kohtades suhteliselt kitsas ja takistatud. See tõstab oluliselt komplekteerijate tööprotsessi läbiviimiseks kuluvat aega.

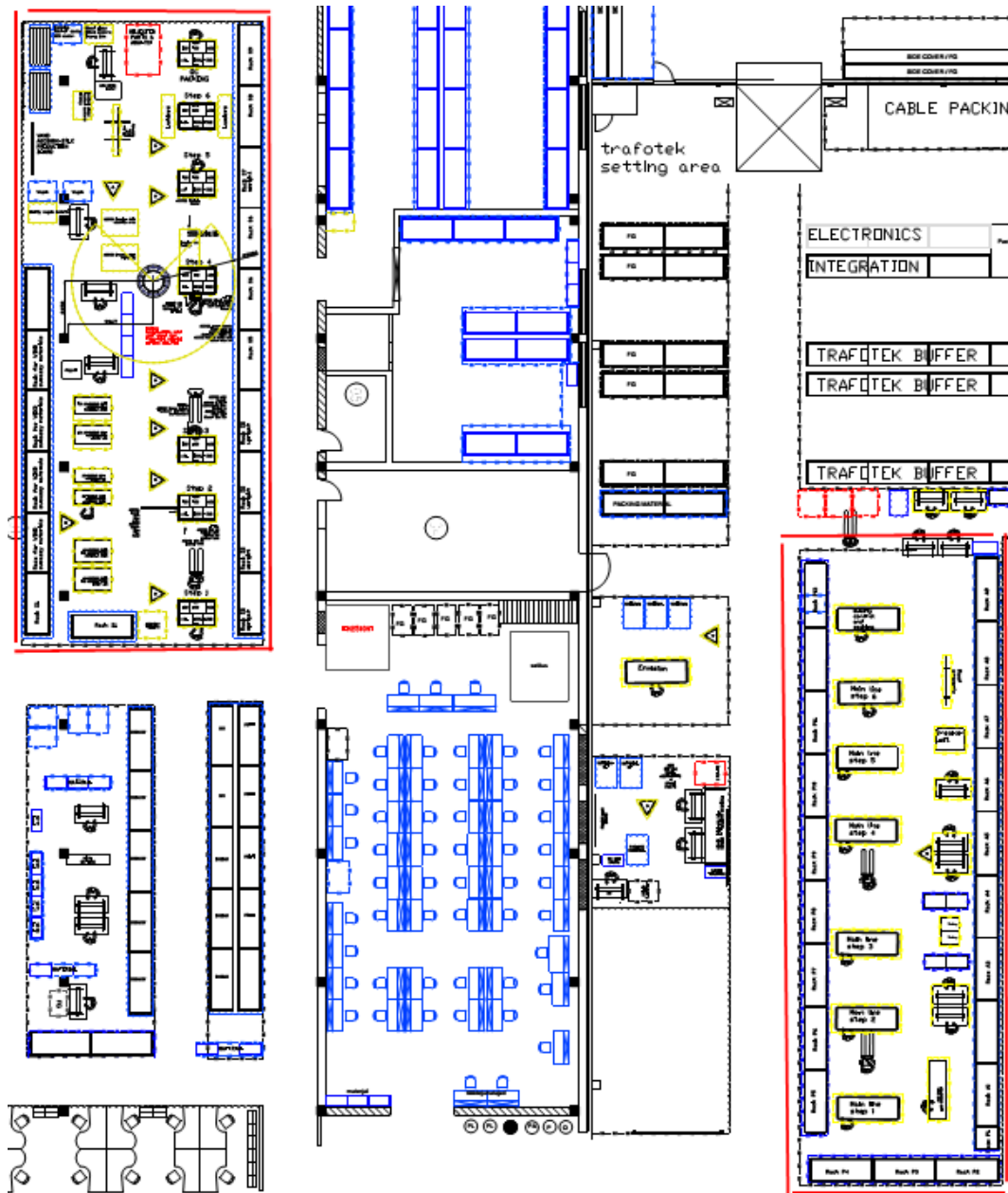


Sele 6. Komplekteerija tarneteekond [3]

3.2. Seadmete toomine teistest tootmistsehhidest

Teisest tootmistsehhist käiakse toomas elektrilist tõstukit, mida kasutatakse mõlemal Wind-tüüpi toomisliinil trafode paigaldamiseks koostu. Sellise tegutsemisviisi tagajärjel langeb efektiivne tööaeg. Juhtus, et elektriline tõstuk oli teisel liinil töös ja operaator kõndis tulutult teise tootmistsehhi. Mõnikord jäi operaator tõstukit ootama, mistõttu tema töövaheaeg sellevõrra

pikenes. Töövahe pikenedes ootavad tasakaalustatud tootmisliinil eelnevad ja järgnevad töövahed. Taktist kinnipidamine on vooltootmise alustala, kus liinide töövahed valmivad ühes kindlas taktis. sele 7 pealt on näha, et tootmisliinid asetsevad üksteisest suhteliselt kaugel.



Sele 7. Kaks Wind tüüpi tootmisliini [3]

3.3. Raskendatud materjalide leidmine

Sele 8 pealt on näha, et ülemistel riulitel asetsevad materjalid kastides. See raskendab oluliselt õige detaili leidmist. Materjalide asukoht on küll tuvastatav koodidega, kuid operaatoritel on pigem meeles detaili füüsiline vorm kui detaili kood. Kasti ülemine äär asetseb maast 195 cm kõrgusel, seega peab operaator olema vähemalt 210 cm pikk, et täistallalt kasti sisse näha.



Sele 8. Materjalide paiknemine riiulitel [3]

3.4. Füüsiliselt rasked tööprotsessid

Raskete tööprotsessidena toob lõputöö autor välja plastiktorude radikate külge ühendamise. Festo kinnituse ja plastiktoru ühendamine tekitas operaatorite kätes lihaskrampe ja väiksemaid kehavigastusi. Selline tegevus oli aeganõudev ja operaator puhkas peale igat sooritust. Selline protsess on vastuolus Euroopa Liidu raamdirektiivi (89/311/EEC) alusel välja töötatud Töötervishoiu ja tööohutuse seaduse (TTOS) “Preventsiooni üheksast printsiibist” neljanda punktiga. See sätestab: “Kohandada töö indiviidi võimetele (töökoha disain, töövahendid, tööprotsess, töömeetodid jne).” [12]

Järgnevalt on lõputöö autor välja toonud Euroopa Liidu raamdirektiivi (89/311/EEC) üheksa printsiipi:

1. Vältida riski;

2. Kui riski pole võimalik vältida, siis tuleb määrata riski suurus;
3. Püüda vähendada riski tekitavat põhjust (riski allikat);
4. Kohandada töö indiviidi võimetele (töökoha disain, töövahendid, tööprotsess, töömeetodid jne.);
5. Töö vastavusse viimine tehnilise protsessiga;
6. Asendada ohtlik töö ohutu või vähem ohtliku tööga;
7. Arendada kõikjal preventsiooni poliitikat (tehnoloogia, töökorralduse, töötingimuste ja sotsiaalse koostöö alal);
8. Anda prioriteet kollektiivsetele kaitseabinõudele;
9. Anda töötajatele kõik asjakohased instruktsioonid.[12]

3.5. Alumiiniumtorude survetestimine

Ühe alumiiniumtoru testimiseks läheb vaja kahe operaatori abi. Üks operaator hoiab toru paigal, teine ühendab testri külge. Lõputöö autori arvates saab seda protsessi lihtsustada spetsiaalsete rakiste kasutuselevõttuga. Sel moel vabaneb üks operaator tööst ning teda saab rakendada teistele operatsioonidele. Selline ümberkorraldus teeb protsessi läbiviimise tunduvalt odavamaks.

3.6. Pooltoodete toomine teistest tootmistsehhidest

Teistest tootmisallüksustest käiakse toomas radikaid ja alumiiniumtorusid. Radikaid ja alumiiniumtorusid tuuakse käsitsi. Ühte tootesse läheb 2 alumiiniumtoru ja 14 radikat. Üks operaator on võimeline korraga vedama ühe alumiiniumtoru või kaks radikat. Selline pooltoodete teistest tootmistsehhidest toomine on lõputöö autori arvates mõttetult aeganõudev ning langetab oluliselt operaatori efektiivset tööaega.

3.7. Liigsed esemed töölaudadel

Lõputöö autor märkas, et eelkooste valmistavatel laudadel asetseb liialt tööks mittevajalikke esemeid. Nendeks esemeteks olid ebavajalikud tööriistad, materjalid ja isiklikud vahendid. Kui laual asetseb liialt mittevajalikke asju, tõstab see tunduvalt operatsiooni läbiviimiseks kuluvat aega. Näiteks on raskendatud vajaliku tööriista leidmine mitmete sarnase otstarbega tööriistade seast. Lisaks võib suureneda praaktoodete arv. Näiteks, kui laual asetsevad üksteisele väga sarnased materjalid, võib tekkida oht, et valmistatavas koostus kasutatakse valet materjali. Praagi ümbertegemisega kulutatakse ülemäära aega ja raha.

4. PARENDUSTEGEVUSED

4.1. Takistatud tarneteekonnad

Tarneteekondade paremaks korraldamiseks otsis lõputöö autor materjali erinevatest infoallikatest. Sobiva materjali leidis lõputöö autor “Äripäeva käsiraamatust”.

Sisemised tarneteekonnad on selgelt määratud protsess toormaterjali või valmistoodete ja nendega seotud info liikumiseks. Tarneteekond toimub kindlaks määratud ladu ning töökohti ühendaval rajal (Sele 9). Liiklus tarneteekondadel käib kindlate intervallidega (näiteks kord tunnis). See tagab, et tootmisoperaatorile tuuakse vaid neid koostisosi või materjale, mida ta vajab, millal ta neid vajab, niipalju kui ta neid vajab ja sinna, kus ta neid vajab. Valmistooted jõuavad kiiresti lattu ning on valmis lähetamiseks. Meetod sobib eriti hästi just kokkupanekutööstuses.[13]

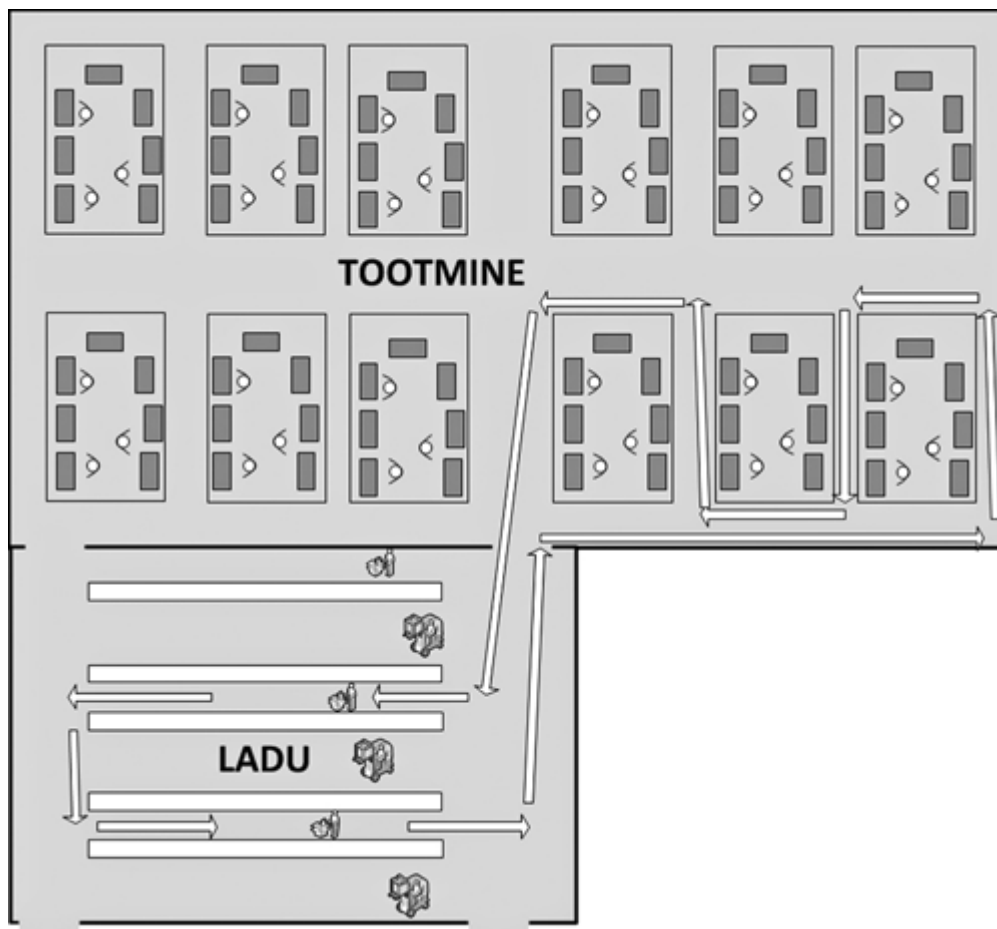
Scanfil OÜ väiksemate kinnitusvahendite ja muude materjalide ladustamiseks on igal liinil stendid. Stendidel asetsevad materjalide karbid. Karpide peal on kirjas materjali kood, laokoht ning vajalik kogus. Süsteem toimib kanbanina. Karbi tühjenedes asetab operaator selle stendile ning võtab sealt täis karbi. Tühi karp annab signaali komplekteerijale vastavate vahendite vajadusest. Protsess peaks toimuma mööda kindlaid tarneteekondi, kuid Scanfil OÜ on need projekteerimata. Sisemiste ja välimiste tarneteekondade projekteerimise aluseks peab võtma mööda tarneteekondi veetavate esemete ning neid vedavate masinate mõõtmed.

Scanfil OÜ tootmisliinide varustamiseks suuremate detailidega on selgelt määratletud välimised tarneteekonnad. Väiksemate kruvide jms. detailidega varustamise teekond on asendiplaanidel ja tootmisliinidel määratlemata. Seetõttu suureneb tunduvalt komplekteerijate tööprotsessi läbiviimiseks kuluv aeg. Mõningates kohtades on tarneteekonnad nii kitsad, et komplekteerija ei pääse oma käruga stendide juurde kruvide jms. karpe täitma. Kärud jäävad kaugemale ning komplekteerija veab käsitsi mitmeid materjalikarpe stendideni. Taoline edasi-tagasi kõndimine on aeganõudev ja väsitav.

Tarneteecondade projekteerimisel tuleb tarneteecondad selgelt määratleda 5S märgistusega. 5S märgistus on korrashoiu süsteem. 5S tagab materjalide jm. kõrvaliste seadmete paiknemise tarneteecondadel. Märgistatud tarneteecondad tõstavad oluliselt komplekteerijate tööprotsessi kiirust.

Komplekteerijate tööülesannete järjekord:

- Koguda tootmises kokku tühjad karbid ning viia lattu;
- Otsida karpidel olevate laoaadresside järgi üles materjalide laokoht;
- Täita karbid nendel oleva info alusel;
- Asetada täidetud karbid kärule või muule transpordiseadmele;
- Viia materjal kasutuskohhta ja samal ajal koguda kokku uued tühjad karbid.



Sele 9. Tarneteecond Äripäeva käsiraamat [13]

Tarneteecondade paremaks kujundamiseks on lõputöö autor kujundanud uue asendiplaani punktis viis.

4.2. Seadmete toomine teistest tootmistsehhidest

Seadmete toomise teistest tootmistsehhidest probleemile on lõputöö autor leidnud lahenduse tootmisüksuste spetsialiseerimisest.

Tootmise paremaks korraldamiseks ja juhtimiseks võib tootmisüksusi spetsialiseerida tehnoloogilisel, esemelisel ja segapõhimõttel.[10: 119]

Asendiplaani kavandamisel tuleb identsed tootmisüksused planeerida üksteisele võimalikult lähedale. See võimaldab tootmisliinidel rakendada kõige efektiivsemaid tehnoloogiaid ning tootmiskorralduse meetodeid. Kui tootmisliinid asetsevad üksteisele võimalikult lähedal, on võimalik soetada kallimaid kvaliteetsemaid seadmeid, mis tõstavad tootmise efektiivsust.

Lõputöö autor on mõelnud uue asendiplaani kavandamisel projekteerida kaks Wind tüüpi tootmisliini paralleelselt üksteisele võimalikult lähedale. See tõstaks oluliselt informatsiooni liikumise kiirust. Tootmisliinidel kasutatakse samalaadseid tootmisseadmeid. Projekteerides tootmisliinid paralleelseks, on võimalik rakendada neile kõige tootlikumaid seadmeid, rakendada kõige efektiivsemaid tehnoloogiaid ning tootmiskorralduse meetodeid.

Spetsialiseerida tuleks ka eelkooste valmistavad allüksused. See võimaldab operaatorite töö kiiret ümberseadistamist. Näiteks, kui ühe Wind tüüpi kabineti nõudlus suureneb, on selle tarvis vajalik valmistada rohkem eelkoostusid. Eelkoostu liinide asetsemise korral üksteisest eraldatult, on nõudluse suurenemise korral vaja rohkem töölaudu. Nõudluse vähenemise korral jäävad need töölaudad seisma ja raiskavad tulutult tootmispinda. Puudub võimalus valmistada eelkoostusid teistele liinidele, sest nende eelkoostu materjalid asetsevad liiga kaugel. Teistes eelkoostudes kasutatavad materjalid asetsevad praegusel hetkel teistes tootmistsehhides.

Tootmisprotsesside paremaks toimimiseks on lõputöö autor kujundanud uue asendiplaani punktis 5.

4.3. Materjalide raskendatud leidmine

Materjalide leidmise kergendamiseks on lõputöö autor teinud ettepaneku muuta materjalide asetust riiulitel. Väiksemad materjalid, mis asetsevad kastides, on otstarbekas paigutada alumistele riiulitele. Suuremad materjalid, mis paiknevad euroalustel, võiks tõsta kõrgemale, kus nad on suurust arvestades niigi nähtavad.

4.4. Füüsiliselt rasked tööprotsessid

Raskete tööprotsesside lahendusena on lõputöö autor teinud ettepaneku spetsiaalse tööriista kasutusele võtuks. Nimelt tuleks lõputöö autori arvates kasutusele võtta plastiktorude laiendamise tööriist (sele 10). See võimaldab toru otsi laiendades vähendada tööaega ning tagada lihtsa ja kiire paigaldamise. Tööriista kasutuselevõtt vähendab operaatori lihaskrampe, kehalisi vigastusi ning puhkeaega torude ühendamise vahel. Lõputöö autori arvates tõstab see ka operaatorite motivatsiooni ning raskete tööprotsesside vältimist.



Sele 10. Torulaiendamise tööriist [14]

4.5. Pooltoodete toomine teistest tootmistsehhidest

Materjalide käsitlemise paremaks planeerimiseks on lõputöö autor otsinud infot erinevatest allikatest.

Materjalikäsitus hõlmab liikumist, ladustamist ja materjali kogust kogu protsessi vältel.

Materjalikäsitus keskendub peamiselt järgmistele punktidele:

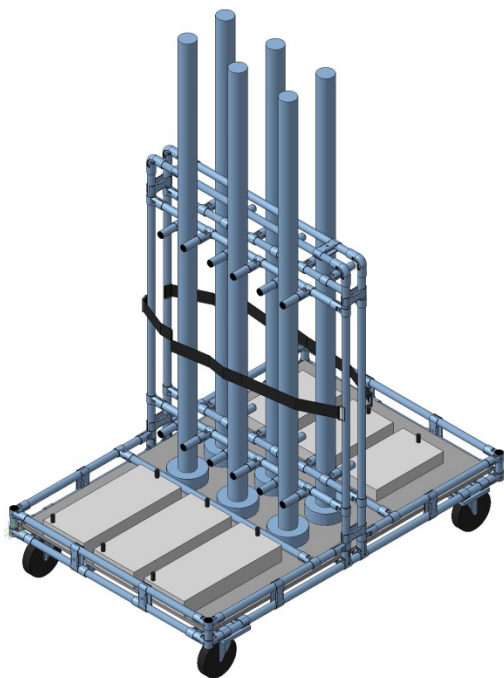
- Vajalik materjal (toormaterjal, tootmises olev materjal ja valmistoodang) tuleb tarnida perioodiliselt ühest kohast teise.
- Tootmisprotsess ei tohi olla takistatud või kliendi nõudlus ei tohi kannatada tänu varakult või hilja saabunud materjalide pärast.
- Materjalide saabudes peab olema kindlustatud, et nad pandaks õige koha peale õiges koguses ja õigel ajal.
- Piisav hoiuruum tuleks tagada nii ajutistele kui ka püsivatele materjalidele.

Materjalide käsitlemise parendamine käib käsikäes teiste parendustega (näiteks asendiplaani ja töötingimustega).

Peamised kasud materjalide käsitlemise parendamisest on:

- Vähendatud käitluskulud (tööjõukulud, materjali maksumuse ja üldkulud) saab vähendada tänu efektiivsele materjalidega ümberkäimisele.

Ülaltoodud infole tuginedes on lõputöö autor teinud ettepaneku nn. kanban-käru kasutusele võtmiseks. Kanban kärud on spetsiaalselt disainitud alumiiniumtorude vedamiseks. Lõputöö autor on disaininud kanban-käru. (Sele 11).



Sele 11. Disainitud kanban käru [3]

Tõmbesüsteem (pull system) koosneb kahest komponendist: 1) füüsiline voolus, kus materjali tõmmatakse ja ei lükata (push) süsteemist läbi, nn tõmbe vool. See tähendab, et täiendatakse sama palju materjali, kui on vaja materjali, nn kanban (jaapani keeles signaal ehk märguanne).[2: 101]

Kanban on signaalisüsteem. Signaalina kasutatakse tavaliselt signaalkaarte ehk kanbankaarte. Süsteem toimub tavaliselt kahe või kolme signaalkaardi abil. Signaalkaardide arv sõltub materjali vajaduse tihedusest, kogusest ning uue partii tegemise- või tarnimisajast. Signaalkaardid ringlevad tootmisallüksustes, laos, varustajate käes. Kanban kaardile märgitakse materjali kood, nimetus, materjali aadress laos, kasutuskoh, kogus, karbi tüüp ja töövahed. Töövahed kirjutatakse kanban kaartile, siis teab eelnev operatsiooni sooritaja, kuhu materjal edasi viia. Kanbani lõppkasutajaks on

klient (näiteks tootmine). Kui tootmises saab materjali kanban kogus otsa, võetakse kaart ning viiakse varustaja kätte (näiteks laos). Varustaja saab signaali, et vastavat materjali on vaja toota või tellida. Taoline süsteem vähendab varusid ning ületootmist, ennetab praaki, mõttetut ootamist, lühendab valmistusaega. Suureneb kauba ringlus laos.

Kui operaatoril saab materjal karbist otsa, esitab ta “tellimuse” uuele kogusele kanban-kaardiga. Materjalikarp täidetakse laos, pannakse kaart nähtavale kohale materjalide juurde karpi ning tuuakse liinile tagasi.

Kanban-kaardina kasutab lõputöö autor kärke. Kärud kannavad signaali andvat funktsiooni. Tühi kärud jõuab tagasi tootmisallüksusesse ning annab tootmisallüksusele signaali valmistada järgmine partii torusid. Kanban süsteemi kasutades tuleb sooritada vastavad kalkulatsioonid vajaminevatest kärudest.

Alljärgnevalt (Sele 12) on lõputöö autor teinud kalkulatsiooni vajalikust hulgast kanban-kärudest, kasutades Scanfil OÜ kanban kalkulaatorit.

Keskmine päevane vajadus	4
Täiendamise ooteaeg (päevi)	2
Ohutegur (%)	4%
Konteineri mahutatavus	6

Vajatud hulk kanban kaarte: 2

Sele 12. Kanban kalkulaator [3]

Kalkulaatorisse on sisestatud andmed keskmise päevase vajaduse kohta. See tähendab, mitu detaili keskmiselt päevas vajatakse. Teisele reale on märgitud täiendamise ooteaeg. See tähendab, kui kaua läheb tootmisallüksusel uue partii valmistamiseks. Torude külge liimitakse festokinnitused, mille järel peavad torud kuivama 24 tundi. Sellest lähtuvalt valis lõputöö autor uue torude partii saamise ooteajaks kaks päeva. Ohuteguri all mõistetakse enamasti praaki partiisid ja hiline. Lõputöö autor on teinud mõningaid uuringuid. Ta on leidnud, et praaki toodetakse 25-st torust üks ja torude tõttu liiniseisakuid ei ole olnud. Sellest järeldades $100/25 \cdot 1 = 4\%$ on ohutegur. Konteineri mahutatavuse aluseks võttis lõputöö autor kuus, sest kärud on disainitud 6-le torule. Seejärel lõputöö autor arvutas Scanfil OÜ poolt loodud kalkulaatorit kasutades ABB Windi koostamisliinile vajaminevate kanban-kärude hulga.

4.6. Alumiiniumtorude survetestimine

Tööoperatsioon sooritatakse statsionaarsel töökohal. Tööprotsessi plaanimise eesmärgiks on töö sooritamise viisi lihtsustamine ning vajalike liigutuste optimeerimine.[10: 238]

Parima lihtsustamisviisi leidmiseks on üks võimalus:

1. Vaadelda, kuidas erinevad töölisel sooritavad tööoperatsiooni ning analüüsida selle elemente. [10: 238]

Uurimuse aluseks oli kaks kolmeliikmelist operaatorite rühma, sest operatsiooni sooritati paaris. Analüüsi tulemusena lõputöö autor järeldas, et alumiiniumtorude koostamine valmistas raskusi kõigile uurimuses osalenud operaatoritele. Analüüsides torude koostamise protsessi, on lõputöö autor kujundanud spetsiaalse rakise. Muudatus võimaldaks operaatoril torud kindlalt lauale kinnitada. Testimiseks kinnitatud torud ei liiguks enam laua suhtes. Rakise kasutusele võtul oleks välistatud, et torud laualt maha kukuvad ning seetõttu deformeeruvad. Rakise kasutusele võtmine asendaks ühte operaatorit, keda oleks võimalik rakendada muudele protsessidele.

Lisa ühena on lõputöö autor välja toonud spetsiaalse rakise.

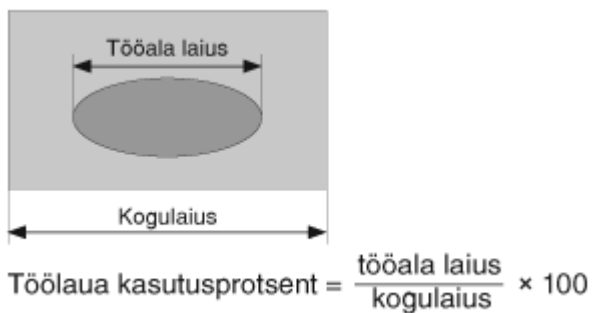
4.7. Liigsed esemed töölaudadel

Töölauda planeerides tuleb esmalt hinnata, kui suurt tööpinda vajab operaator väärtust lisavaks tööks (Sele 13). Liiga suurele tööpinnale hakkavad kogunema isiklikud esemed, praht, hetkel mitte vajalikud detailid, materjalid, tööriistad jms. Ebavajalike esemete kogunedes suureneb oht praaktoodetele. Näiteks kui laual asetseb mitmeid üksteisele sarnaseid, kuid mõõtmelalt veidi erinevaid detaile, on oht kasutada valet detaili. Samuti suureneb protsessi läbiviimiseks kuluv aeg, otsides pidevalt mitmete detailide, tööriistade jms. seast õiget (Sele 14).

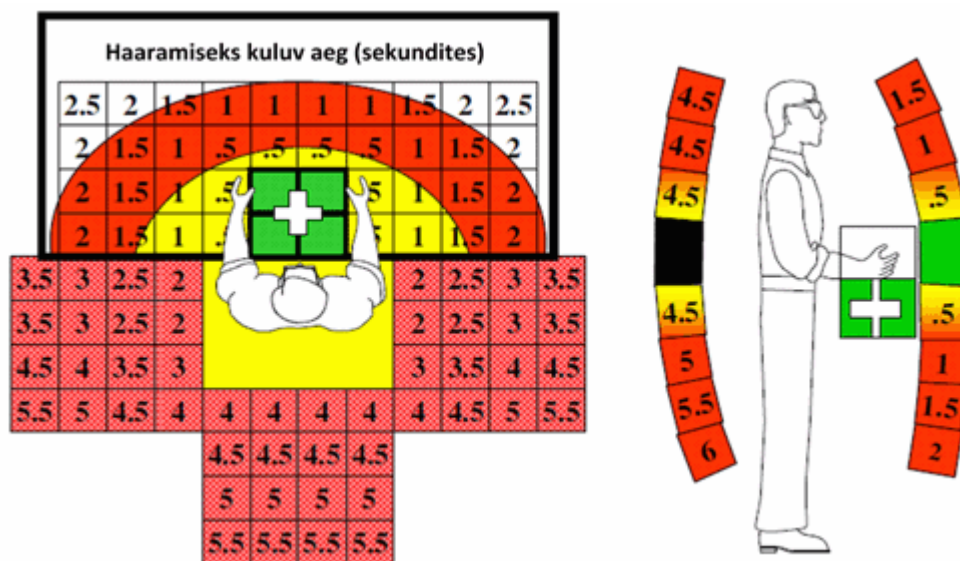
Infot sobiliku laua disainimiseks ning valemi töölaua kasutusprotsendi arvutamiseks leidis lõputöö autor „Äripäeva” raamatust.

Töölaua suurus.

Esiteks tuleb kindlaks määrata vajaminev suurus. Mittevajalikku pinda tuleb jätta võimalikult vähe. Põhirõhk panna vajaminevale tööala laiusele. [13]



Sele 13. Töölauda kasutusprotsendi arvutamine [13]



Sele 14. Tööalad ja haaramiseks kuluv aeg sekundites [13]

Töölauda suurus mõjutab otseselt töö kiirust ja ergonoomikat. Tööks kõige mugavam ja kiirem ala on umbes küünarvarre kaugus kehast. Selles alas peaks toimuma enamik liigutusi ja töid. Mida kaugemale töölaual tuleb küünitada, seda ebamugavam, väsitavam ja aeganõudvam see on. Väiksem ja praktilisem töölaud annab suuremat ruumi tarneteekondadele.[13]

Töölaudade planeerimisel tuleb lähtuda nendel valmistatavate koostude mõõtmetest, kaalust ja juurdepääsust. Raskete ning igast küljest juurdepääsu vajavatele koostudele tuleb disainida spetsiaalsed rakised. Kerged ja mitmest küljest ligipääsu mittevajavad koostud koostatakse töölaudadel.

Laudade planeerimisel on vajalik teada töö sooritamise asend. Kas tööd saab teha istudes või seistes. Koostude valmistamine, mis nõuab juurdepääsu igast küljest, on efektiivsem ning kiirem teha seistes. See võimaldab ka operaatoril paremini liikuda tööruumi ümber. Pole vaja toole, mille arvelt vabaneb põrandapinda ning suureneb tööruum. Jalgadele on see muidugi koormav.

Väiksemate ja kergemate koostude valmistamiseks sobib paremini istuv asend. Võimaldab konsentreeruda detailile ning teha tööd täpsemalt. Jalad puhkavad, kuid pidev pinges kael koormab õlavöödet.

Suuremate ja raskemate koostude rakised tuleb disainida ratastele. Need on koostud, mis valmimisel veeretatakse koos abilauaga peakoostu juurde ning tõstetakse abilaudade pealt spetsiaalse seadmega kappi.

5. ASENDIPLAANI PLANEERIMINE

5.1. Asendiplaan

Asendiplaan on tootmishoone terviklik või osaline kokkusobitamise kavandamine. Asendiplaanil on võimalik kavandada pinna kasutust, materjalide ja muude seadmete liikumist.

Läbimõeldud asendiplaan parandab materjali, pooltoodete ja info liikumist töökohal ja töökohtade vahel, lihtsustab operaatori tööd, võimaldab töötajate arvu töörakus vajaduse järgi muuta, aitab maksimeerida töö- ja põrandapinna kasutust.[13]

Asendiplaani kavandamisel on vajalik läbi mõelda protsesside loogiline toimumise järjestus. Järgnevad protsessid peavad asetsema üksteise kõrval, mitte läbisegi. Materjal peab läbi tootmishoone liikuma võimalikult sirgjooneiselt. Alustades laost, läbides tootmisprotsessid ning lõpetades valmistootena puhvris.

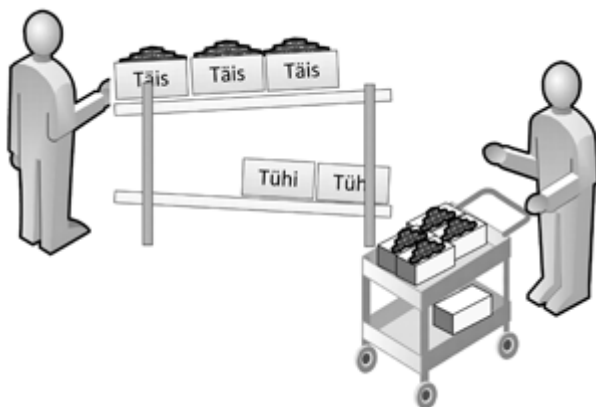
Teiseks on asendiplaani kavandamisel vaja läbi mõelda materjalide loogiline liikumine. Pooltooted ja materjalid liikugu tootmisüksustesse neid valmistavatest üksustest võimalikult lähedalt.

Riiulitel asetsevate materjalide kiiremaks ja lihtsamaks kättesaamiseks tuleks need kavandada tootmisüksusele võimalikult lähedale. See tagab protsessi kiire läbiviimise. Riiulite planeerimisel tuleb neile jätta hea ligipääs. Kõik materjalid peavad olema hästi kättesaadavad. Pooltoodete ja väiksemate materjalide tarnimiseks tootmisüksusesse tuleb kujundada tarneteekonnad.

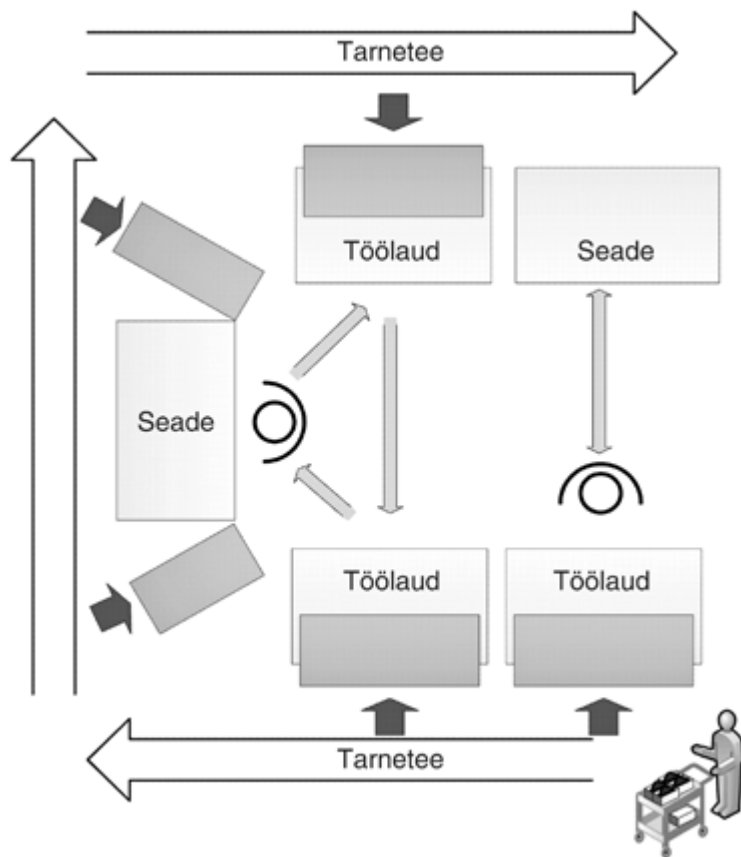
Tarneteekonnad tuleb kavandada vastavalt teekondadel liikuvatele kärudele jms. Tööprotsesside kavandamisel tuleb lähtuda nende läbiviimiseks vajaminevast ruumist. Tööprotsess ei tohi olla takistatud vähesel ruumi pärast. Suuremate seadmete jaoks tuleb kavandada asendiplaanil kindel hoiustamiskoht, mis tagaks seadme kindla kättesaamise. Hoiustamiskoha planeerimata jätmisel võib see ruumi vähesuse tõttu liinile mitte mahtuda. Ta võib paikneda suvalises kohas ning takistada seejuures protsessi läbiviimist. Vajalikul hetkel võib paikneda hoopis kaugel ning siis peab otsima hoiukohta või tooma kaugelt. Taoline olukord suurendab ebaefektiivset töö aega.

Materjalid peavad liikuma tootmisüksustesse väljastpoolt sissepoole (Sele 15). Operaatori töö ei tohi olla segatud materjali riulisse asetaja töö tõttu (Sele 16). Tühjad karbid jms. peab liikuma töörakust väljapoole. Seadmete asukoha kindlaks määramiseks tuleb asendiplaanil kavandada asukoht, kasutades 5S märgistust. Märgistus annab hea ülevaate ruumi kasutamise võimalustest.

Tehaseplaani kavandamisel tuleb suurt rõhku pöörata mõõtkavale. Tootmistsehhi seadmete ja muude asendiplaanile kavandatavate esemete mõõtmed peavad olema vastavuses reaalsatega, kuid oluliselt vähendatud mõõtkavas. See annab parima ülevaate ruumi kasutusvõimalustest ning kitsaskohtadest.



Sele 15. Materjalide liikumine töörakku [13]



Sele 16. Materjalikäsitlus töörakus pealtvaates [13]

Tootmisliinide planeerimiseks on võimalus anda neile mitmeid kujusid. Tootmisliinide kuju sõltub suuresti tootmistsehhi mõõtmetest ja materjali riulite arvust. Tootmisliinide kujusid on peamiselt kaks. Tootmisliinide kõige tavapärasemaks kujuks on I-kuju. See on tootmisliin, kus tooted liiguvad sirgjooneliselt. U-kujuline liin, kus tooted liiguvad U-kujuliselt. Mõlematel liinidel on omad eelised. Näiteks paraneb U-kujulistel tootmisliinidel info ja operaatorite liikumine. Tunduvalt saab vähendada tootmisliini all olevat tootmispinda. I-kujuline tootmisliin on sobivam tsehhi, kus on palju riuleid ning kitsas pind.

Lõputöö autor on oma tootmistsehhi kavandamisel lähtunud tootmistsehhi mõõtmetest ning materjali kogustest. Scanfil OÜ on tootmistsehhis palju riuleid ning pind suhteliselt kitsas. Parima paigutuse saavutas lõputöö autor siin kasutades I-kujulist tootmisliini. Asendiplaanil on jäetud küllaldaselt ruumi töövahede ja materjali riulitele, tagamaks piisava juurdepääsu riulitele. Seadmete paiknemiseks on lõputöö autor kujundanud spetsiaalsed kohad 5S märgistusega, vajaminevatele protsessidele võimalikult lähedale.

5.1.2. Modelleerimine

Asendiplaani kavandamine oleneb suuresti kavandatava mahu suurusest. Üksikute töökohtade või väiksemate tootmisprotsesside planeerimiseks aitab papist tööprotsessi kavandamisest reaalsele pinnale. Hiljem plaanitakse kavandada vastav plaanitav protsess (Sele 17). Suuremate protsesside planeerimiseks aitab tootmispinnale maha laotavatest paberitest (Sele 18). Paberist tuleb välja lõigata vastava tootmisprotsessi suurused paberid ja laotada need põrandale, kuhu protsess plaanitakse kavandada. Tootmistsehhide planeerimiseks on kõige parem kasutada selleks ette nähtud programme (autocad) või paberile joonistada.

Lõputöö autor on enda kavandatud asendiplaani suuruseid kujundanud autocad programmiga.



Sele 17. Tööraku pappkastide abil kujundamine [13]



Sele 18. Tööraku 2D-modelleerimine põrandal [13]

Sele 19 peal on lõputöö autor välja toonud kavandatud uue asendiplaani 2D joonise.

5.2. Tehase asendiplaani analüüs

Tehase asendiplaani analüüsidest tuleb lähtuda protsessidest. Tehase asendiplaani analüüsiks peab hindama kavandatavate peateede ja kõrvalteede asetust ja suurust. Peateedel toimub riiulite täitmine tõstukitega. Peateesid kavandades on lõputöö autor võtnud arvesse materjali riiuleid teenindavate elektritõstukite manööverdamisraadiused. Väga tähtis on, et peateed oleksid piisavalt laiad, et tõstukid mahuksid riiuleid täitma. OÜ Scanfil kasutatakse tõstukeid, mis suudavad keerata ümber 2,5 m laiusel teel. Lõputöö autor on kujundanud peateed 2,8 m laiuseks, et peateele jääks ohutusvaru. Kõrvalteesid kavandades on lõputöö autor lähtunud neid teenindavate kärude ja pooltoodete rakiste mõõtmetest. Kõrvalteed on kavandatud asendiplanidel 1,2 m laiuseks. Kõige laiem veetav rakis on 1m laiune. Seega mahub ka kõige laiem rakis teedel liikuma.

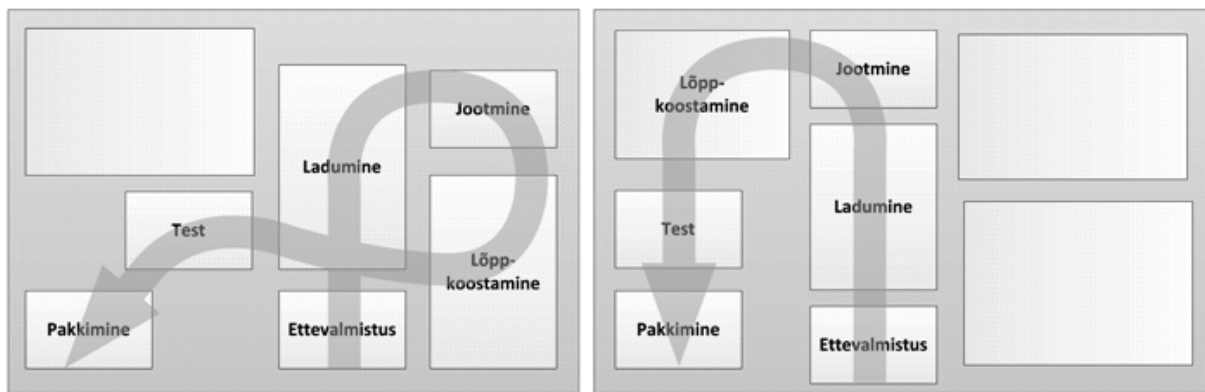
Analüüsidest tuleb uurida ka riiulitele juurdepääsu. Kui kõikidele materjali riiulitele on ligipääs tagatud mõlemalt poolt, on asendiplaan hästi kavandatud.

Hea moodus asendiplaani analüüsimiseks on nn. spagetidiagramm (Sele 20) joonistada materjali liikumisteedekonnad asendiplaanile. Hea lahenduse korral ei ristu materjalivooge kujutavad jooned asendiplaanil ning liikumismaa ühest kasutuskohast teise on lühike.[13]

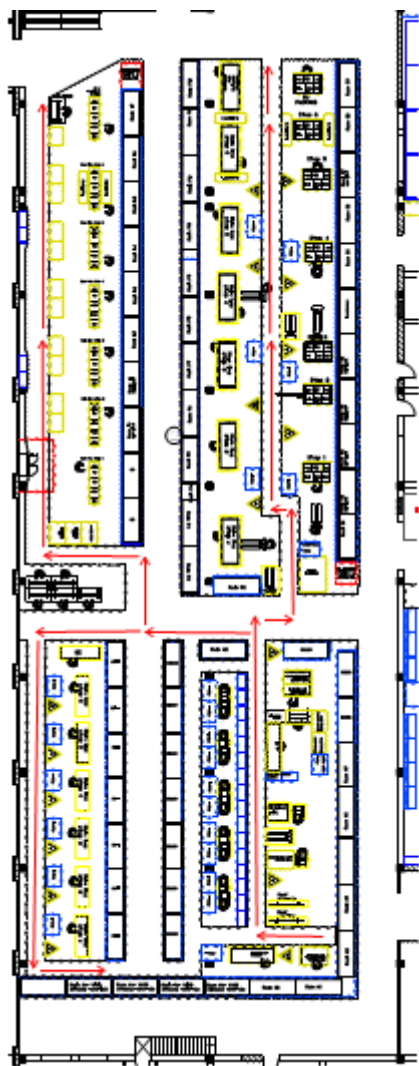
Lõputöö autor on teinud oma asendiplaani analüüsidest eelkoostude tarneteekonnast nn. spagetidiagrammi (Sele 21). Asendiplaanilt on selgelt näha, et materjalivooge kujutavad jooned ei ristu. Seega on asendiplaan hästi kavandatud.

Tehase asendiplaani kavandamisel tuleb lähtuda protsessi loogilisest järjekorrast ja materjalivoogudest. Seotud protsessid peavad asuma üksteise kõrval. See võimaldab vähendada materjalide ja pooltoodete liikumiseks kuluvat aega, pooltoodete puhvraid protsesside vahel ja operaatorite tööaega.[13]

Kavandatud asendiplaanil asetsevad järgnevad töövahed üksteise kõrval. See tagab toodete kiire liigutamise järgmisse töövahesse. Kui töövahed asetseksid üksteisest kaugel võtaks toodete liigutamine ülemäära kaua aega.



Sele 20. Asendiplaan enne ja pärast optimeerimist [13]



Sele 21. Spagetiagramm [3]

5.3. Valmistoodangu tarneteecond

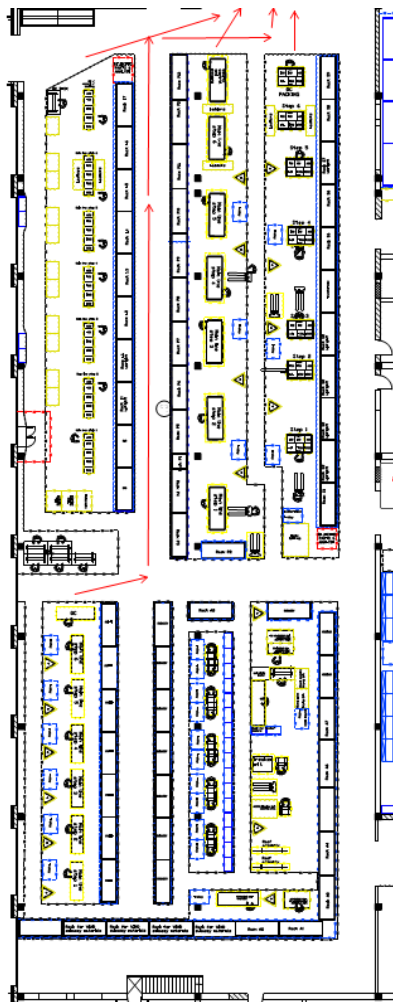
Valmistoodangu tarneteecond peab järgima sama loogikat, sest lõppeesmärgid kattuvad.

Valmistoodangule kuluvat pinda tootmises tuleb vähendada ning toodang peab võimalikult kiiresti lattu jõudma.

Scanfil OÜ valmistoodete tarnekäikudel:

- kogutakse valmistoodang tootmisliinidelt;
- viiakse toodang puhvrissse;
- kogutakse kokku tühjad pakkematerjalid;
- viiakse pakkematerjal tootmisliinidele ning korjatakse liinidelt toodang.

Sele 22 pealt on näha lõputöö autori uue asendiplaani valmistoodangu tarneteecond.



Sele 22. Valmistoodangu tarneteecond [3]

5.4. Töötingimused

Töölistele on väga oluline tagada puhtad, turvalised ning mugavad töötingimused. Asendiplaani kavandamisel on vaja arvesse võtta 5S. See hoiab ära materjalide paiknemise valedes kohtades, mis võib tekitada tööõnnetusi. Uuringud on tõestanud, et heade töötingimuste tagamisel on positiivne mõju tootlikkusele. Alljärgnevalt on mõned tavalised kaalutlused töötingimuste parendamiseks:

- Parandada töökohtades valgustust ning likvideerida varjud;
- Parandada töökohtades temperatuuri ning mugavuse seisundit. See hoiab ära soojustäsimuse ning krambid operaatoritel. Ebamugavad töökohad tekitavad operaatorites tihti stressi ning produktiivsus langeb;
- Tagada piisav ventilatsioon;
- Edendada korralikkust, puhtust ning töökorraldust (5S). Need vähendavad tööõnnetusi, parandavad põrandapinna kasutamist ning töötajate moraali;
- Tagada töötajatele isikukaitsevahendid;
- Tagada hästi formuleeritud esmaabiprogramm.

5.3.1. 5S meetod

Viie S-I meetod on töökorralduse ja töökeskkonna parendamise Jaapani süsteem. Ühtlasi on ta timmitud tootmise (sh20 võtme) üks esmaseid ja lihtsamaid vahendeid. Viis S on viie jaapanikeelse sõna algustähed. Sõnad tõlgitavad järgmiselt:

Seiri - selgita välja, sorteer

Seiton - sea korda

Seiso - saavuta puhtus

Seiketsu - standardiseeri

Shitsuke - seisundi hindamine.

Viis S on täpne ja range lähenemine korrashoiule, mis näeb ette järk-järgulise distsiplineeritud mooduse kehtestada protsessid, mille abil hoida korras puhas ja efektiivset töökeskkonda. Viis S on eelkõige töökohtade ja ladude efektiivse (tootliku) organiseerimise meetod, mis säästab aega ja tõstab töökultuuri. Viis S võimaldab kiiresti vabaneda/elimineerida tootmises (töökohtadel) kogunenud mittevajalikust ja välistada selle edasine teke. Viie S printsiibid on universaalsed, suhteliselt elementaarsed ja kergesti (väikeste töö-ning kapitalikuluga) rakendatavad kõikjal. [12: 92]

5.3.1.1. Selgita välja

Tuleb leida (otsustada, sorteerida, eristada), mis asjad (tööriistad, detailid, dokumendid jne.) on vajalikud ning mis mitte. Mittevajalikud tuleks eemaldada või paigutada sinna (näiteks lattu), kus nad ei sega. [12: 92]

5.3.1.2. Sea korda

Tuleb leida igale asjale oma koht, mis on kõige lähemal kohale, kus seda asja kõige sagedamini kasutatakse. Vajalikud asjad tuleb hoida õiges (optimaalses) kohas. Teatud töövahendid võib spetsiaalselt markeerida, et nad oleksid kergelt leitavad ja oma kohale tagasi pandavad. Ka tööasjade hoidmiskohad võib markeerida. [12: 93]

5.3.1.3. Saavuta puhtus

Viie S evitamisel tuleks teha suurpuhastus. Tuleb kõrvaldada mustuse algallikad, kõrvaldada lekked jms. Loomulikult peavad olema vajalikud vahendid puhastamiseks (vastavalt puhastusvahendite nimekirjale) ja koht, kus neid hoida. Võiks koostada puhastuste protseduurireeglid (kes, mis, millal, miks, kus, kuidas, kui kaua), mida tuleks regulaarselt (vastavalt graafikule) täita pärast esimest suurpuhastust, et aidata säilitada puhastustaset. Pidevalt tuleb otsida võimalusi parendusteks, et teha puhastamine kergemaks, kvaliteetsemaks ja efektiivsemaks. [12: 93]

5.3.1.4. Standardiseeri

Tuleb võimalikult täpselt defineerida puhastamise ja korrastamise ülesanded, kasutades lihtsaid ja näitlikke reegleid ning vahendeid. Selgitamiseks võib kasutada jooniseid, fotosid, värve jm. Näitlikku. Standardiseerimiseks võiks välja töötada hoolduse ja puhastuse plaanid, ajakavad, kontrolltahvlid (-lehed) jms. [12: 93]

5.3.1.5. Seisundi hindamine

Tuleb läbi viia regulaarseid kontrole (igapäevaseid, -nädalasi ja -kuiseid) ning hindamisi (ruumid, töökohad, töötajad). Seejuures tuleb hinnata ja vajadusel parendada ka reegleid, nõudeid, protseduure jms. Sellega võib kaasneda töötajate informeerimine ja koolitamine. [12: 93]

5.4. 5S-i rakendamine

Lõputöö autor on asendiplaani kavandamisel võtnud arvesse 5S süsteemi. Asendiplaanidel on selgelt määratletud esemete paiknemise. See hoiab ära seadmete ja materjalide paiknemise valdel kohtadel ning tagab tööohutuse ja tõstab efektiivse tööajafondi. 5S süsteem hoiab vabana ka

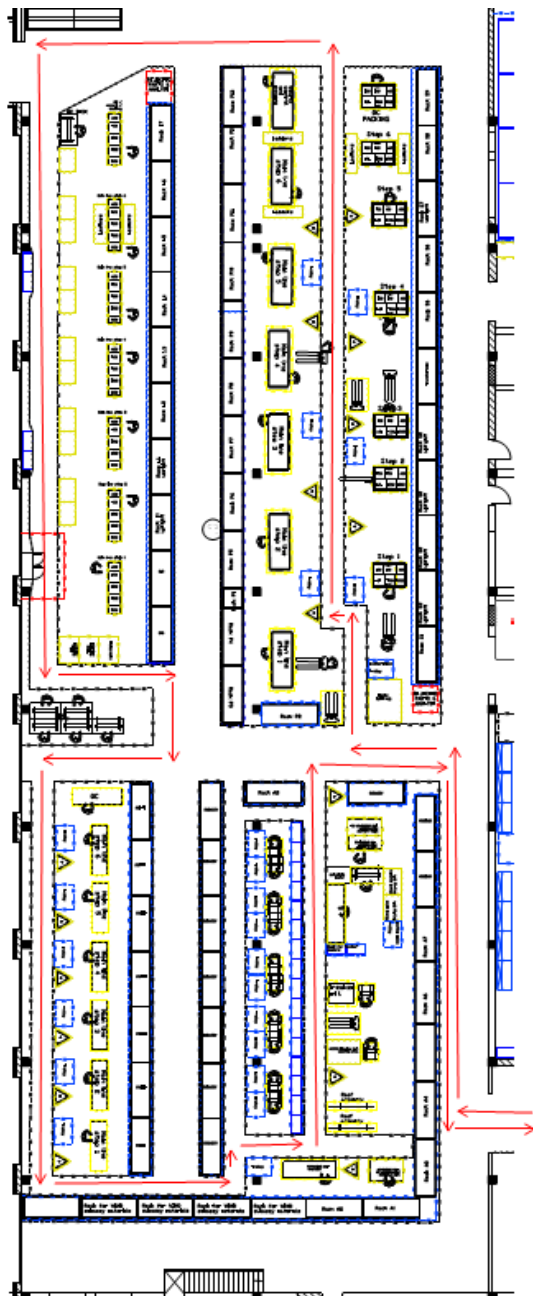
sisemised tarneteekonnad, mis lihtsustab komplekteerijate tööd. 5S süsteemi tuleks rakendada ka töölaudadel, et hoida töölaudade puhtust ja korrektsust. 5s süsteemi tuleks tutvustada kõigile operaatoritele ja tagada sellest kinni pidamine. 5S süsteemil on positiivne mõju tootlikkusele. Kui kõik materjalid ja tööriistad asetsevad neile kindlaksmääratud kohtadel, on võimalik tööprotsesse kiiremini läbi viia. Töölaudadelt kaoksid ebavajalikud materjalid ning kiiremini saaks leida õige tööriista.

Sinisega on asendiplaanidel märgistatud materjalide paiknemise kohad. Punase joonega praagi ala. Musta joonega on märgistatud liiklustee. Kollasega tööala.

6. HINNANG KAVANDATAVALE ASENDIPLAANILE

6.1. Tarneteekonnad

Kavandatud asendiplaanil on selgelt märgistatud liinidevahelised sisemised tarneteekonnad. Kavandamisel on lõputöö autor märgistanud tarneteekonna 5S märgistusega. Tarneteekond on märgistatud valge joonega, mis tähendab kergliiklusteed. 5S märgistus hoiab ära asjade paiknemise tarneteekonnal. Komplekteerija pääseb lihtsamini oma käruga stendide juurde kruvide jms. karpe täitma. Hinnanguliselt on materjalistendid kergemini ligipääsetavad ning lihtsustab ja kiirendab tunduvalt komplekteerija tööprotsessi. Kavandatud tarneteekond on näidatud sele 23 peal.



Sele 23. Uue asendiplaani tarneteekond [3]

6.2. Seadmete toomine teistest tootmistsehhidest

Sele 24 peal on lõputöö autor välja toonud kaks Wind tüüpi tootmisliini, mis eelnevalt asetsesid erinevates tootmistsehhides. Uuel asendiplaanil asetsevad nad paralleelselt. Elektrilist tõstukit saab nüüd lihtsasti ühelt tootmisliinilt teisele rakendada. Enam ei ole tulutuid pendeldamisi tootmistsehhide vahel. Uus asetus tõstab tunduvalt efektiivse tööaja fondi ja informatsiooni liikumise kiirust.

Kui algselt asetsevad tootmisliinid üksteisest 70 m kaugusel ja inimese liikumiskiirus on 1,4 m/s [16] saame kiiruse valemit [15] kasutades, et selline tegevus võtab aega :

$$V = \frac{S}{t} \quad V[\text{m/s}] - \text{kiirus}$$
$$S[\text{m}] - \text{teepikkus}$$
$$t[\text{s}] - \text{aeg}$$

tuletades kiiruse valemist aja saame, et $t = \frac{S}{V}$

$$t = \frac{70}{1,4} = 50 \text{ sekundit.}$$

Päevas kasutati elektrilist tõstukit mõlemal liinil kaks korda. See teeb:

$$50 \times 3 = 150 \text{ sekundit.}$$

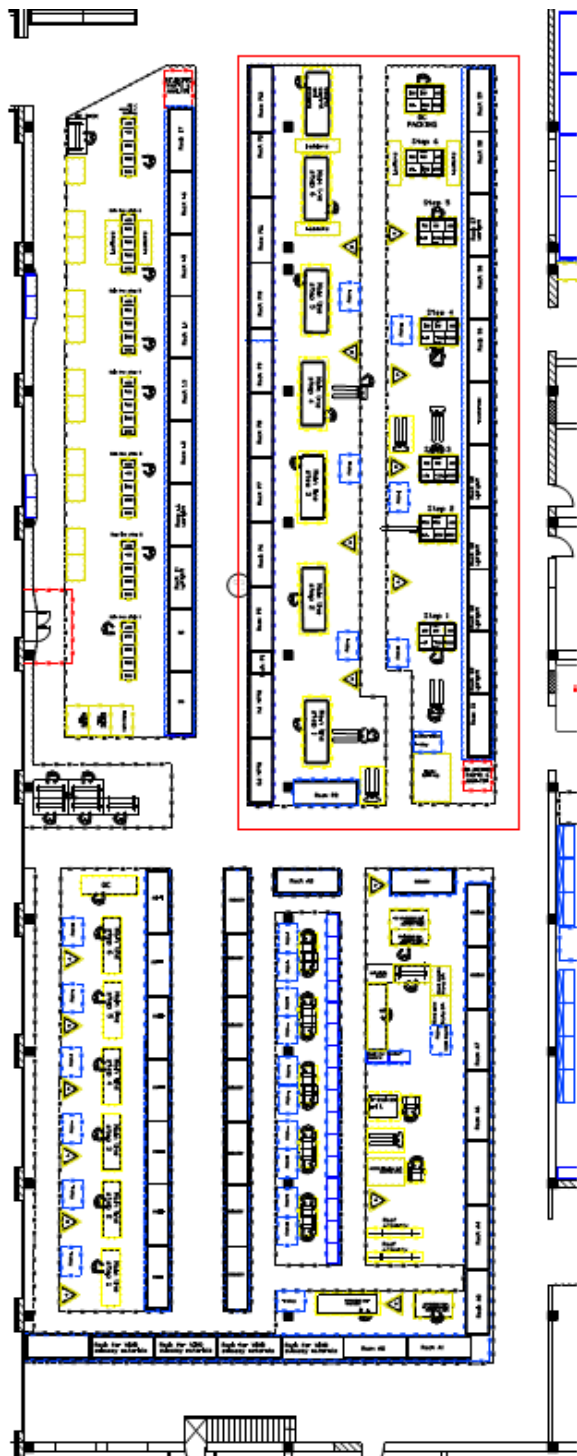
Uuel kavandataval asendiplaanil asetsevad tootmisliinid üksteisest 4 meetri kaugusel, ning see võtab aega::

$$t = \frac{4}{1,4} = 3 \text{ sekundit}$$

Kuu ajalise edasi-tagasi käimise arvelt hoiaks ettevõtte kokku:

$$20 \times 150 = 3000 \text{ sekundit}$$

$$\frac{3000}{60} = 50 \text{ minutit}$$



Sele 24 Wind tüüpi tootmisliinid [3]

6.3. Pooltoodete toomine teistest tootmistsehhidest

Sele 25 pealt võime näha, et pooltoodete tootmisliin asetseb teistest tootmisliinidest eraldi. Mööda kergliiklusteed on lõputöö autor mõelnud vedada ka eelkoostusid. Süsteem toimub käru ja riiul kanbanina. Kui tootmisliinil saavad pooltooted kärult otsa, läheb operaator eelkoostuliinile ja täidab

käru ära. Samas annab see signaali eelkooste valmistavale operaatorile, et eelkoostud on riulist otsas ning hakkab vastavaid eelkoostusid riulisse valmistama.

Allolevatelt arvutustelt on näha kuuajalise kokkuhoiu operaatori kohta. Tootmisliinid asetsevad üksteisest 90 m kaugusel ja inimese liikumiskiirus on 1,4 m/s[16]. Kiiruse valemit [15] kasutades saame, et selline tegevus võtab aega:

$$V = \frac{S}{t} \quad V[\text{m/s}] - \text{kiirus}$$
$$S[\text{m}] - \text{teepikkus}$$
$$t[\text{s}] - \text{aeg}$$

tuletades kiiruse valemist aja saame, et $t = \frac{S}{V}$

$$t = \frac{90}{1,4} = 64 \text{ sekundit.}$$

Edasi-tagasi kõndimine võtab ega $64 \times 2 = 128$ sekundit.

Ühte tootesse läheb 14 radiaatorit ja 2 alumiiniumtoru. Üks operaator on võimeline korraga vedama kas ühe alumiiniumtoru või kaks radiaatorit. Tulemuseks saame, et üks operaator peab eelkooste liimiva tootmisüksuse vahet käima $\frac{14}{2} + 2 = 9$ korda.

$$9 \times 128 = 1152 \text{ sekundit}$$

Mis on minutitesse arvestatult:

$$\frac{1152}{60} = 20 \text{ minutit}$$

Päevas valmistatakse kahe peakoostu jagu eelkooste. Arvestuslikult see tähendab,

$$20 \times 2 = 40 \text{ minutit päevas.}$$

Kuus kulutab see aega:

$$40 \times 20 = 800 \text{ minutit}$$

Kanban kärude ja uue asendiplaani rakendamisel väheneb edasi-tagasi käimiste arv ja vahemaa. Kui eelnevalt asetsesid tootmisüksused üksteisest 90m kaugusel, siis uuel asendiplaanil asetsevad nad üksteisest 23m kaugusel. Alljärgnevatest arvutustest võime näha kokkuhoidu:

$$t = \frac{23}{1,4} = 16 \text{ sekundit}$$

Edasi tagasi käimiste arv vähenes üheksalt korralt ühele

$$16 \times 2 = 32 \text{ sekundit.}$$

Mis on minutitesse arvestatult:

$$\frac{32}{60} = 0,53 \text{ minutit}$$

Päevas valmistatakse kahe peakoostu jagu eelkooste. Seega,

$$0,53 \times 2 = 1 \text{ minutit päevas.}$$

Kuus kulutab see aega:

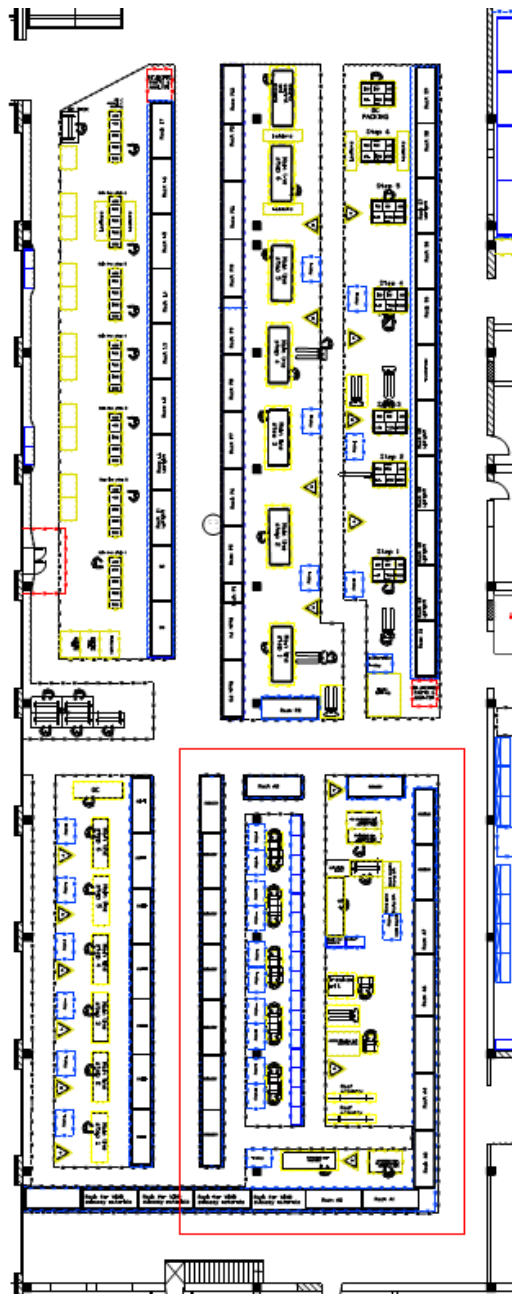
$$20 \times 150 = 3000 \text{ sekundit}$$

$$\frac{3000}{60} = 50 \text{ minutit}$$

Arvutustelt saab näha, et kuus hoitakse kokku:

$$800 - 50 = 750 \text{ minutit.}$$

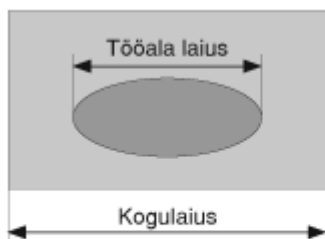
Lõputöö autori arvates on see väga suur kokkuhoid.



Sele 25. Pooltoodete tootmisüksus [3]

6.4. Töölaudadel liigsed esemed

Uuel kujundatud asendiplaanilt võime näha, et töölauad on võrreldes eelmistega poole väiksemad. Kui esialgsed töölauad olid mõõtmetega 800X1600, siis uuel asendiplaanil on lõputöö autor kavandanud töölaudade suuruseks 800X800. See hoiab ära liigsete esemete paiknemise töölaudadel ja märgatavalt väheneb esemete haaramiseks kuluv aeg. Väiksem laud tõstab efektiivse tööaja fondi. Samas suurendab see põrandapinda, mida saab rakendada muudeks otstarveteks.



$$\text{Töölaua kasutusprotsent} = \frac{\text{tööala laius}}{\text{kogulaius}} \times 100$$

Sele 26. Töölaua kasutusprotsendi arvutamine [13]

$$\text{Töölaua esialgne kasutusprotsent} = \frac{6200}{12800} \times 100 = 48\%$$

$$\text{Kavandatud töölaua kasutusprotsent} = \frac{6200}{6400} \times 100 = 96\%$$

Nagu me vastavatelt kalkulatsioonidelt näha võime suurenes tööala kasutusprotsent poole võrra.

6.5. Asendiplaani hinnang

Võrreldes eelneva asendiplaaniga on tootmisüksused rohkem spetsialiseerunud. See tõstab oluliselt infovahetust ja seadmete kasutatavust. Uue asendiplaaniga on võimalik rakendada inimesi kergemini teistele töödele. Näiteks: Kui ühel Wind tüüpi liinil tuleb seisak, saab hakata teist tüüpi Wind tüüpi kappi ehitama sellel liinil. Võimalik, sest materjalid ei asetse enam kaugel. Sama võib öelda ka eelkoostude kohta. Varem koostati eelkoostud liinidega paralleelselt, kuid uuel asendiplaanil on uus tootmisallüksus. Näiteks: Kui on vaja hakata solari eelkoostude asemel tootma Wind tüüpi eelkoostusid, saab kerge vaevaga inimesed ümber spetsialiseerida. Tuleb lihtsalt oma käre vastavad materjalid kokku korjata ja laua taga need valmistada.

KOKKUVÕTE

Käesoleva lõputöö „Tootmisprotsesside parendustest tulenevalt uue asendiplaani loomiseni Scanfil OÜ näitel” teema valikul olid lõputöö autori jaoks määravad mitmed asjaolud. Esiteks tuli välja selgitada tootmisprotsessides „MUDA” (raiskamine). Soov anda oma töökohale võimalikult palju, et kindlustada ettevõtte jätkusuutlikkus. Lisaks isiklik huvi teema suhtes. Lõputöö autor töötab OÜ Scanfil protsessi- ja arendusspetsialistina ning puutub igapäevaselt kokku tootmisprotsessidega ja nende parendustega.

Saavutamaks lõputöö eesmärgi uuris ja analüüsis lõputöö autor Scanfil OÜ tootmisprotsesse. Lõputöö eesmärk parendada tootmisprotsesse ning selgitada välja tootmisprotsessides raiskamine sai lõputöö käigus lahendatud. Läbi kirjanduslike teoste ja artiklite on lõputöö autori arvates kavandatud parim lahendus vastavate probleemide parendamisele. Kavandatud parendustega on võimalik märkimisväärselt tõsta tootlikkust.

Suurima probleemina nägi lõputöö autor Scanfil OÜ-s töötajate töö aja ebaratsionaalset kasutamist. Lõputöö autoril tekib oma nägemus, kuidas töötajate töö aega ratsionaalsemalt kasutada. Selleks disainis lõputöö autor spetsiaalse rakise. Rakise kasutuselevõtuga vabaneks üks töötaja, kelle oskuseid saaks kasutada muudel protsessidel.

Järgnevalt uuris lõputöö autor kanban kärude kasutusvõimalusi Scanfil OÜ-s. Selgus, et kanban kärude kasutusele võtmisega hoiaks ettevõtte kuus kokku 750 minutit töö aega. Siiani raiskas töötajate aega erinevate materjalide ning detailide otsimine riiulitelt. Lõputöö autor nägi lahendusena materjalide ümberpaigutamist riiulitel. Kastides raskesti märgatavad materjalid oleks paigutatud alumistele riiulitele. Suuremad detailid tuleks paigutada ülemistele riiulitele, kus neid on võimalik nagnii näha.

Teise probleemina nägi lõputöö autor raiskamist erinevate pindade kasutamisel. Töölaudadel jätkus ruumi ebavajalikele detailidele, tööriistadele ning muudele isiklikele asjadele. See oli takistuseks vajalike detailide kiireks leidmiseks. Esines juhtumeid, kus laual sarnaste detailide kõrvuti asetsedes võeti kasutusele vale detail. Tulemuseks oli praak toode. Eelkoostude abilaudade kabariitide

vähendamisega hoitakse ära ebavajalike detailide asetsemine töölaudadel. Selle tulemusena suureneb töö kiirus ja väheneb praak. Lisaks tuleks 5S süsteem rakendada ka töölaudadele, mis kindlustaks igale esemele oma koha. Taoline ümberkorraldus annab juurde ettevõtte toodangu kvaliteedile. Mõistliku ajaga saab toota rohkem kvaliteetset toodangut.

Suureneb põrandapind, mida saab kasutada teisteks otstarveteks. Kui algselt oli töölaua kasutusprotsent 48%, siis peale töölaudade kabariitide vähendamist suurenes kasutusprotsent poole võrra ehk 96%. Vähendades kümne eelkoostu laua kabariite, vabaneb 6,4 m² tootmispinda. Lõputöö autor leidis, et tootmisüksuste spetsialiseerumisega hoitakse kokku ühes kuus juba 50 minutit töö aega. Selleks tuleb tõsta kaks Wind tüüpi tootmisliini paralleelseks.

Kolmanda probleemina toob lõputöö autor välja rasked protsessid. Tööprotsesside lihtsustamise ning spetsiaalse tööriista kasutuselevõtuga saaks tunduvalt tõsta töötajate motiveeritust. Algselt ühendati torud radiaatorite külge käsitsi. Operaatoritele oli see ohtlik, sest mõjus halvasti tervisele ning sundis pidama lõdvestuspause. Lõputöö autor uuris spetsiaalseid katalooge ning leidis spetsiaalse torulaiendamise tööriista. Selle kasutusele võtmine muudaks tööprotsessi mugavamaks ning operaatorid ei väldiks enam seda tööd.

Probleemina käsitleb lõputöö autor takistatud tarneteekondi. Takistatud tarneteekonnad raskendavad komplekteerijate tööprotsessi. Märgistamata tarneteekondadel paikneb komplekteerijate tööd segavaid seadmeid. Kärudega ei pääse materjalide stendidel asetsevaid karpe täitma. Lahendusena on lõputöö autor märgistanud uuel asendiplaanil sisemised tarneteekonnad viis S märgistusega. See hoiab ära esemete paiknemise tarneteekondadel ning komplekteerija saab kiiremini läbi viia oma tööprotsessi.

Ülalnimetatud parenduste rakendamisega suureneb lõputöö autori arvates märgatavalt töötajate motivatsioon ja tootlikkus. Selle tulemusel kasum, mis on ettevõttele kõige tähtsam.

Kokkuvõtteks leiab lõputöö autor, et loetletud parendustegevused on ainult väikene osa suurest süsteemist. Parendusi tuleb läbi viia pidevalt. Pidev parendustegevus tagab töötajate motiveeritavuse ning protsesside kindla toimimise. See tagab kvaliteetsema tootmise. Lõputöö autor soovib ka edaspidi viia läbi protsesse lihtsustavaid toiminguid.

Lõputöö autor omandas lõputööd kirjutades palju teadmisi protsesside ja parendustegevuste vallast. See võimaldab tulevikus tekkivaid parendamist vajavaid probleeme kiiremini märgata ja asuda koheselt puuduseid kõrvaldama.

SUMMARY

The topic of the final paper „The creation of new position plan derived from improving the production processes“ was influenced by what the author experienced in the company. During the writing of the final paper the author worked in Scanfil LP as a Process and Development Specialist. Working in the company, it was possible to apply knowledge acquired over the years in University of Applied Sciences of Tallinn.

The final paper consists of seven problems which are improved by the author by studying and analyzing them. The final paper is divided into six chapters. While working in the company the author of the final paper noticed that there are some problems in Scanfil LP. These involved the non-efficient use of the employees' working time and different surfaces. The author develops ideas of how to use the employees' working time more efficiently, using them in various parts of the company. Also, how to locate the small details on the working surfaces and how to notice them re-arranging material in a more efficient way. In order to obtain the objective of the final paper, the author studied and analyzed the production processes in Scanfil LP. The objective of the paper – to improve the production processes and to find out the wastage – was solved. In co-operation with the literature and articles, the author feels that the best solution was found to improve the existing problems. It is possible to raise the productivity considerably with the help of the improvements. A lot of useful material was obtained by the author from “Äripäeva tootmiskorralduse käsiraamatust”. Using the information, the author has resolved problems designing a new layout plan. Based on the written sources, the author describes the facts which must be considered while designing new layout plans. A layout plan is a project which matches an individual working place, a group of working places or the working places of the whole factory. It supports the movement of the material or products which are not ready, the usage of surfaces and the work of the operator. While using the above mentioned handbook, the author also found how to calculate the percentage of using the working tops. The idea to reduce the working tops was obtained. For example, while reducing the measures of subassembly surfaces, the floor surface was freed which can be used for other purposes. While the usage of the working table was 48 % then after reducing it the usage percentage

increased up to 96 %. It forms ten subassemblies tables, reducing 6,4 sq metres of production surface.

The author of the final paper thinks that by applying the improvements the productivity and the motivation of the workers increases. Also, the profit increases which is the most important thing for a company. As a conclusion, the author finds that given improvements form only a small part of a bigger system. Improvements should be applied constantly which ensure the motivation of the workers and the operation of the processes. The author wishes to continue with the operations that simplify processes. The goal would be to achieve the system similar to that of Toyota production system. It is possible to increase considerably the profits of the company by reducing the ballast. Profitability ensures the longevity of the company.

The final paper concludes with the evaluation where economy of time, space and staff is described. Economy helps to use working time more efficiently, to avoid loss of working time. Analyzing the working process a better way to use space, working tops and shelves, also, the position of materials. It all helps to work faster and more conviniently. By making working processes more efficient, workers were freed and re-directed to other, more useful working processes.

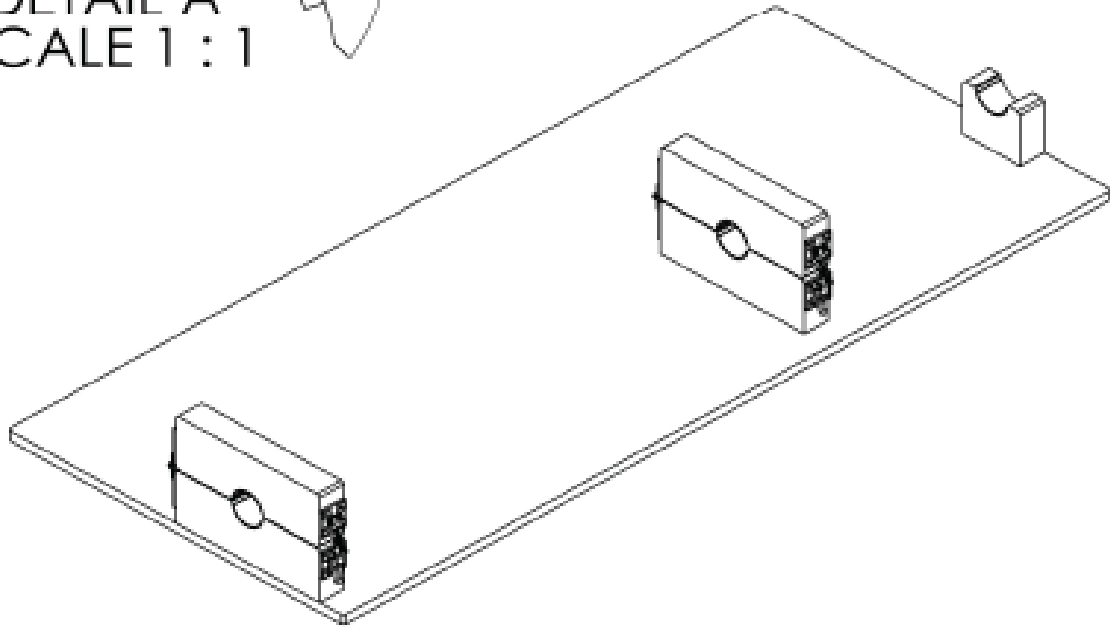
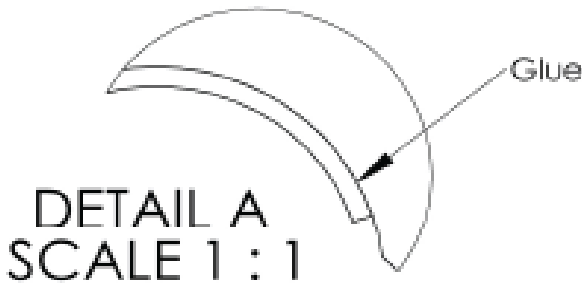
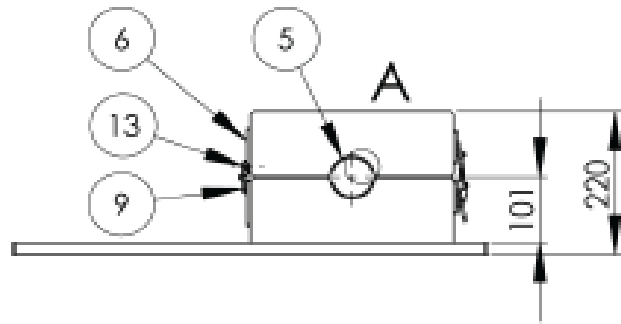
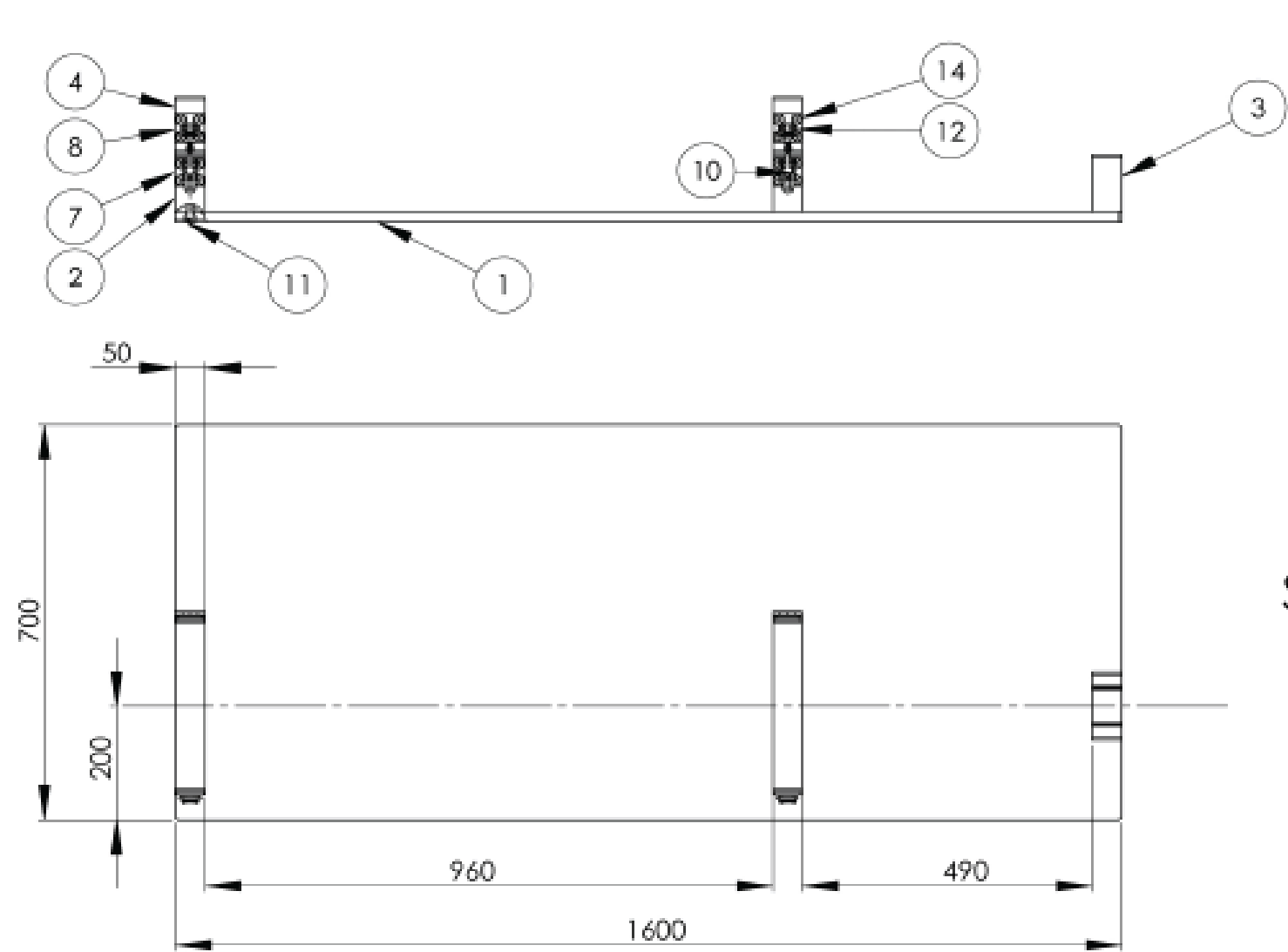
The improvements dealt with in the paper are only one part of the possibilities to achieve better productivity. To create the best processes there should be co-operation with clients and suppliers. Suggestions concerning the improvements of design, processes etc should be made to ensure faster, more efficient working processes.

VIIDATUD ALLIKAD

1. Wikipedia. [www] http://et.wikipedia.org/wiki/Toyota_tootmiss%C3%BCsteem (3.04.2014)
2. Kalle, E. (2007). Tootlikkuse kasvu juhtimine ettevõttes. Tln: Tallinna Tehnikaülikool, 120 lk.
3. Scanfil OÜ arhiiv.
4. ABB. [www] <http://www.abb.ee/cawp/eeabb021/cb9325c64763383ec12573d1004ccee.aspx> (10.05.2014)
5. Metso. [www] http://www.metso.com/corporation/about_eng.nsf/WebWID/WTB-090520-2256F-06886?OpenDocument#.U3Jb8oGSxCg (10.05.2014)
6. Wärtsila. [www] <http://www.wartsila.com/en/about/company-management/overview> (10.05.2014)
7. Cassidian. [www] http://www.cassidian.com/en_US/web/guest/mission (10.05.2014)
8. Kone. [www] <http://www.kone.ee/luhidalt-konest/> (10.05.2014)
9. Hillar-Endel Kabral. (1997). Tootmiskorraldus. Tln: Tallinna Tehnikaülikool, 163 lk.
10. Hillar-Endel Kabral. (2007). Tootmine ja operatsioonijuhtimine. Tln: Tallinna Tehnikaülikool, 269 lk.
11. Leanway [WWW] <http://www.leanway.ee/blogi/juhtimise-voimas-tooriist-5-miks-i/> (4.04.2014)
12. Jõeorg, K. Tööohutusalase töö korraldamine riiklikul tasandil ja ettevõttes [loengukonspekt] Tallinn: Tallinna Tehnikakõrgkool, 2011
13. Sulev Senkel, Eedo Kalle, Tiia Tammaru, Äripäeva Tootmise juhtimise käsiraamat, Tallinn Äripäev AS 2014
14. Northentool [www] http://www.northerntool.com/shop/tools/product_200459376_200459376 (11.04.2014)

15. Matemaatika.edu [www] <http://www.matemaatika.edu.ee/sisu/0061/index.html> (11.04.2014)
16. Ask [www] <http://www.ask.com/question/average-speed-of-human> (12.04.2014)

Lisa 1. Survetestimise rakis



ITEM	PART NAME	PART NUMBER	QTY	DESCRIPTION
1	Base plate	1302.1	1	
2	Block	1302.2	2	
3	Block	1302.3	1	
4	Block	1302.4	2	
5	Rubber sheet	1302.5	5	
6	Plate	1302.6	4	
7	Plate	1302.7	2	
8	Plate	1302.8	2	
9	Hinge		2	Southco EH-6A-5V5-50
10	Latch		2	Misumi PKWSAJ2
11	Socket head cap screw		6	M10x25 DIN 912
12	Socket countersunk head cap screw		8	M5x8 DIN 7991
13	Socket countersunk head cap screw		8	M6x10 DIN 7991
14	Socket countersunk head cap screw		32	M8x20 DIN 7991

Nominal	>	0,5	6	30	120	400	1000	2000
	≤	6	30	120	400	1000	2000	4000
ISO 2768-m		±0,1	±0,2	±0,3	±0,5	±0,8	±1,2	±2
Unspecified tolerances: h12, H12, ISO 2768-mK					Fits: ISO 286			
Unspecified radii: ≤ 0,2					Geom. tolerance symbols: ISO 1101			
Hole positions:  0,2					Surface roughness symbols: ISO 1302			
Metric, mm			Material:				Mass: kg	Scale:
			Finish: -				24,257	1:10
Drw:	Fredy Paas 11.05.14			Title: Main pipe locking to desk				
Chk:	Fredy Paas 11.05.14							
App:								
				Sheet:	Size:	Drawing number:		Rev:
				1/1	A3	1302.0.0		0