



TALLINNA TEHNIKAÜLIKOO
INSENERITEADUSKOND
Virumaa kolledž

Juhtimise riskide vähendamine

Reducing management risks

Masinaehitustehnoloogia ÕPPEKAVA LÕPUTÖÖ

Üliõpilane: Vjatseslav Koppel

Üliõpilaskood: 165094

Juhendaja: Tatjana Baraškova,
vanemlektor

AUTORIDEKLARATSIOON

Olen koostanud lõputöö iseseisvalt.

Lõputöö alusel ei ole varem kutse- või teaduskraadi või inseneridiplomit taotletud. Kõik töö koostamisel kasutatud teiste autorite tööd, olulised seisukohad, kirjandusallikatest ja mujalt pärinevad andmed on viidatud.

“28” mai 2021.

Autor: Vjatseslav Koppel
/ digiallkiri /

Töö vastab rakenduskõrgharidusõppe lõputööle/magistritööle esitatud nõuetele
“28” mai 2021.

Juhendaja: Tatjana Baraškova
/ digiallkiri /

Kaitsmisele lubatud
“24” mai 2021.

Kaitsmiskomisjoni esimees Veronika Shirokova
/ nimi ja digiallkiri /

LIHTLITSENTS LÕPUTÖÖ ÜLDSUSELE KÄTTESAADAVAKS TEGEMISEKS JA REPRODUTSEERIMISEKS

Mina Vjatseslav Koppel (sünnikuupäev: 12.06.1983)

1. Annan Tallinna Tehnikaülikoolile tasuta loa (lihtlitsentsi) enda loodud teose „Juhtimise riskide vähendamine“ mille juhendaja on Tatjana Baraškova,
 - 1.1. reprodutseerimiseks säilitamise ja elektroonilise avaldamise eesmärgil, sealhulgas 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 punktis 1 nimetatud õigused jäävad alles ka autorile.
3. Kinnitan, et lihtlitsentsi andmisega ei rikuta kolmandate isikute intellektuaalomandi ega isikuandmete kaitse seadusest ja teistest õigusaktidest tulenevaid õigusi.

TalTech Inseneriteaduskond Virumaa kolledž

LÕPUTÖÖ ÜLESANNE

Üliõpilane: Vjatseslav Koppel, 165094

Õppekava, peeriala: RDER02/12, Masinaehitustehnoloogia

Juhendaja(d): Tatjana Baraškova, Vanemlektor, tatjana.baraskova@taltech.ee

Konsultant: Igor Penkov, Lektor, igor.penkov@taltech.ee

Lõputöö teema:

(eesti keeles) Juhtimise riskide vähendamine

(inglise keeles) Reducing management risks

Lõputöö põhieesmärgid:

- Ülevaade riskijuhtimisest ja riskide hindamise meetodikat
- Toodi välja tuletisinstrumentide teoreetiline käsitus ning peamised kasutusvaldkonnad

Lõputöö etapid ja ajakava:

Nr	Ülesande kirjeldus	Tähtaeg
1.	Praktilised soovitused	20.03.21
2.	Kuidas tuvastada investeeringute vajadust tootmiseseadmetesse	03.04.21
3.	Millised tootmiseseadmed vajavad rohkem tähelepanu	24.04.21
4.	Tootmiseseadmete hooldus, hoolduskontrolli sagedus, vibratsiooni tase, et vältida tootmiseseadmete tehnilisi rikkeid	22.05.21

Töö keel: eesti **Lõputöö esitamise tähtaeg:** "01"juuni 2021a

Üliõpilane: Vjatseslav Koppel "01"juuni 2021a
/digiallkiri/

Juhendaja: Tatjana Baraškova "01"juuni 2021a
/digiallkiri/

Konsultant: Igor Penkov "01"juuni 2021a
/digiallkiri/

Programmijuht: Veronika Shirokova "01"juuni 2021a
/digiallkiri/

SISUKORD

EESSÕNA	6
SISSEJUHATUS	7
1 NÕUDED TÕHUSA RISKIJUHTIMISE TAGAMISEKS (TÕHUSA RISKIJUHTIMISE NÕUDED)	8
1.1 Nimetatud nõuete tulemused (tagajärjed)	8
2 RISKIJUHTIMISE PROGRAMM	10
2.1 Riskijuhtimise etapid	10
2.1.1 Konteksti määramine	10
3 RISKIDE TUVASTAMINE	11
4 PRAKTILINE OSA	12
4.1 Rikete märgistamine	12
4.2 Dokumentatsioon, kus on näidatud mõisted pikendusjoontel koos märgistusega 12	
4.3 Ettevõtte instrumendid, hooldussüsteem	12
4.4 Remondi vahele jääv hooldus	14
5 MASINA (LINTSAE) BOMAR ERGONOMIC 320.250 DGH REMONTIDE VAHELINE HOOLDUS	15
5.1 Seadme kasutamise määr	16
5.2 PARETO[1]	17
6 LIINI BALANSSEERIMINE (TASAKAALUSTAMINE)	18
7 TOOTMISE EFFEKTIIVSUSE HINDAMINE	24
KOKKUVÕTE	27
SUMMARY	28
KASUTATUD KIRJANDUSE LOETELU	29
LISAD	30
Lisa 1 Tootmise kriteeriumide uurimine	31
Lisa 2 Tootmisliinide balanseerimine	32

EESSÕNA

Lõputöö teema on „**Juhtimise riskide vähendamine**“. Lõputöö teema tuleb õppeaine „Erialapraktika II“ käigus ja selle teema pakkus välja Tatjana Baraškova

Lõputöö autor soovib tänada Tatjana Baraškovi lõputöö koostamise, abistamise, toetuse ja innustuse eest.

Võtmesõnad: tootmisprotsess, riskide vähendamine, timmitud tootmine, diplomitöö.

SISSEJUHATUS

Igal asutusel on eesmärgid, mida tahetakse saavutada ja samuti riskid, mis mõjutavad nende eesmärkide saavutamist. Püstitatud eesmärkide saavutamise toetamiseks rakendavad asutused valitsemise ja riskijuhtimise protsesse, sh sisekontrollisüsteemi.

Riskide hindamise ja haldamise kohustust avaliku sektori asutustele õigusaktides sätestatud ei ole.

Siinkohal on oluline rõhutada, et tõhusa sisekontrollisüsteemi kujunemise eelduseks on vähemalt riskianalüüsi tomimine.

Töös autor arvestab praktilised soovitusel ja vastas järgmistele küsimustele:

-Kuidas tuvastada investeringute vajadust tootmisseadmetesse;

-Millised tootmisseadmed vajavad rohkem tähelepanu;

Töös on tõestatud, et tootmisseadmete hooldus, hoolduskontrolli sagedus, vibratsiooni tase vähendamine vältivad tootmisseadmete tehnilisi rikkeid.

Viimastel aastatel on hakatud riskijuhtimisele suuremat tähelepanu pöörama kõikides tegevussektorites. Enamikes riigiasutustes peaksid tänaseks riskijuhtimise baasprotsessid olemas olema.

Põhirõhk ei ole täna enam riskide tuvastamise ja hindamise juurutamisel, vaid riskijuhtimise protsessi kui terviku parendamisel ja selle osana pideva seiresüsteemi rakendamisel. Enim arenguruumi on riskijuhtimise protsessi dokumenteerimise ja selle pideva rakendamise osas.

Riskijuhtimine ei ole midagi uut. See on juhtimise osa ja sellega tegelevad igapäevaelus kõik juhid.

Praktiliselt iga juhtimistegevuse juures juhitakse teadlikult või alateadlikult riske – hinnatakse, mis võib minna valesti ning analüüsitakse, milliste (sisekontrolli)meetmetega on võimalik suurendada tõenäosust, et asjad saavad õigesti tehtud. Ehk riskijuhtimise eesmärgiks on aidata kaasa asutuse eesmärkide saavutamisele ning vähendada juhtkonna määratletud riskivalmiduse taset (risk appetite) ületavate ohtude realiseerumise tõenäosust.

Oluline on aru saada, et riskijuhtimine ja sisekontrollisüsteem on omavahel tihedalt seotud.

Sisekontrollisüsteem on üks osa riskijuhtimisest. Ka mõned riskijuhtimise ja sisekontrollisüsteemi raamistikud on väga sarnased ja tihedalt seotud.

1 NÕUDED TÕHUSA RISKIJUHTIMISE TAGAMISEKS (TÕHUSA RISKIJUHTIMISE NÕUDED)

1. Kõik peavad mõistma ohtusid (st eri liiki õnnetuste võimalikku ohtu), sealhulgas peavad kõik mõistma õnnetuste juhtumise võimalikke tekkepõhjuseid, nende tõsidust - seda nii ennetavate kui ka kaitsvate "tõkete" osas.
2. Ruumid, masinad ja seadmed peavad vastama ohutusnõuetele.
3. Paigas peavad olema masinate ja seadmete ohutusele vastavad süsteemid ning protseduurid. Nimetatud süsteemid jagunevad mitmesse klassi:
 - need, mis on toimivad vastavalt kõrgetele standarditele, sealhulgas seadmete valimine, kasutamine ja nõutetekohane hooldus;
 - need, mis on mõeldud jõudluse seireks, sealhulgas tootmismasinate ning inimeste kontrollimine ja juhtimine;
 - need, mis on ette nähtud järkjärgulisteks täiendusteks;
 - need, mis on ette nähtud seire-, järelvalve- ja juhtimissüsteemide ning järkjärguliste täiustuste auditeerimiseks.
4. Luua tuleb vastav organisatsioon koos asjakohase personaliplaaniga, sidesüsteemide ja väljaõppega.
5. Tagada tuleb kõrgetasemeline valmisolek hädaolukordadeks.

1.1 Nimetatud nõuete tulemused (tagajärjed)

Eespool nimetatud nõuetel on ettevõtete ohutusele mitmeid olulisi tulemusi (tagajärgi).

1. Riskihindamine ei ole ühekordne tegevus, mille saab pärast valmimist kõrvale heita, et kaevandamine saaks jätkuda nagu varem. Riskide hindamine on igapäeva tegevuse üks osa. Riskijuhtimisprotsessi eesmärk on mõista paremini võimalikke õnnetusjuhtumeid, nende võimalikkust.
2. Tõhusa riskijuhtimise põhitõed on järgmised:
 - kõik osapooled peavad mõistma õnnetuse võimalikke põhjusi või muid põhjusi;
 - iga tasandi töötajate tegelik ja nähtav pühendumus riskijuhtimisele.
3. Tõhusa riskijuhtimisprogrammi struktuur hõlmab järgmist:
 - füüsilised esemed, seadmed ja muud "seadmed";
 - mitut tüüpi süsteeme ja protseduure;
 - organiseeritult töötavad ning sobiva koolituse läbinud kogunud inimesed;
 - valmidus reageerida hädaolukordadele, sealhulgas mõista hädaolukorra tekkimise võimalikkust; koos sobiva hädaabivarustuse, protseduuride, personali, koolituse jne.
4. Kui kaevanduse juht soovib kontrollida kasutatava riskijuhtimise lähenemisviisi piisavust, on soovitatav struktureerida ülevaade vastavalt punktis 1.1 kirjeldatud viiele nõudele, arvestades nende täitmise taset. Need on kõik

võrdselt olulised.

5. Samuti on kasulik meeles pidada, et juhtimine hõlmab endas:

- planeerimist
- organiseerimist
- haldamist
- juhtimist ja motivatsiooni.

Sel viisil on iga riske haldav juht täitma konkreetseid eesmärke ja plaane. Ta jälgib arengut ja kasutab parandusmeetmeid seal, kus tegevus ei lähe plaanipäraselt.[2]

2 RISKIJUHTIMISE PROGRAMM

2.1 Riskijuhtimise etapid

1. Sisu (konteksti) määramine.
2. Riskide tuvastamine
3. Riskide analüüs
4. Riskide hindamine ja prioriteetide seadmine;
5. Riskide kõrvaldamine
6. Järelvalve ja vaatlemine

Ehkki riskijuhtimisprotsess ei ole oma kontseptsioonilt keeruline, on see sageli hinnatud, kuna esmaseid uuringuid hõlbustab keegi, kellel on varasem riskihindamise ja -juhtimise programmi kogemus. Samuti tulevad kasuks teadmised kaevandustööde eripärast ja sellega seotud riskidest.[2]

2.1.1 Konteksti määramine

See hõlmab strateegiliste, organisatsiooniliste tegurite ja riskide ülevaadet. Juhtimise olukord. Neid käsitletakse edaspidi.

- 1) **Strateegiline kontekst** vaatelb kaevandustegevuse ja keskkonna vahelist suhet.[2,3]
- 2) **Organisatsiooniline kontekst** hõlmab nii organisatsiooni eesmärkide ja ülesannete vaatlemist seoses riskijuhtimisega kui ka selle võimaluste vaatlemist. Näiteks ei pruugi organisatsioon olla teadlik, kas selle riskid on hästi kontrollitud või mitte; ettevõtte võib pidada oma tegevust üsna heaks ja võib vajada sellisel juhul ainult seadistamist; või võib ettevõtte tunnistada kiire ja mahuka parenduse vajadust. Ettevõttel võib olla ja võib ka mitte olla töötajaid, kes suudavad tegutseda riskihindamise ja -juhtimise programmides. Ettevõtte võib näha, et riskijuhtimise prioriteedid on seotud peamiselt ohutuse, mitte keskkonnaga, varakahjuga või toote kaoga.[2,3]

Kõik see mõjutab riskihindamise eesmärke, ulatust ja meetodeid, mida peab teostama riskijuhtimisprogramm, mille raames toimub koolitus - see on osa riskihindamisest.[2,3]

- 3) **Riskijuhtimise kontekst** hõlmab määratlemist ja ülestähendamist (salvestamist):
 - riskihindamise uuringu ja riskijuhtimise programmi eesmärke;
 - uuringu ulatust ja piiret (aeg, koht, sügavus, laius jne)
 - teostamist vajavaid konkreetseid uuringuid[2]

3 RISKIDE TUVASTAMINE

See on arvatavasti riskide hindamise kõige olulisem etapp. Riski, mida pole võimalik tuvastada, ei saa aktiivselt juhtida.[2]

Riskide tuvastamiseks on palju meetodeid, ent mitte ühtegi neist ei saa kasutada. Eeldatakse kõikide riskide, suurte ja väikeste, tuvastamist. Riskide määratlemise eesmärk on tagada, et arvestatakse kõikide oluliste riskidega.[2]

Tunnistades riskide olemasolu, on oluline vaadelda riskide võimalikke põhjuseid ning tekkimist.[2]

Mõned riskid on loetletud edaspidi (allpool):

- Tegevusvigade analüüs - võimalike inimvigade postuleerimise ja analüüsimise meetod, mis vaatab protseduuri igat etappi võimalike vigade kontrollnimekirja alusel, näiteks: väljajätmise viga; ajaviga; kõrvaline tegur; valikuviga; järjestusviga; arusaamatus jne,
- Režiimi tõrge ja mõju analüüs - süsteemne ülevaade iga masinaosa või seadme eri tüüpi rikete tagajärgedest;
- Režiimi rikke kriitilisuse analüüs - lisatakse tagajärgede tõsidus ja hinnangud nende esinemise tõenäosusele;
- Rikete analüüs - meetod, millega analüüsitakse rikete võimalikke põhjuseid, tuvastades võimalikke põhjuseid ning seejärel analüüsitakse neid põhjusi tekitavaid tegureid jne, kuni leitakse "algpõhjused";
- Ohu- ja töövõimeuuringud - erinevate protsesside või süsteemi anomaaliate, näiteks liiga kõrge või madal voolukiirus, rõhu, temperatuuri jne tagajärgede ja tõenäosuse süstemaatiline ülevaade. Võimalik kohandamine erinevate tööstuste ja kasutusviiside järgi.[2]

4 PRAKTIILINE OSA

4.1 Rikete märgistamine

Mistahes keskmist ja kapitaalremonti läbiva varustuse puhul tuleb koostada remonditavate seadmete vigade (defektide) loetelu. Vigade (defektide) loetelu koostatakse seadmete lahtivõtmisel. Kõiki detaile on mugav tähistada murdarvulise väärtusega, kus masina number on näidatud lugejas ja defektide loetelus olev detaili number on näidatud nimetajas. Numbrilisi väärtusi saab märkida mittetöötavatele pindadele või kinnitada numbriliste väärtustega lipu detailile. Märgistamine hõlbustab remondi jälgimist ja detaili leidmist kokkupaneku ajal. Õigesti koostatud defektide loetelu lihtsustab remonditööde olemuse ja ulatuse kindlaksmääramist, kuna detaili kulumise aste ja tüüp on selged. Nii saab hõlpsalt teha kindlaks, millised detailid tuleb asendada uutega. See lihtsustab ka remonditööde maksumuse ja vajalikke materjalikulude arvutamist.[1]

4.2 Dokumentatsioon, kus on näidatud mõisted pikendusjoontel koos märgistusega

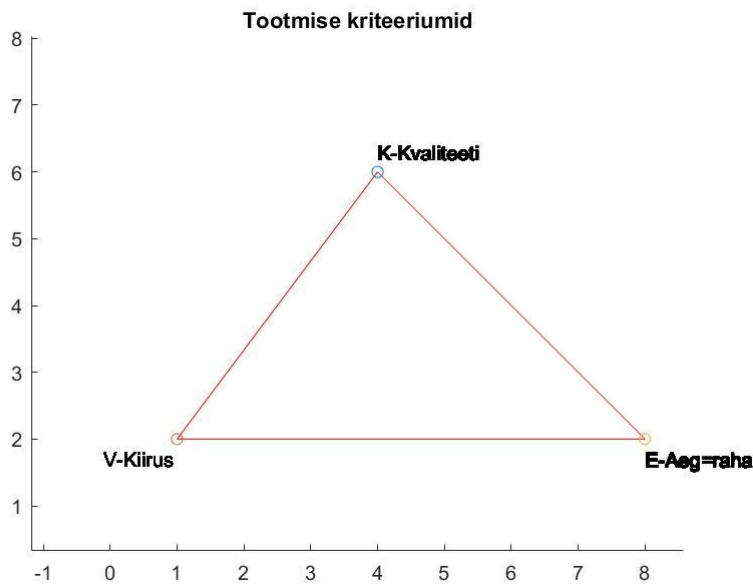
Vajalikke andmeid sisaldav dokument on masinapass, mida väljastab tootja. Passis on märgitud masina funktsioon ja arvestuseks vajalikud andmed, näiteks (möötmeh, kaal jne). Passis on märgitud masina kinemaatilised parameetrid (spindli pöörlemiskiirus (tooriku pöördenurk), toe etteandekiirus (hoideseade) jne). Passis on ära toodud ka masina dünaamilised omadused (masina võimsus, tarbitud energia hulk, ülekantavad jõud või momendid jne). Passist on leitavad ka masina transportimise, paigaldamise ja käivitamise juhised, samuti kirjeldatakse üksikasjalikult masina juhtimisseadmete kujundust ja reguleerimist. Sageli on märgitud ka detailide töötlemiseks või valmistamise täpsuse kontrollimiseks nõutavad tingimused ja skeemid. Lisaks passile on dokumendikausta lisatud masina kasutusjuhend, mis sisaldab vajalikke juhiseid seadmete õigeks kasutamiseks. Seetõttu peab lukksepp enne remondi alustamist kontrollima remonditava masina passi.[1]

4.3 Ettevõtte instrumendid, hooldussüsteem

Ettevõtte teostab remonditöid kontrollidokumentide alusel, mis koostatakse kaks korda aastas (suvel ja talvel kollektiivpuhkuste ajal); plaanilist ennetavat remonti teostatakse vastavalt perioodilise remondi ja hoolduse käigus koostatud kontrollidokumentidele. Masinat kontrollitakse iga päev töövahetuse alguses, et veenduda masina kasutusvalmiduses. Selleks on tööplaanis ette nähtud masina 15-minutiline tehniline kontroll. Täpne aeg sõltub masina tüübist. Kui kontrolli käigus ilmnevad talitlushäired, registreeritakse need tabelis ja kõrvaldatakse vajadusel viivitamatult. Masinat kontrollitakse täiel määral kavandatud hooldusperioodil (suvised ja talvised

puhkused)[1]

Ettevõtte tootmise kriteeriumid on järgmised:



Joonis 1 Tootmise kriteeriumid

Nende kolme komponendi sõltuvus kehtib hooldus- ja remonditehnoloogia osas. Ettevõtte kasutab süsteemset ennetavat hoolduse süsteemi, et tagada seadmete töökindlus, ettevõtte sujuv töö, kvaliteetne tootmine, põhivara täielik ära kasutamine ja tootmiskulude minimeerimine. Remondivajadust vähendatakse igapäevase hea hoolduse ja seadmete järelevalve abil. Ettevõttes teostavad neid töid mehaanikud ja lukksepääd. Ostetud uutele seadmetele kehtib tarnija garantii, mille käigus remondib seadmeid garantiid pakkuv ettevõtte. Ettevõttes pole palju uusi masinaid. Muidugi on probleeme ka vanade masinatega. Nende parandamiseks kasutab ettevõtte mõnikord ka töövõtjate teenuseid.[1]

Varuosad on tavaliselt spetsiifilised ja neid saab tellida volitatud esindaja kaudu. Näiteks: ettevõtte ei saa osta Soomest varuosi, sest tal on Eestis esindaja, kellel on selleks ainuõigus. Ettevõtte mehaanikute töö ja garantiifirma töö erinevus seisneb selles, et reeglina on ametlik esindaja paremini koolitatud ja kõrgema pädevusega. Enamik ettevõtte ostetud töödest on seotud CNC-seadmetega. Kuna kvaliteet on väga oluline ja meil pole iseseisvalt programmeerivaid spetsialiste. Plaaniväliste seisakute vältimiseks ja seadmete täieliku kättesaadavuse tagamiseks rakendab ettevõtte kontrollimisel põhinevat plaanipärast ennetavat hoolduse süsteemi. See on kavandatud tööde kompleks, mis hõlmab töövahendite seiret, hooldust ja osalist taastamist. 2019. aastal töötas töökoda 340 päeva. 2019. aastal oli kokku 365 päeva, millest kollektiivpuhkus kestis kaks nädalat talvel (jaanuaris ja detsembris) ja kaks nädalat suvel (juulis), kokku 25 päeva (2019. aastal). Arvestades, et töökojas oli 1 vahetus, arvestame vahetuste arvu: $340 \cdot 1 = 340$ vahetust aastas.[1]

Igal töötajal on õigus 30-minutilise lõunapausile ning töötaja saab kasutada ühte 10-minutilist pausi vahetuse jooksul. Teatud aeg antakse ka operaatorile masina seadistamiseks ja vahetuse ettevalmistamiseks. Ühe vahetuse korral on see aeg 15 minutit. Seega on aeg, mil masin ei tööta, võrdne $30 + 10 + 15 = 55$ minutit/vahetuse kohta. Vahetuse kestus on 8 tundi, mis on 480 minutit. $480 - 55 = 425$ min - töövahetuse tegelik kestus ilma katkestusteta. Tegelik vahetuste kestus aastas on: $340 \cdot 425 = 144500$ min / aasta. Muidugi tuleb meeles pidada, et see aeg võib varieeruda sõltuvalt masinast, töötingimustest ja muudest olukordadest.[1]

4.4 Remondi vahele jääv hooldus

Et vältida seisakuid ja seamete rikkeid, teostatakse ettevõttes remonditööde vahele jäävatel aegadel tehnilist hooldust. Remontide vaheline hooldus seisneb seadmete puhastamises ja kontrollimises, seadmete reguleerimises ja väiksemate rikete kõrvaldamises. Ettevõtte töökojas teostatakse hooldust iga vahetuse alguses. Iga päev kontrollib töötaja oma varustust. Korrapäraseid kontrolle ja hooldustöid tehakse vastavalt masinapassile (masinakäsiraamat), kus on loetletud kõik korduvad toimingud, mis on vajalikud masina töökorras hoidmiseks.[1]

5 MASINA (LINTSAE) BOMAR ERGONOMIC 320.250 DGH REMONTIDE VAHELINE HOOLDUS

BOMAR – terasest, roostevabast terasest, värvilistest metallidest ja plastist valtsitud või varda või profiilide ristlõikamiseks ja lõikamiseks.

Masina (lintsae) regulaarne puhastamine pikendab selle eluiga ja on korralike lõiketulemuste saamise eelduseks. Seetõttu tuleks masinat puhastada vähemalt kord nädalas, sõltuvalt määrumisastmest. Masinaoperaator peab pöörama tähelepanu järgmiste masinaosade seisukorrale:

- masina koordinaatide laud
- tugede rööpad
- juhtsooned
- kaldsegmentid
- külgujuhtkang
- masina sisemine ala
- masina tööpiirkond.

Tabelis 1 on toodud võimalikud probleemid seadmete talitlushäirete korral, kõik need talitlushäired tuleks parandada vastavalt kasutusjuhendis või seadme passis toodud juhiste.

Taabel 1 Probleemide loetelu

Mehaanilised tõrked	Elektriseadmete tõrked	Hüdraulikasüsteemi tõrked
Kõver lõikejoon	Masina käivitamine ei ole võimalik.	Ei toimu hüdraulilise vedeliku pumpamist hüdrogeneraatorist
Lõige teostatakse teise nurga alt	Raam ei tõuse pärast lõike teostamist.	Õhumullid hüdraulilises vedelikus
Saelindi lühike kasutusiga	Mootorile ja pumbale ei rakendu pinget. Kontaktori ja termokaitse vahel puudub pinge.	Mehaanilise müra suurenenud tase.
Ebapiisav lõikamistootlus	Saelindi kiiruse indikaator ei tööta.	Madal rõhk, pump edastab hüdraulilist vedelikku
Drossel ei tööta	Turvaseade lülitab mõnikord hüdroseadme MA3 välja.	Hüdrogeneraator on blokeeritud.
Saelingi ajamit ei saa käivitada	Hüdraulikaseade ei käivitu.	Ülekuumemenud hüdrauliline vedelik.
Lintsaed pragunevad.	Hüdraulikaseade käivitub, kuid saehoob või kruustangid ei tööta.	Hüdraulilist ventiili ei saa uuesti reguleerida.
Saelindi hammaste süsteemi kahjustused.	Jahutus ei tööta.	
Saag lõikab valesti		
Saelintide puhastamist ei tehta		
Sae toend tõuseb ja langeb lõikamise ajal perioodiliselt; see põhjustab saelindi tööea vähenemist.		

5.1 Seadme kasutamise määr

Seadmete kasutamise määr on masina tegeliku tööaja vahetuse kohta ja vahetuse jaoks määratud aja suhe protsentides.

Masina kasutusmäära arvutamine:

$$Ka = \frac{139\,445}{139\,695} \cdot 100\% = 99,82\% \quad (1)$$

Kus määratud vahetuste kestus on *139 695 min / aastas*, kus

Masina tegelik tööaeg $139\,695 - 250 = 139\,445 \text{ min / aastas}$, kus

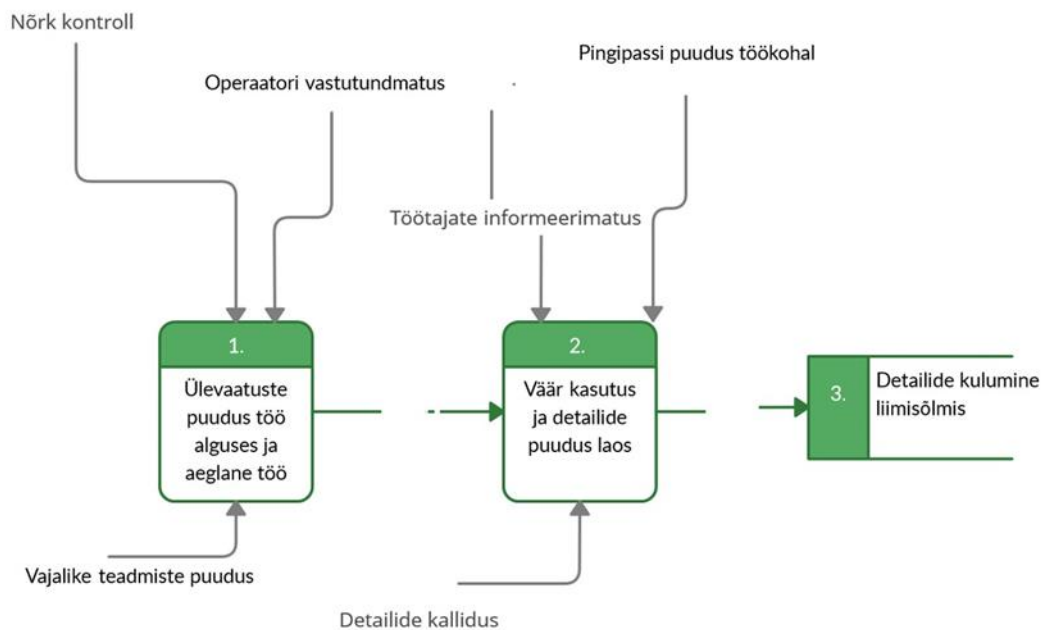
139 695 – määratud vahetuste kestus aastas, min;

250 – BOMAR seisakuid, min. [1]

Näites saadud masina kasutamise koefitsent on väga kõrge. See tähendab, et remonditöid peab teostama väga kiiresti.[1]

5.2 PARETO[1]

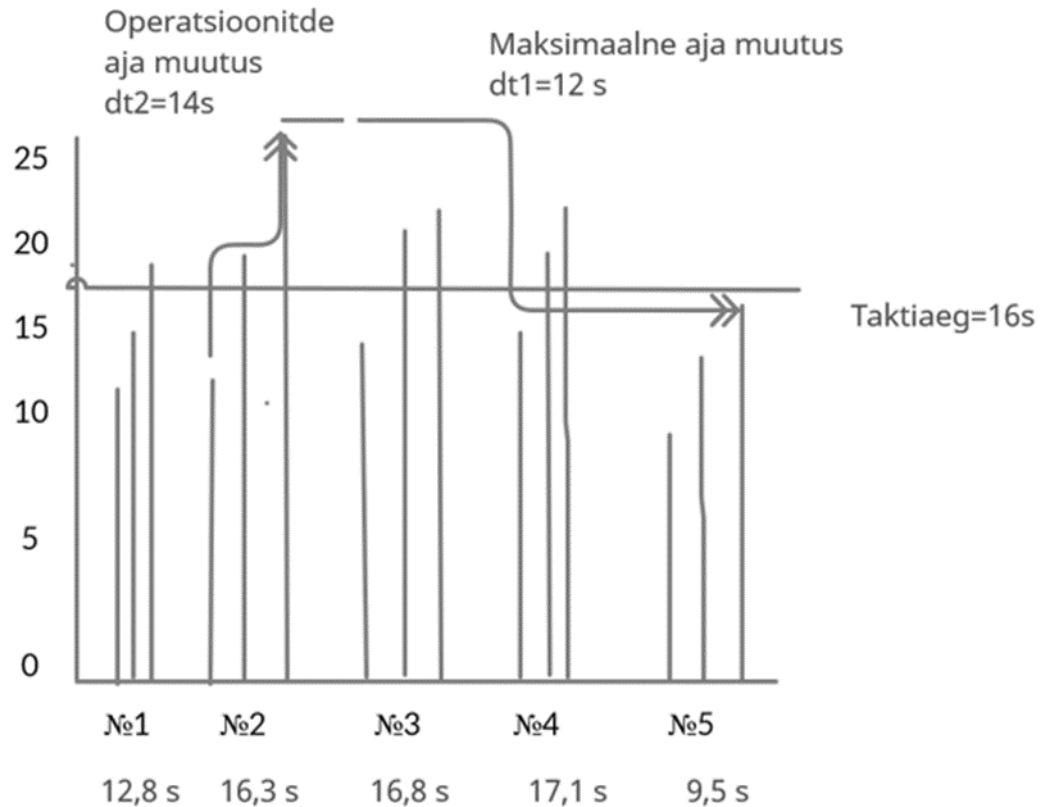
Tehtud töö tulemusena saab teha remondi- ja hooldussüsteemi kohta järgmisi järeldusi. Esiteks tehti kindlaks masina remondisüsteem. Võib öelda, et antud remondimeetodit nimetatakse ettevõttes: ennetava hoolduse (remondi) süsteem, mis põhineb ülevaatusel ning perioodilise remondi ja hoolduse meetoditel. Meetodi põhimõte on, et remondi ajastus, tüübid ja remonditoimingud määratakse kindlaks igapäevaste kontrollide ja perioodiliste remonditööde põhjal. Remondisüsteemis on oluline roll vahetuste ajal toimuvatel ülevaatusel. Enne töö alustamist on oluline leida riistvaraprobleem. Operaatorid peaksid meeles pidama, et masina põhjalik kontroll vahetuse alguses on väga oluline. Probleemi lahendamiseks kulub 60 minutit. Pareto diagramm on meetod, mida kasutatakse esmatähtsate probleemide lahendamiseks. Kõik probleemid on tavaliselt seotud laagrite ja rihmülekannte kulumisega. Pareto diagramm aitab probleemi tuvastada ja selgitab probleemidest tekkivaid tagajärgi, Ishikawa diagramm näitab aga põhjuste ja tagajärgede seost. Siin on üks näide HOMAG-masina Ishikawa diagrammist. Suurem osa ajast kulub liimisõlmede parandamisele. Seetõttu ei kiirusta me parandama liimiõmblusi ning selleks on järgmised erisused:



Joonis 2 Ishikawa diagramm

Näide nr 2

Graafik Käigu aeg/Tsükli aeg



Joonis 3 Graafik Käigu aeg/Tsükli aeg

Ülesanne: Miks ehitatakse selliseid toiminguid?

Vaadelge pikemaid toiminguid (näites toodud toiming nr 2) ja määrake kindlaks, kas neis on komponente (alamprotsesse), mida saab kanda liini tasakaalustamiseks toimingutesse, kus tsükli aeg on lühem (näites toodud toiming nr 5). Ainult teatud liinide korral saab rääkida 100%-st tasakaalust[1]

Eesmärk: suurim lubatud kõrvalekalle peab olema 10–20%.

Näide nr 3 Toimingu tsükli aja määramine protsessi sünkroonimiseks

Igapäevane nõudlus toodete järele on vastavalt:

Toode A: 200 ühikut

Toode B: 100 ühikut

Toode C: 50 ühikut

Kõik tooted: 350 ühikut

Eeldame, et vajalik tootmisaeg päevas on 420 minutit, määrame toote valmistamise tsükli kestuse

Toode A: $420/200 = 2.1$ min (60 sec/min) = 126 sek

Toode B: $420/100 = 420$ sek

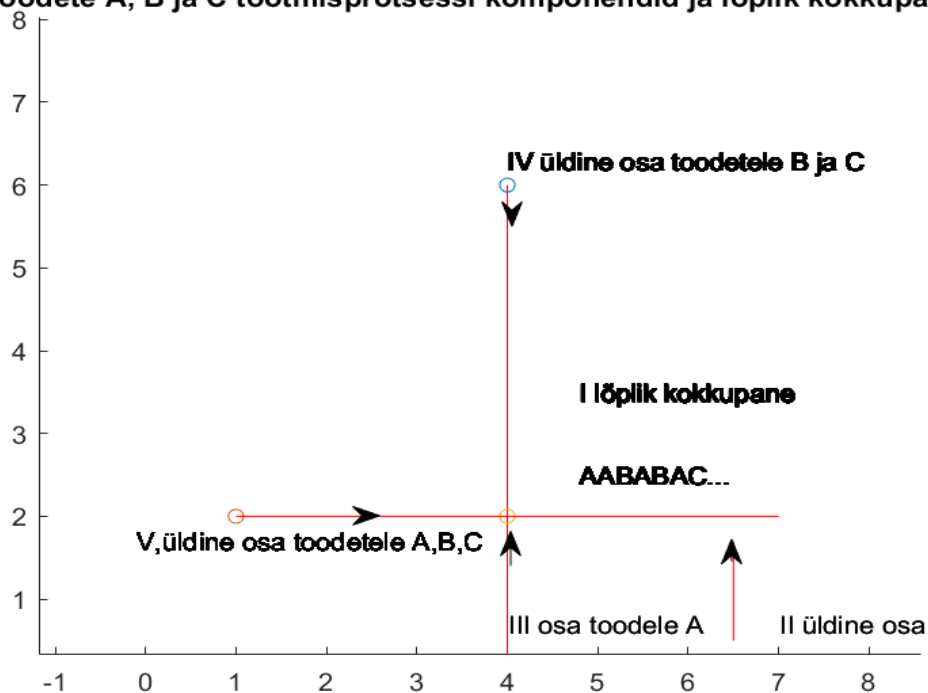
Toode C: $420/50 = 840$ sek

Kõikide toodete: $420/350 = 1.2$ min = 72 sek

Selle tulemusena on kõikide toodete tootmiskäik(takt, tsükkel) võrdne 72 sekundiga (**see ongi protsessikäik (tsükkel)**) ja toote A väljalase toimub iga 126 sekundi järel, toote B iga 252 sekundi järel, toote C iga 504 sekundi järel. Vaatleme toote A valmistamist. Selle protsessi sünkroonimiseks peate järgima 126-sekundilist tsüklit (käiku) ja kui toote A valmistamine nõuab kahte toimingut, peaks kumbki kestma 63 sekundit. Sarnaseid põhjendusi võib esitada toodete B ja C kohta.[1]

Vaatleme järgmist diagrammi:

Toodete A, B ja C tootmisprotsessi komponendid ja lõplik kokkupanel



Joonis 4 Toodete A, B ja C lõplik kokkupane ja tootmisprotsessi komponendid

Oletame, et kogu tootmisprotsess koosneb viiest osast: I, II, III, IV, V. Segamudeli tootmise (MMP) mudel on üksikute detailide kokkupaneku praktika üldisel liinil. Seda montaažimudelit kasutab **Ericsson Tallinnas**. Kuidas on selles ettevõttes korraldatud

teaduslik töö?[1]

Lahendus:

Kuidas me hindame oma teaduslikku töökorraldust? Kas tootmise õige korraldus õnnestus? Esiteks on see **ergonoomika**. Meie tooted on rasked ja liin toodab sadu tooteid päevas (**100 toodet päevas**). Kui ergonoomikaseadusi ei rikuta, on see **esimene pluss. (Inimtegurid).[1]**

Teiseks - **liini väljalaskevõime/klientide tellimused**. Kui suudame toota nii palju tooteid, kui tehasele nõutakse, oleme **normi piires. [1]**

Kolmandaks on meil ka **globaalselt kehtestatud normid aja osas** - kui palju kulub aega ühe toote tootmiseks (**käik, tüskkel**). Kui jääme etteantud normide piiridesse või töötame kiiremini on ka see veel **üks pluss.[1]**

Neljandaks-**liini tasakaal**. Ka siin on **globaalne norm**, millised kaod on lubatud liini tasakaalustatuse osas

Viiendaks-muidugi **toote kvaliteet.[1]**

Tegelikult on minu ettevõttel üsna spetsiifiline toodang. Kuid arvan, et kõik tööstusharud juhinduvad võtmeteguritest:

- *ergonoomika, töökeskkonna ohutus*

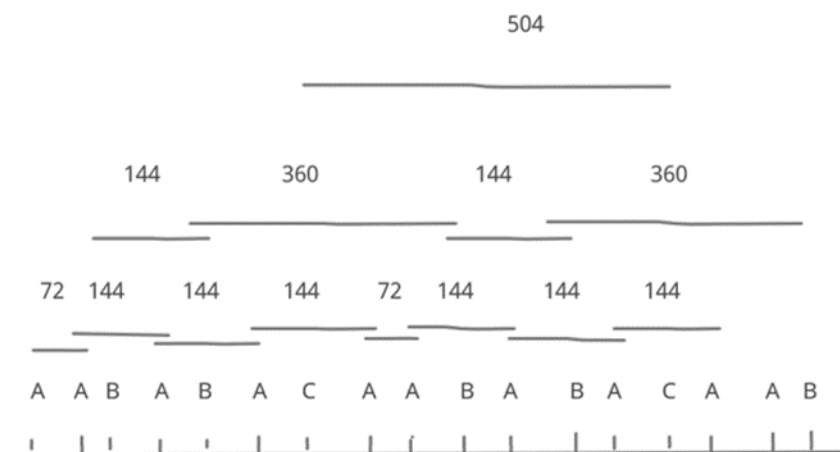
- *kvaliteet*

- *liini väljalaskevõimet ja toodangut võrreldakse kliendi vajadusega. Tootma peab nii palju, kui on vaja kliendil. Kui palju nõuab klient nende jõudlusega, ei rohkem ega vähem.*

- *kaos/liini tasakaal.*

Naaseme näite nr 3 juurde.

Toodete treimisel kasutatakse lõplikku montaaži ajakava (FAS). Oletame, et AABABAC-protsessi korratakse 50 korda, partii valmistamise käik (tsükkel) on 72 sekundit.[1]



Joonis 5 Toote valmistamise protsessi sünkroniseerimine

Lõpliku kokkupaneku etapis. Nagu on näha (Joonis 5 Toote valmistamise protsessi sünkroniseerimine) on tasakaalus liin täiesti võimalik, kuna 504 sekundiga toodetakse seitse toodet, mille taktiaeg (käigu, tsükli) on 72 sekundit, saavutades seeläbi 504 sekundiga võrdse protsessitakti (tsükli). Vähem ei toimi, kuna toote C tootmistsükkel on 504 sekundit.[1]

Ühine osa diagrammil. Antud etapis toodetakse detail, mis sisaldub kõikides toodetes A, B, C. See tähendab, et selle valmistamine peab toimuma 72-sekundilise taktiga. Päevas tuleb selliseid detaile valmistada 350.[1]

3. etapp. Antud etapis toodetakse detail, mis sisaldub tootes A. Päevas on vaja toota 200 ühikut. Nii et toimingute takt (tsükkel, käik) on 126 sekundit.[1]

4. etapp. Antud etapis valmistatakse nii toote B kui ka toote C jaoks alternatiivseid detailide partiisid. Nagu teada peab päevas valmistama 100 B toodet ja 50 C toodet. Toodame 10 partiid 10 detailist, kokku 100 detaili 10-s partiis. Detailide partii erinevate detailide jada, nimelt BCBBCBBCBBCB. Kiire seadistamine peaks võtma 10 minutit, kokku kulutame tsüklile 100 minutit seadistamisele, kuna on vaja teha 10 ümberseadistamist. Iga partii algab osade üleminekuga tüübilt B tüübile C. Arvutame toimingute takti (käigu, tsükli): $420 \text{ min} - 100 \text{ min} = 320 \text{ min}$. See aeg tuleb jagada 150 osaks, nimelt: $320/150 = 2,1333 \text{ min} = 128 \text{ sekundit}$. [1]

5. etapp. Selles etapis valmistame vaheldumisi toodete A, B, C detaile. Arvutame toimingute takti (käiku, tsükli) sarnaselt 4. etapiga. Päevas peab valmistama tootele A 200 detaili, tootele B 100 detaili, tootele C 50 detaili. Kokku 350 detaili päevas. Oletame, et korraldame partiide järjestuse nagu AABABAC, seitse osa järjest viis korda, siis saame 10 partiid 35 detailiga. Üleminekule kulub päevas 350 seadistust, kuna seal on viis seitsmest osast koosnevat järjestust. Iga seadistamine võtab 10 minutit. Niisiis, (420-

$300) / 350 = 0,342857 \text{ min.} = 20,5 \text{ sekundit.}[1]$

Järeldus.

Protsessi viiendas ja neljandas veerandis olid tulemuseks liiga väikesed taktid (tsükliid, käigud). Kuidas neid suurendada. Võib kasutada partii suurust, mis võrdub 20 detailiga, siis on ümberseadistamiste arv 15, viiendas protsessis väheneb. Sellest tulenevalt kasvab takt (käik, tsükkel), nimelt $(420-150) / 350 = 0,77 \text{ min} = 46,2 \text{ sekundit.}[1]$

7 TOOTMISE EFFEKTIIVSUSE HINDAMINE

% OEE hindamine [4-8];
 % Töötades konkreetses töötlemiskeskuses CNC-27 pinkide taga
 % viimase 15 päeva jooksul on tuvastatud defektsete
 % toodete ning defektide tüübid on toodud järgmises tabelis%

% Iga defektil on oma veakood. Kui sama veakood ilmub kauemaks
 % kui üheks päevaks, tähendab see, et remonti ei tehtud ega
 % kestnud kauem kui üks päev. Pingi täieliku ettevalmistamise
 % kestus on 187 minutit ja 15 uurimispäevade jooksul valmistati
 % 6280 kvaliteetset toodet. Ettevõtte töötab 24/7 plaani alusel.
 % Teoreetiline tsükli kestus on 1 minut iga detaili kohta.

Tabel 1

Päev	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Defekti kood	A	-	B	B	C	D	D	-	-	-	E	-	-	F	G
t defekti algus aeg	3	-	16	-	10	17	-	-	-	-	6	-	-	15	3
t defekti lõpp	5	-	-	2	13	-	3	-	-	-	12	-	-	21	8
N defektide arv	180	320	25	150	100	380	210	0	5	35	100	32	23	100	130

%Plant Operating Time, POT

POT=24*15*60 %min

POT = 21600

N=[180, 320, 25, 150, 100, 380, 210, 0, 5, 35, 100, 32, 23, 100, 130]

N = 1x15

180 320 25 150 100 380 210 0 5 35 100
 32 23 ...

[n]=size(N)

n = 1x2

1 15

%Summeerime

for i=1:n

M(i)=sum(N(i,:))

end

M = 1790

% Planned Shut Down, PSD

PSD=187 %min

PSD = 187

%Planned Production Time

PPT=POT-PSD %min

PPT = 21413

% Down Time Loss, DTL

DTL=4*24*60 %min

DTL = 5760

% Speed Loss, SL

SL=6*24*60 %min

SL = 8640

% Quality Loss, QL

QL=M %min

QL = 1790

% Operating Time, OT

OT=PPT-DTL

OT = 15653

% Availability,A

A=OT/PPT

A = 0.7310

% Net Operating Time NOT

NOT=PPT-DTL-SL

NOT = 7013

ICT=1% min

ICT = 1

TP=6280+M %kvaliteeysed toodet

TP = 8070

% Tootlikkus, P

P=(ICT/(OT/TP))

P = 0.5156

% Fully Productive Time, FPT

FPT=NOT-QL %min

FPT = 5223

% Kvaliteed, Q
GP=6280

GP = 6280

Q=GP/TP

Q = 0.7782

% OEE = (Good Count × Ideal Cycle Time) / Planned Production Time
OEE=((A*P*Q))*100 %%

OEE = 29.3280

KOKKUVÕTE

Lõputöö kirjutamise eesmärk oli

- Kuidas tuvastada investeringute vajadust tootmiseseadmetesse
- Millised tootmiseseadmed vajavad rohkem tähelepanu
- Tootmiseseadmete hooldus, hoolduskontrolli sagedus, vibratsiooni tase, et vältida tootmiseseadmete tehnilisi rikkeid

Nõuded tööhusa riskijuhtimise tagamiseks (tööhusa riskijuhtimise nõuded) ja nimetatud nõuetel on ettevõtete ohutusele mitmeid olulisi tulemusi (tagajärgi). 5. Samuti on kasulik meeles pidada, et juhtimine hõlmab endas:

- planeerimist
- organiseerimist
- haldamist
- juhtimist ja motivatsiooni.

Teine osa seotud riskijuhtimise programmiga, kus on tähtsamaid osad:

1. Sisu (konteksti) määramine.
2. Riskide tuvastamine
3. Riskide analüüs
4. Riskide hindamine ja prioriteetide seadmine ;
5. Riskide kõrvaldamine
6. Järelvalve ja vaatlemine

Kolmas osas on riskide tuvastamine, mis on arvatavasti riskide hindamise kõige olulisem etapp.

Nelja osa on praktiline osa, kus me vaatame kuidas riskide vähendada, et tootmine oli efektiivne ja kliendid oli rahulikult.

SUMMARY

Requirements to ensure effective risk management (requirements for effective risk management) and these requirements have a number of important results (consequences) for the safety of companies. 5. It is also useful to remember that management includes:

- planning
- organization
- management
- leadership and motivation.

The second part is related to the risk management program, where the most important parts are:

1. Determining the content (context).
2. Identification of risks
3. Risk analysis
4. Risk assessment and prioritization;
5. Elimination of risks
6. Monitoring and observation

The third part is risk identification, which is probably the most important step in risk assessment.

The four parts are the practical part, where we looked at how to reduce the risks that production was efficient and customers were calm.

KASUTATUD KIRJANDUSE LOETELU

1. Nicholas, John. Lean Production for Competitive Advantage : A Comprehensive Guide to Lean Methodologies and Management Practices, Productivity Press, 2010. ProQuest Ebook Central[WWW]
<http://ebookcentral.proquest.com/lib/tuee/detail.action?docID=5338532>
2. [WWW]<https://docplayer.ru/79048024-Neopredelennost-izmereniy-dlya-chaynikov-i-nachalnikov.html>
3. [WWW]https://isip.piconepress.com/publications/reports/1998/isip/lda/lda_the_ory.pdf
4. Aghaei Chadegani, A., Salehi, H., Yunus, M., Farhadi, H., Fooladi, M., Farhadi, M., & Ale Ebrahim, N. (2013). A comparison between two main academic literature collections: Web of Science and Scopus databases. *Asian social science*, 9(5), 18-26.
5. Agostini, L., & Filippini, R. (2019). Organizational and managerial challenges in the path toward Industry 4.0. *European Journal of Innovation Management*.
6. Ante, G., Facchini, F., Mossa, G., & Digiesi, S. (2018). Developing a key performance indicators tree for lean and smart production systems. *IFAC-Papers OnLine*, 51(11), 13-18.
7. Bauer, M. D., & Mertens, T. M. (2018). Information in the yield curve about future recessions. *FRBSF Economic Letter*, 20, 1-5
8. Belfiore G, Falcone D, Silvestri L (2018) Assembly line balancing techniques: Literature review of deterministic and stochastic methodologies. In: 17th International Conference on Modeling and Applied Simulation, MAS 2018. pp 185–190.

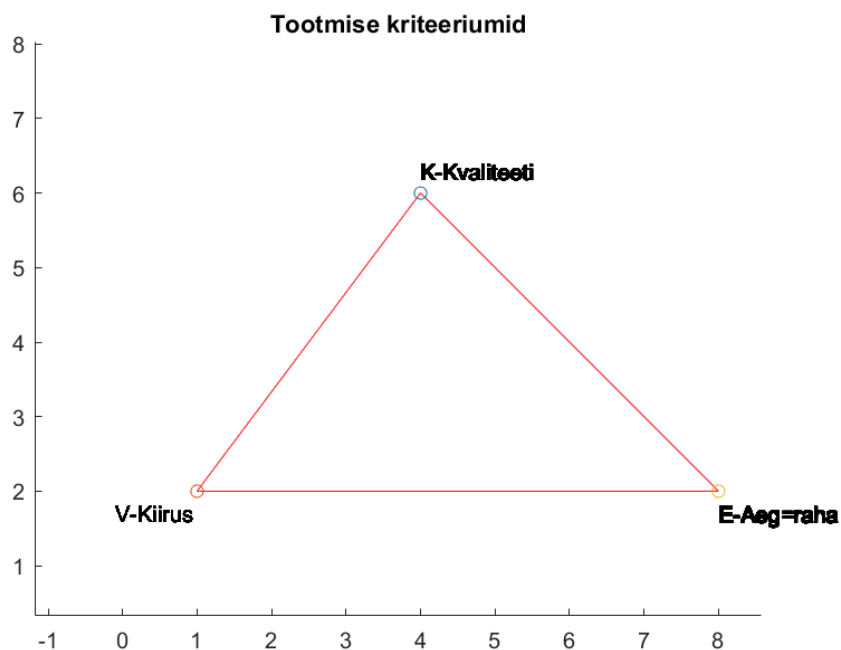
LISAD

Lisa 1 Tootmise kriteeriumide uurimine

```
x=[1,4];
y=[2,6];
line(x,y,'Color','red','LineStyle','-');
x1=[4,8];
y1=[6,2];
line(x1,y1,'Color','red','LineStyle','-');
x3=[1,8];
y3=[2,2]
```

```
y3 = 1x2
      2      2
```

```
line(x3,y3,'Color','red','LineStyle','-')
hold on;
theta = linspace(0,02*pi,100);
x2= cos(theta);
y2 = sin(theta);
plot(x2/12+4,y2/12+6);
plot(x2/12+1,y2/12+2);
plot(x2/12+8,y2/12+2);
text(x2/2000+4,y2/2000+6.3,'K-Kvaliteeti')
text(x2/12000-0.1,y2/12000+1.7,'V-Kiirus')
text(x2/160+8,y2/160+1.7,'E-Aeg=raha')
axis('equal');
title(['Tootmise kriteeriumid'])
xlim([-1.18 8.58])
ylim([0.33 8.03])
```



Lisa 2 Tootmisliinide balanseerimine

```
x=[4,4];
y=[2,6];
line(x,y,'Color','red','LineStyle','-');
x1=[4,4];
y1=[0,2];
line(x1,y1,'Color','red','LineStyle','-');
hold on;
theta = linspace(0,02*pi,100);
x2= cos(theta);
y2 = sin(theta);
plot(x2/12+4,y2/12+6);
plot(x2/12+1,y2/12+2);
plot(x2/12+4,y2/12+2);
text(x2/2000+4,y2/2000+6.3,'IV üldine osa toodetele B ja C')
text(x2/12000-0.1,y2/12000+1.7,'V,üldine osa toodetele A,B,C')
text(x2/160+4.8,y2/160+2.5,'AABABAC...')
text(x2/160+4.8,y2/160+3.5,'I lõplik kokkupane')
axis('equal');
title(['Toodete A, B ja C tootmisprotsessi komponendid ja lõplik
kokkupane'])
xlim([-1.18 8.58])
ylim([0.33 8.03])
x3=[1,7];
y3=[2,2];
line(x3,y3,'Color','red','LineStyle','-');
text(x3/2000+4,y3/2000+0.7,'III osa toodele A');
x4=[4,5];
y4=[2,3.7];
line(x3,y3,'Color','red','LineStyle','-');
x7=[6.5,6.5];
y7=[0.5,1.7];
line(x7,y7,'Color','red','LineStyle','-');
text(x7/2000+7,y7/2000+0.7,'II üldine osa');
e2 = annotation('textarrow', [.429 .429], [.2874 .2874], 'String', '');
e3 = annotation('textarrow', [.5452 .5452], [.6592 .6573], 'String', '');
e4= annotation('textarrow', [.738 .738], [.2292 .2573], 'String', '');
e5= annotation('textarrow', [.544 .544], [.2235 .2677], 'String', '');
```


Toodete A, B ja C tootmisprotsessi komponendid ja lõplik kokkupanek

