

KOKKUVÕTE

Käesolev töö on koostatud tööstuselektronikat tootvas ettevõttes Enics Eesti AS, kus oli seoses Lean tootmise juurutamisega tekkinud vajadus testimisprotsessi optimeerimise järele. Töö sissejuhatuses on välja toodud ning kirjeldatud ettevõtte olemust ja eesmärgi, toodetavaid tooteid ja erinevaid kontrollimeetodeid. Lähemalt räägiti erinevatest testimismeetoditest mida antud tehases kasutatakse, IC testimine, funktsionaaltestimine, mooduli testimine, Burn In ning kõrgepinge testimine.

Töö teises osas on IC testimisprotsessi põhjalikult analüüsitud ning välja toodud töö aktuaalsus ja vajalikkus. Keskendunud ollakse kolmele sama testimistarkvara kasutavale testimisseadmele, mille tulemusmõõdikuid ning suutlikkust on analüüsitud. Analüüsi valimi suuruseks valiti periood 2013 Q4, kuna tegu on piisavalt pika perioodiga, kuid ka samas piisavalt värsked andmed, et järeldusi tulevikuks teha. Esmase mõõdikuna on hinnatud toodete esimese korra läbitavust nende kolme masina peal, milleks on **FPY=95,96%** enne projekti algust. Järgnevalt analüüsiti toodete testis läbi kukkumise põhjusi ja analüüsi käigus selgitati välja, et **65,88%** testis läbi kukkunud toodetest läheb testist läbi ilma toodet parandamata. Samas leiti veel, et antud perioodi jooksul tehti kokku 16 835 parandustegevust, mille hulgas reaalselt toodet parandati 4 060 korral, korduvtestiti, ilma et tootel oleks midagi viga olnud, 8860 korral, parandaja hindas toote korras olevaks 1 814 korral ning testija hindas vigase toote korras olevaks, ehk siis proovis toodet uuesti testida, ilma et seda parandatud oleks ja toode siiski vajas parandamist 2 101 korral. Raiskamise rahalise väärtuse hindamiseks sai hinnatud testijate palgafondi, korduvtestimisele kulunud aega ning testri aja maksumust. Antud analüüsi käigus selgus, et 2013 Q4 on 4 209,58 eurot raisatud puhtalt selle, et korduvalt testitakse neid tooteid, mis tegelikult uuesti testimist ei vaja. Aasta lõikes teeb see ligikaudu **17 000 € raiskamist**. Antud raiskamise vähendamiseks käesoleva magistritöö käigus tegeletaksegi.

Töö kolmandas peatükis teostati kvaliteedijuhtimissüsteemide ülevaade, kus hinnati TQM-i, ISO 9001 Six Sigma, Lean ja Lean Six Sigma lähenemiste sobivust antud probleemi lahendamiseks. Analüüsi tulemusena leiti, et antud juhul kõige optimaalsem on kasutada Lean Six Sigma lähenemist, kuna projektid on piisavalt kiired ja kasutatavad tööriistad piisavalt süstemaatilised, täpsed ning loogilised.

Neljandas peatükis lahendati käsitluse all olevat probleemi Lean Six Sigma meetodikaid ja tööriistu kasutades. Kõigepealt kaardistati IC testimisprotsess SIPOC kaardistuse abil ja hinnati protsessi olulisi mõjutegureid põhjus-tagajärg diagrammi abil ning mõju testimiskvaliteedile. Hinnati protsessi võtmenäitajaid ja klientide ootusi. Järgmisena analüüsiti vigade põhjustajaid ning kasutades pareto graafikut, toodi visuaalselt välja top vigade põhjustajad. Analüüsi käigus leiti, et lahendades ära kõigest top 15 toote vead, on võimalik lahendada kuni 54,60% kõigist esinevatest vaevigadest. Kuna toodete testimisajad on varieeruvad mõnest sekundist 5 minutini siis samuti hinnati parandamist mitte vajavate toodete korduvtestimise peale kulutatud aega ning toodi uuesti välja pareto järgi top vigade põhjustajad mille peale kõige rohkem aega kulutatakse. Ka ajaliselt oli sama toode kõige kulukam toode, mille korduvtestimisele kulutati 2013 Q4 17 tundi. Samuti analüüsiti kõiki esinenud vaevigade logijate järgi. Leiti, et kolm testijat on vigade logimise hulga poolest teistest tunduvalt üle. Järgmiseks korraldati testimisinseneride seas ajurünnak koolitusvajaduste ning -materjali paika panemiseks ning korraldati korduv koolitus nendele kolmele testijale. Järgmisena analüüsiti toodet, mille probleeme hakati lahendama antud projekti raames. Kuna tegu on tootega mis kasutab sama testirakist ning testiprogrammi, siis oli võimalik samaaegselt ära lahendada veel kahel tootel esinenud probleemid. Analüüsi käigus leiti, et ainult antud tootepere korduvtestimisele kulutati aastas 4 ööpäeva ja 2 750 €. Hinnati toote esimese korra läbitavust, keskmine läbitavus 2013 Q4 **FPY=93,18%**. Ning 70,46% esinenud vigadest olid tegelikult testimisvead. Kuna toote testitulemuste näol on tegu pidevandmetega, siis analüüsiti protsessi suutlikkust Six Sigma näitaja C_{pk} abil. Analüüsides

võetud valimi C_{pk} näitajaid ja grupeerides andmeid, leiti et lahendades 11 mõõtmistulemuse madala C_{pk} põhjuseid ja laiendades neid sarnastele mõõtmistele, on võimalik ära lahendada kõik madala $\#s_{-}$ -ga testisammud. Järgmiseks kirjeldati nende 11 mõõtesammu analüüsi ja korrigeerivaid tegevusi ning hinnati parendustegevuste tulemusi pärast teostamist. Projekti käigus mõõtevigasid analüüsid leiti ka võimalus ühe POKA YOKE korraldamiseks, et vältida operaatorite eksimusi.

Viendas peatükis analüüsiti projekti seniseid tulemusi projekti käivitumise algusest. Valimiks valiti 2014 nädal 7-19, et valimi suurus 13 nädalat säiliks. Antud nädalateks oli vaatluse all oleva tootepere esimese korra läbitavus tõusnud **97,81%-ni**. Kuigi toodete koguarv oli muutunud 7,25%, siis testis läbi kukkunud toodete hulk oli langenud tervelt **71,63%** ning FPY oli tõusnud 4,63%. Järgmisena analüüsiti esinevate vigade põhjusi ning võrreldi neid eelnevatega. Tootele teostavate paranduste hulk oli langenud **47,69%**, testimisoperaatorite poolt teostavate korduvtestimiste hulk oli langenud koguni **90,19%**, parandajate hinnatud tooted korras olevaks **57,61%** ning operaatorite toodete korras olevaks, kuigi toode vajab parandamist, hinnatud toodete hulk on samuti langenud **90,34%**. Antud perioodi jooksul korduvtestimisele kulutatud summa on langenud 689,42€ peal **145,10€-le** ehk siis **78,95%**, koguseliselt tervelt **85,78%** ajalist kokkuhoidu. Kuna antud projekti käigus tegeleti ka teiste toodete mõõtetulemuste analüüsimisel Six Sigma metoodikaid. Küll ainult nende, mis nädalate jooksul pareto järgi topis olid, siis hinnati ka ülejäänud toodete testimistulemusi. Kõigi toodete FPY on tõusnud keskmiselt 1,16%, ning valevigade hulk oli langenud **39,11%**, ning kõigi vigade hulk oli langenud **33,24%**, seega valevigade hulga vähenemine on panustanud kõige rohkem vigade hulga vähenemisse. Samuti analüüsiti saavutatud tulemusi rahaliselt ning analüüsi käigus selgitati välja, et analüüsi all oleva perioodi jooksul on toodete korduvtestimisele kulunud summa vähenenud 43,06% ehk 4 209,58 eurolt 2 396,74 eurole. **See on aastas üle 7 250 € võitu** ainult selle pealt, et tooteid korduvtestitakse vähem. Samuti analüüsiti koolitustulemusi sama perioodi jooksul ning analüüsi tulemusena leiti, et samuti uute töötajate koolitamisest tasub panustada, kuna testijate teostatavate korduvtestimiste hulk oli langenud 49,90%, 62,68% ja 76,90% nende kolme töötaja lõikes.

Kokkuvõtteks võiks öelda, et kuna tegu on mahuka probleemiga ja tulemused valitud toote probleemide lahendamiseks väga suured, tervelt **85,78%** võitu ajaliselt ja koguseliselt, kus esinevate valevigade hulk on langenud 2040-lt 290-le. Kogu projekti raames on juba kokkuhoidu **7 250 eurot** aastas.

Hinnates saavutatud tulemusi, leian, et antud projektiga tasub edasi minna. Hinnata uuesti testitulemusi ja valevigade hulka ning kulutatud aega, võtta järgmine toode mille põhjal koostada järgmised analüüsid kuni soovitud tulemuste saavutamiseni.