

UNIVERZA V NOVI GORICI
POSLOVNO-TEHNIŠKA FAKULTETA

**IZBOLJŠANJE PROCESA PROIZVODNJE Z METODO
SIX SIGMA**

DIPLOMSKO DELO

Marko Ipavec

Mentor: doc. dr. Massimo Manzin

Nova Gorica, 2011

NASLOV

Izboljšanje procesa proizvodnje z metodo six sigma

IZVLEČEK

Iskra Avtoelektrika je podjetje, ki proizvaja alternatorje, zaganjalnike, elektromotorje in ostale proizvode. V proizvodnji se srečujejo z problemi, ki so povezani s kakovostjo izdelkov. Ker podjetje veliko vlaga v izboljšanje kakovosti na vseh področjih, se je odločilo uvesti metodo six sigma (šest sigma). Ta metoda je sistematična zasnova za odpravljanje procesnih problemov na vseh področjih, z aktivno kombinacijo pretežno poznanih statističnih in nestatističnih orodij, ki v timskem delu dokazano ter trajnostno dviguje tako zadovoljstvo kupca kot uspeh podjetja. Cilj pričujoče diplomske naloge je, s pomočjo metode six sigma, pripraviti predlog za optimizacijo proizvodnje AC motorjev. Eden od pristopov k metodi six sigma je DMAIC (definiraj, izmeri, analiziraj, izboljšaj, kontroliraj) model. V nalogi smo šli skozi vse faze DMAIC. V prvi fazi, imenovani *definiraj*, smo definirali trenutno stanje, formulirali cilje in rezultate projekta, določili mejnike ter time. V drugi fazi - *izmeri*, smo si zastavili vprašanja, pripravili plan pridobivanja podatkov in jih pričeli pridobivati. V tretji fazi - *analiziraj*, smo podrobneje analizirali podatke, poiskali vzroke za napake in odgovorili na zastavljena vprašanja. V četrti fazi - *izboljšaj*, pa smo na podlagi analiz iz prejšnjega poglavja predstavili možne izboljšave na posameznih področjih. V peti fazi - *kontroliraj*, smo z meritvami spremljali ali so uvedeni ukrepi prinesli zelene izboljšave.

KLJUČNE BESEDE

six sigma, DMAIC, AC motor, SIPOC, diagram ribje kosti, CTQ, VOC

TITLE

Improving the production process with six sigma method

ABSTRACT

Iskra Avtoelektrika is a company which produces alternators, starter motors, electric motors and other products. In production they meet problems which are connected with product quality. Iskra Avtoelektrika invest a lot, to improve quality on all areas, therefore they decided to introduce six sigma method. This method is systematic plan, for eliminating process problems on all areas, with active combination of mainly known statistical and not statistical tools, which with team work provable and sustainable rise the customer satisfaction and company success. Aim of this diploma is, with help of six sigma method, to make proposal for optimize production process for AC motors. One of the approaches to six sigma is DMAIC (define, measure, analyze, improve, control) method. In this task we went through all DMAIC phases. In first phase called Define, we defined current state, we formulated objectives and project results and set milestones and teams. In second phase called Measure, we set some questions, than we made plan for acquire data and began to acquiring them. In third phase called Analyze we made detail analyses of data, then we searched causes for faults and in the end we answered the questions. In phase Improve, we introduced possible improvements in individual areas, using data from previous analyses. Phase Control serves to control, if the implemented actions have brought wanted improvements.

KEYWORDS

six sigma, DMAIC, AC motor, SIPOC, Fishbone diagram, CTQ, VOC

KAZALO

1	Uvod	1
2	Six sigma	5
3	DMAIC	15
3.1	Definiraj (Define).....	16
3.1.1	Trenutno stanje.....	17
3.1.2	Formulacija cilja.....	17
3.1.3	Rezultati projekta	18
3.1.4	Mejniki, vloge	19
3.1.5	SIPOC	19
3.1.6	VOC (voice of the customer – glas kupcev)	21
3.1.7	CTQ drevo (critical to quality – odločujoče za kakovost)	25
3.2	Izmeri (Measure).....	26
3.2.1	Mapa postopka (process map).....	26
3.2.2	Vprašanja.....	28
3.2.3	Plan pridobivanja podatkov.....	29
3.2.4	Vzročno-posledična analiza ali diagram ribje kosti	34
3.2.5	Meritve	36
3.3	Analiziraj (analyze).....	40
3.4	Izboljšaj (Improve).....	43
3.5	Kontroliraj (Control)	44

4	Zaključek	45
5	Literatura	46

KAZALO SLIK

Slika 1: Iskra Avtoelektrika	1
Slika 2: AC motor	3
Slika 3: Gaussova krivulja – statistična kontrola procesa	15
Slika 4: SIPOC diagram	20
Slika 5: Kako nas kupci ocenjujejo	23
Slika 6: Kaj je kupcem pomembno	24
Slika 7: CTQ drevo	25
Slika 8: Proces izdelave AC motorja	28
Slika 9: Kontrolna naprava.....	29
Slika 10: Izmerjeni podatki	30
Slika 11: Stružnica	30
Slika 12: Balansirni stroj.....	31
Slika 13: Podatki o meritvi.....	31
Slika 14: Preša.....	32
Slika 15: Diagram ribje kosti	35

KAZALO TABEL

Tabela 1: Seznam meritev	33
Tabela 2: Napake pri kupcih	36
Tabela 3: Napake v proizvodnji	38

1 UVOD

Začetki delovanja Iskre Avtoelektrike (Slika 1) segajo v leto 1960. V svoji preteklosti je doživela hiter razvoj, ki ji je omogočil prodor na tuje trge. Z letom 1990 je Iskra Avtoelektrika začela poslovati kot družbeno podjetje, od leta 1991 pa je registrirana kot delniška družba. Število zaposlenih je zaradi gospodarske krize nekoliko upadlo in sedaj šteje okrog 1.500 zaposlenih, v celotni skupini pa je okoli 2.300 zaposlenih. To Iskra Avtoelektriko uvršča med največje slovenske industrijske družbe. Na tujih trgih realizirajo preko 96 % prodaje, kar jih uvršča med največje slovenske izvoznike.

Glavni proizvodi Iskre Avtoelektrike so: zaganjalniki, alternatorji, elektromotorji, elektronski in mehatronski sistemi. Podjetje je prepoznavno tudi po inovativnosti, skrbi za zdravje, varstvu okolja, kakovosti proizvodov in procesov, poslovni odličnosti ter veliki tržni in razvojni podpori svojim odjemalcem. Vizija Iskre Avtoelektrike je postati eden vodilnih svetovnih dobaviteljev električnih rotacijskih strojev in elektronskih ter mehatronskih sistemov na področjih delovnih, prevoznih in transportnih sredstev ter izrabe obnovljivih virov energije (Vodnik po Iskri Avtoelektriki 2010, 2010).



Slika 1: Iskra Avtoelektrika

Vir: Iskra Avtoelektrika d.d., 2010

Iskra Avtoelektrika v vseh svojih procesih in organizacijskih enotah načrtuje, izvaja, vzdržuje ter nadzoruje udejanjanje načel vodenja kakovosti s ciljem preseči pričakovanja odjemalcev. Na ta način, ob vključevanju vseh zaposlenih in z izvajanjem nenehnih izboljšav, dosega cilje kakovosti, ter zagotavlja uspešnost vodenja kakovosti (Politika kakovosti, 2010). Ena od metod za zagotavljanje večje kakovosti, je tudi uvedba metode six sigma.

Six sigma je prvič zaslovela z Motorolo v osemdesetih letih 20. stoletja in postala najbolj prepoznavna s podjetjem General Electric v devetdesetih. Filozofija six sigme sloni na dejstvih in podatkih, ki se uporabljajo pri odločanju v organizaciji. Vsakdo v organizaciji mora biti namreč vključen v metodo six sigma, ne glede na položaj v podjetju.

Ravnovesje trilogije, ki vodi metodologijo six sigma do ravni 3,4 napak na milijon, je strategija tehnologije, ljudi in posla. Osredotočati se na zgolj eno strategijo, bi pomenilo škodo za organizacijo.

Six sigma je resnično metodologija, ki omogoča dobavitelju, organizaciji in stranki, da delajo v smeri robustnih proizvodov, pri tem pa dajejo merljive vrednosti. Te vrednosti sta kupčevo zadovoljstvo in končno tudi kupčeva lojalnost. Vendar, da bi to lojalnost obdržali, mora organizacija dovolj dobro poznati kupčeve potrebe, da lahko kupcu dostavijo tisto, kar resnično potrebuje.

Podjetja obstajajo zato, da so profitabilna, saj le kot taka priskrbijo delovna mesta in plačujejo davke, ki koristijo občinam, pokrajinam ter državam. Osnova za ustvarjanje profita so kupci, ki si želijo izdelke, vendar ima vsak kupec svoje zahteve glede izdelkov. Če podjetje prepozna te zahteve je učinkovito, v nasprotnem primeru bo kmalu ostalo brez posla. Kupci namreč občutijo variacije/odklone in ne povprečja (Eckes, 2003).

Izraz σ – sigma izhaja iz grške abecede. Sigma je statistična enota mere, ki pomeni standardni odklon od srednje vrednosti (Marovt, 1998). Na primer: če tehtamo jagode različnih velikosti, bomo dobili večji odklon od srednje vrednosti, kot če tehtamo jagode iste velikosti.

V tej diplomski nalogi je opisan postopek uvajanja metode six sigma v proizvodni proces, z namenom optimizacije proizvodnje asinhronskih motorjev (v nadaljevanju AC motorjev).

AC motorji, ki se uporabljajo v voznih in hidravličnih aplikacijah, nudijo višji izkoristek ter manjše dimenzije od DC sepex ali serijskih motorjev z enakimi izhodnimi in termičnimi karakteristikami. So brez kolektorja in ščetk, zato ne potrebujejo vzdrževanja. S tem tipom motorja lahko dosežemo večje pospeške in zaviralni navor pri višjih hitrostih, ker niso omejeni s kolektorjem, kar omogoča krajše zavorne poti brez uporabe mehanske zavore. AC motorji omogočajo tudi daljšo življenjsko dobo baterij in natančnejši nadzor gibanja. Prednosti so tudi pri manjši glasnosti, daljši življenjski dobi, večjem razponu obratov, velikem navoru pri nizkih obratih (Iskra Avtoelektrika d.d., 2010).

Glavni sestavni deli AC motora so: stator, rotor, enkoder, ležaj, prednji in zadnji pokrov, priključna plošča. AC motor deluje na principu vrtilnega momenta. Med statorjem in rotorjem je minimalna zračna reža, ravno tolikšna, da omogoča vrtenje rotorja, pri tem se ustvarja magnetno polje (Brozovšek, 2008). Iskrini AC motorji imajo razpon moči od 0,5 kW do 35 kW, baterijsko napetost od 24 V do 80 V, vsi imajo vgrajene enkoderje in senzorje temperature, na motorje pa lahko namestimo tudi zavoro (Iskra Avtoelektrika drive systems, 2008).



Slika 2: AC motor

Cilj te diplomske naloge je z pomočjo metode six sigma izboljšati proces proizvodnje AC motorjev, z namenom zmanjšanja števila napak na proizvodih in s tem posledično na eni strani zagotovitve zadovoljstva kupcev, po drugi pa v proizvodnji odpraviti zastoje.

2 SIX SIGMA

Osnovni elementi orodja six sigma niso novi, saj so v uporabi že kar nekaj časa. Six sigma ponuja zgradbo, ki združuje ta osnovna orodja s podporo najvišjega vodstva. Ključ do uspeha je kombinacija zavezanosti virom in stroge metodologije identificiranja ter eliminiranja variabilnih virov. Treba je poudariti, da so bistvene razlike med uveljavljenimi metodami (20 ključev, model odličnosti EFQM, ISO 9001,..) in metodo six sigma v paketu orodij, sistematičnem uvajanju teh orodij, obvezi k obsežnemu šolanju ter verjetno najpomembnejše od vsega, zavezanost vodilnih članov v organizaciji. Ta zavezanost je edinstvena, obstoječe metode kakovosti so bile v preteklosti sicer prepoznane in promovirane, vendar niso nikoli prišle do vodilnih članov v ameriških organizacijah, vse do pojava šest sigme. Prav ta prisotnost v samem vodstvu organizacij je pomenila spremembo, saj so se začeli zanimati za to, kdaj se bo investicija začela vračati in to je resnično nov pristop na področju zagotavljanja kakovosti.

V ožjem statističnem pomenu je six sigma cilj kakovosti, ki prepoznava variabilnost procesa pri specifikaciji izdelka, tako da njegova kvaliteta in zanesljivost ne le dosežata, temveč celo presegata kupčeve zahteve. Sposobnost procesa six sigma je, da ustvari samo 3,4 napake na milijon možnosti. Večina organizacij danes deluje med 4 in 5 sigm, kar pomeni od 6.000 do 67.000 napak na milijon možnosti, pomikanje proti six sigmi pomeni torej veli izziv. Proces DMAIC (definiraj, izmeri, analiziraj, izboljšaj, nadziraj) je ključ za doseganje izboljšav pri kvaliteti izdelkov. To je nelinearni proces - če se podatki spremenijo, je torej potrebno predhodne korake ustrezno dopolniti z novimi podatki (Pande, 2002).

Za uspešno uvajanje metodologije six sigma, morajo imeti vodilni delavci in tisti, ki uvajajo to orodje, naslednje značilnosti (Stamatis, 2004):

- *Realističen pogled:* ljudje smo večinoma podvrženi temu, da se izogibamo resničnosti, če nam ni naklonjena. Six sigma pa je podatkovno vodena metodologija, ki pomaga organizacijam, da vidijo resnično sliko in na podlagi verodostojnih podatkov tudi primerno reagirajo.

- *Pozitiven pristop*: six sigma nas spodbuja, da poskusimo s čim bolj tveganim pristopom in to še preden se pričnemo pritoževati, da tega ne bomo zmogli.
- *Prilagodljivost*: uspešno ukvarjanje s spremembami zahteva veliko prilagodljivosti. Six sigma vsebuje drastične spremembe na mnogih področjih, ena najpomembnejših je zmožnost sprejemanja odločitev na podlagi podatkov. Ravno podatki so motor, ki naredijo six sigma to, kar je.

Glavni cilji six sigme so: zmanjšati število napak, izboljšati prihodek, izboljšati zadovoljstvo kupcev, zmanjšati odstopanja/variacije, zagotoviti nenehne izboljšave in povečati vrednost delnic (Eckes, 2003).

Obstaja več pristopov k six sigmi (Stamati, 2004):

- Pristop Motorola - Motorola je bila prvo podjetje, ki je razvilo to metodologijo.
- Pristop Six Sigma Academy - to je bila prva sprejeta komercialna metodologija six sigma, z manjšimi odstopanji od originalne metodologije Motorole.
- Pristop General Electric - General Electric je nadaljeval z razvojem Motorolinega pristopa in standardiziral to metodologijo. Njihov pristop je povzela večina organizacij. General Electric se je osredotočil na pet zaporednih korakov, ki skupaj tvorijo DMAIC model. Prav ta pristop je opisan v pričujoči diplomski nalogi.
- Obstaja pa še en nov pristop, in sicer DCOV (definiraj, karakteriziraj, optimiraj, preveri). Od DMAIC modela se razlikuje po tem, da skuša preprečiti nastanek problemov še preden se zgodijo, DMAIC model pa rešuje/odpravlja že nastale probleme.

Six sigma ima zelo formalen in sistematičen pristop k reševanju problemov. Sledi splošnemu vzorcu, vendar zahteva celovit pristop za celotno organizacijo. Pristop, ki ga six sigma uporablja za reševanje problemov, je naslednji (Stamatis, 2004):

- Definirati problem: določiti probleme, definirati projekt, sestaviti ekipo.
- Diagnosticirati problem: analizirati simptome, formulirati teorije vzrokov, preizkusiti teorije in izluščiti glavne vzroke.
- Odpraviti probleme: upoštevati alternativne rešitve, oblikovati rešitev in kontrole, uvesti rešitev ter kontrole.
- Kontrolirati izvajanje in nadzirati kontrolni sistem.

Six sigma zaposluje vse nivoje zaposlenih v organizaciji, tako vodstvene kot proizvodne delavce. Osredotoča se na izboljšavo kvalitete, zniževanje stroškov, zmanjševanje časa cikla in izboljšanje učinkovitosti dobave. Vse to se odraža v večjem profitu in zadovoljstvu kupcev. Izboljša pa se tudi odnos med vodstvom in zaposlenimi.

Six sigma je izredno kompatibilna z drugimi metodami kakovosti, ki se že uporabljajo v organizaciji, saj se jo lahko uvede tako na mikro kot makro ravni. Še pomembneje je, da je združljiva z osnovnimi grafičnimi orodji in z naprednimi statističnimi orodji (Pande, 2002).

Six sigma nima namena zmanjševati števila zaposlenih v organizaciji. Njen namen je zmanjšati variacije/odstopanja in povečati profitabilnost. Vendar, če se v sklopu projekta izkaže preveliko število zaposlenih, potem bi v procesu reinžiniringa lahko prišlo do zmanjšanja števila zaposlenih v organizaciji.

Za uvedbo six sigme v organizacijo je potreben določen čas, ki je odvisen od števila dobro usposobljenih delavcev. V začetku je potrebno izbrati ključne osebe, ki se jih izšola do stopnje črni pas. Nato se postopoma šola dodatno osebje, dokler niso dovolj usposobljeni za samostojno delovanje. Nekatere organizacije ne pokrijejo stroškov uvedbe six sigme prej kot v dveh do treh letih. Na drugi strani pa imate organizacije, ki trdijo, da se jim je vložek povrnil v manj kot enem letu (Eckes, 2003).

Uspešna umestitev six sigme v organizacijo je posledica razumevanja in podpore vseh zaposlenih. Če nismo zmožni razumeti in zagotoviti podpore, potem ta metodologija ne bo uvedena uspešno v organizacijo ter bo pustila slab priokus. Veliko stvari nas lahko ovira ali celo zaustavi pri uvedbi six sigme, najbolj ključne pa so (Stamatis, 2004):

- Uspeh ni dovolj hiter, zato organizacija obupa.
- Ni prioritete za izbrane projekte.
- Preveč projektov je prepoznanih, zato je metodologija preobremenjena in rezultati niso vidni.
- Podani so neizvršljivi cilji in roki, organizacija pa od metodologije pričakuje nemogoče rezultate.
- Organizaciji primanjkuje fleksibilnosti. Pripravljena mora biti namreč na nepričakovano. Ob pojavu motnje se ne sme predati, ampak se mora osredotočiti na izboljšave.
- Organizacija ne posveča dovolj sredstev in/ali usposabljanja za ta projekt. Brez dovolj usposobljenega osebja in ostalih potrebnih sredstev, uvedba six sigme ne bo uspešna.

Za preživetje six sigme, mora organizacija upoštevati potrebe kakovosti in imeti celoten strateški plan. V organizaciji mora biti vzpostavljen sistem, ki obravnava naslednje (Stamatis, 2004):

- *Povezavo med funkcionalnimi potrebami kakovosti in celotnim strateškim planom.* To je verjetno najpomembnejše ne le za six sigmo, temveč tudi za vsa ostala prizadevanja za obravnavanje izboljšav. Potrebe morajo biti vedno v skladu z organizacijskimi cilji in plani. Nekateri ključni vidiki so: konkurenca, stroški, razlikovanje izdelkov in uporaba primernih orodij.
- *Povezava med strateškim planom in planom kakovosti.* Druga najpomembnejša zadeva v metodologiji six sigma je povezati strateški plan z dejanskim planom kakovosti. To pomeni, da ima organizacija razvite,

oziroma je pripravljena razviti: programe ki dajejo povratne informacije, korektivne ukrepe, analize, bazo podatkov, razvoj izdelkov. Poleg tega mora imeti organizacija infrastrukturo za obravnavo zadev kot so: administrativna podpora, nadzor procesov, interna revizija in procesi, ki ugotavljajo kupčeve potrebe.

- *Teorija variacij/odstopanj.* Nujno je da so variacije pravilno razumljene, poznamo namreč navadne in posebne variacije.
 - Tipične navadne variacije so: rahle variacije pri neobdelanem materialu, rahle vibracije stroja, pomanjkanje človeške natančnosti, variacije pri odčitkih, variacije orodij in variacije pri izkušenosti delavcev. Posebne variacije pa vključujejo: razlike v strojih ali procesih, serijo slabega neobdelanega materiala, napačno nastavljen stroj, nekalibrirano testno opremo, nekvalificiranega delavca, sezonske delavce in nestalno delovno silo. Včasih imamo lahko kombinacijo variacij obeh tipov (navadne in posebne), kot na primer: večja recesija, odpoved opreme ali zmanjševanje zaposlenih.
- *Nekaj tipičnih problemov, ki se jih bo metodologija six sigma morda dotaknila:* slaba konstrukcija izdelka, slaba navodila in slab nadzor, neuspeh pri zagotavljanju informacij za proizvodne delavce v statistični obliki, postopki ne ustrezajo zahtevam, stroji ne ustrezajo zahtevam, nastavitve strojev so kronično nenatančne, slaba razsvetljava, vibracije, pomešani proizvodi, neudobni delovni pogoji, težišče vodstva je količina pred kakovostjo, vodstvo se ne sooča s problemom podedovanega nekakovostnega materiala.
- *Poslanstvo kakovosti je zelo pomembno v strateškem planiranju.* Pri tem je pomembno, da je poslanstvo kakovosti povezano s poslovno strategijo podjetja. Z drugimi besedami, osnovati bi morali poročilo v jasnem in preprostem jeziku, tako da ga razumejo vsi v organizaciji (pa tudi zunanji sodelujoči) in da so ključne gonilne sile za dosego zadovoljstva kupca prepoznane na tak način, da se izboljšave začnejo z določanjem prioritete in opredelitvijo organizacijske politike.

Hierarhija poslanstva je naslednja:

- *Poslanstvo*. Bistveno je definirati naloge kakovosti, politiko kakovosti in zagotavljanje ozaveščanja o kakovosti v organizaciji.
- *Vizija*. Sestavljena je iz ključnih procesov, ki pomagajo pri izpolnjevanju naloge.
- *Vrednosti*. To so ključni indikatorji za potrditev vizije in poslanstva.
- *Cilj*. Cilji zagotavljajo okrepitev za doseganje poslanstva.

V kontekstu metodologije six sigma je nujno prepoznati, da nobena organizacija ne more funkcionirati brez določenih načel kakovosti in politike:

- Potreba po kvalitetnih načelih in pravi politiki.
 - Primerna odobritev s strani izvršnega vodstva.
 - Udeležba ključnih vodij.
 - Razumevanje potrebe po odnosih z strankami (notranjimi in zunanjimi).
 - Razumevanje potrebe po nenehnih izboljšavah.
 - Razumevanje nujnosti vključenosti in zavzetosti vsakega posameznika.
 - Razumevanje pomembnosti kakovosti.
 - Razumevanje planiranja in organiziranosti.
- *Za upravljanje s kakovostjo, so potrebni človeški viri*. Mora pa biti prepoznano in razumljeno, da tipična organizacija, ki sprejema filozofijo six sigma, od vseh sodelujočih zahteva primerno usposobljenost, še posebej pri osebah na vodstvenih položajih (zanje velja, da morajo biti ustrezno in primerno usposobljeni ter izobraženi, pa tudi delavni,...).

Zadovoljstvo kupcev je verjetno najmočnejši razlog za uporabo metodologije six sigma, saj je ravno to gonilna sila za zagotavljanje odličnosti. Zadovoljstvo kupcev je bilo ustvarjeno s pomočjo poznavanja kupcev, dovednosti in sposobnosti zadovoljiti vse potrebe ter pričakovanja kupcev. Glavni namen procesa kakovosti je dosledno izboljšanje vrednosti do kupca. Kupec je namreč nekdo, ki je pod vplivom izdelka. V organizacijah so oddelki in osebje, ki dobavljajo storitve ter izdelke drug drugemu. Če je storitev do notranjega kupca nezadostna, je torej povsem verjetno, da bodo pričakovanja zunanjega kupca ostala neizpolnjena. Zunanji kupci so stranke, ki kupujejo storitve ali izdelke. Izdelki so lahko prodani končnemu uporabniku preko posrednikov, kot so: trgovci, distributerji in drugi (Eckes, 2003).

Poznavanje kupčevih pričakovanj in prioritet je ključno pri razvoju izdelka, saj ta prevaja kupčeva pričakovanja ter zahteve v uporaben in kvaliteten izdelek. To pomeni, da se začne z želenim izdelkom in nadaljuje s prepoznavanjem potrebnih karakteristik za surovine, sestavne dele, montaže ter faze procesov. V kolikor ustrezne in primerne definicije kvalitete, v povezavi s pričakovanji kupca, niso uvedene dovolj zgodaj v fazo razvoja, obstaja tveganje, da bo kupec prepoznal to pomanjkanje kvalitete na trgu in zato ne bo zadovoljen. Ravno zato, ker je vzdrževanje kvalitete tako zelo pomembno, je nujno, da vodstvo stalno pregleduje proces. To pomeni, da se mora vodstvo vedno zavedati medsebojnega vpliva in razmerja s kupcem, vključno s tem kako pridobljene informacije pri kupcu uporabimo za izboljšavo naših izdelkov. Vodstvo mora poznati procese, s katerimi upravlja svoj odnos do kupcev in to lahko naredi z naslednjimi ukrepi (Stamatis, 2004):

- zagotavljanje enostavnega dostopa kupcev do podpore, pripomb in pritožb;
- ugotavljanje zadovoljstva kupcev s proizvodi, pridobivanje povratnih informacij in pomoč pri gradnji odnosov;
- usposabljanje določenih zaposlenih z znanjem o specifičnih izdelkih, nato pa pooblaščenje teh zaposlenih za sprejemanje odločitev, povezanih z izdelki in s kupci; dani pa jim morata biti tudi tehnološka ter logistična podpora, ki sta potrebni za zanesljiv in dostopen servis za doseg zadovoljstva kupcev;

- analiza povratnih informacij za planiranje naše razvojne politike in dodeljevanje sredstev. Zavezanost organizacije kupcem namreč pomeni: podpirati zaupanje v izdelke tudi kadar odpovejo, zagotoviti, da niso deležni nenavadnih situacij in biti odprt ter iskren v komunikaciji.

Six sigma daje velik poudarek na zadovoljstvo kupcev, s tem namreč zmanjšamo variacije in povečamo profit. Vir nezadovoljstva so pritožbe oziroma odpovedi izdelkov, torej slaba kvaliteta. Ko se pritožbe povečujejo, jih je potrebno sistematično reševati, kar pomeni, da jih mora določen oddelek pregledat in analizirati. Iz rezultatov je nato potrebno izluščiti, da se vzroke pritožb lahko odpravi. Kupcem je potrebno omogočiti, da prosto komentirajo proizvode, procese ali storitve podjetja. Poleg tega mora organizacija večkrat obiskati kupce ali vsaj veliko komunicirati z njimi in pridobivati povratne informacije. Tipične poti za dosego tega so (Stamatis, 2004):

- zagotoviti osebje, ki skrbi za reševanje pritožb;
- spodbujati kupce, da priskrbijo ustrezne povratne informacije;
- sestaviti slovar s specifičnimi izrazi, z namenom izboljšanja komunikacije, lahko pa se napake označi z številkami in s tem precej olajša analiziranje podatkov;
- zagotoviti izobraževanje, kako določene stvari narediti;
- uporabiti tehnologijo pri pridobivanju podatkov s terena od kupca in opraviti temeljito analizo, na podlagi katere lahko vodstvo izbere prave odločitve.

Informacije o zadovoljstvu kupcev je mogoče pridobiti z garancijskimi zapisi. Garancija je oblika jamstva, da je izdelek, proces ali storitev primeren za uporabo, oziroma, da v primeru odpovedi kupec dobi neko nadomestilo. V osnovi poznamo dve vrsti garancij: splošna garancija, primerna za običajno rabo izdelka in posebna garancija, primerna za specifično rabo izdelka, ki od prodajalca zahteva poznavanje posebnih pogojev uporabe. Ti posebni pogoji so lahko definirani skozi parametre (Stamatis, 2004):

- celovito pokritost garancije;
- pogoji garancije vključujejo izključitve;
- jasnost in razumljivost napisane garancije;
- kako se organizacija primerja s konkurenti.

Napisane garancije so v pomoč tako kupcem kot dobaviteljem. To obvaruje kupca s tem, da dobavitelj izpolni svoje obveznosti in obenem obvaruje dobavitelja z jasno določitvijo obveznosti prodajalca.

Organizacija lahko bolje spozna svoje kupce z uporabo prave segmentacijske strategije. To naredi tako, da najprej prepozna in sestavi seznam svojih trenutnih ter potencialnih kupcev, nato pa razdeli skupine kupcev po različnih tržnih segmentih, ne glede na to, da imajo vsi kupci določene skupne zahteve in pričakovanja o izdelkih. Pri segmentiranju je potrebno upoštevati tudi naslednje pomembne elemente (Stamatis, 2004):

- Temeljnost pri prepoznavanju tržnih segmentov in potencialnih kupcev.
- Stopnja, do katere so bile kupčeve zahteve prepoznane pri vsakem segmentu.
- Prepoznati splošne in posebne zahteve ter pričakovanja za vsak tržni segment.
- Pogostost pridobivanja podatkov za vsak tržni segment.

Kupčevo zadovoljstvo in razumevanje sta zelo pomembna za vsako organizacijo, obenem pa imajo te organizacije pomembno vlogo pri doseganju tega zadovoljstva. Nujno je, da so odnosi negovani in razviti do točke, kjer se oba poslovna partnerja vidita kot zmagovalca. Da bi dosegli tak odnos, pa je potrebno slediti naslednjim konceptom in principom (Stamatis, 2004):

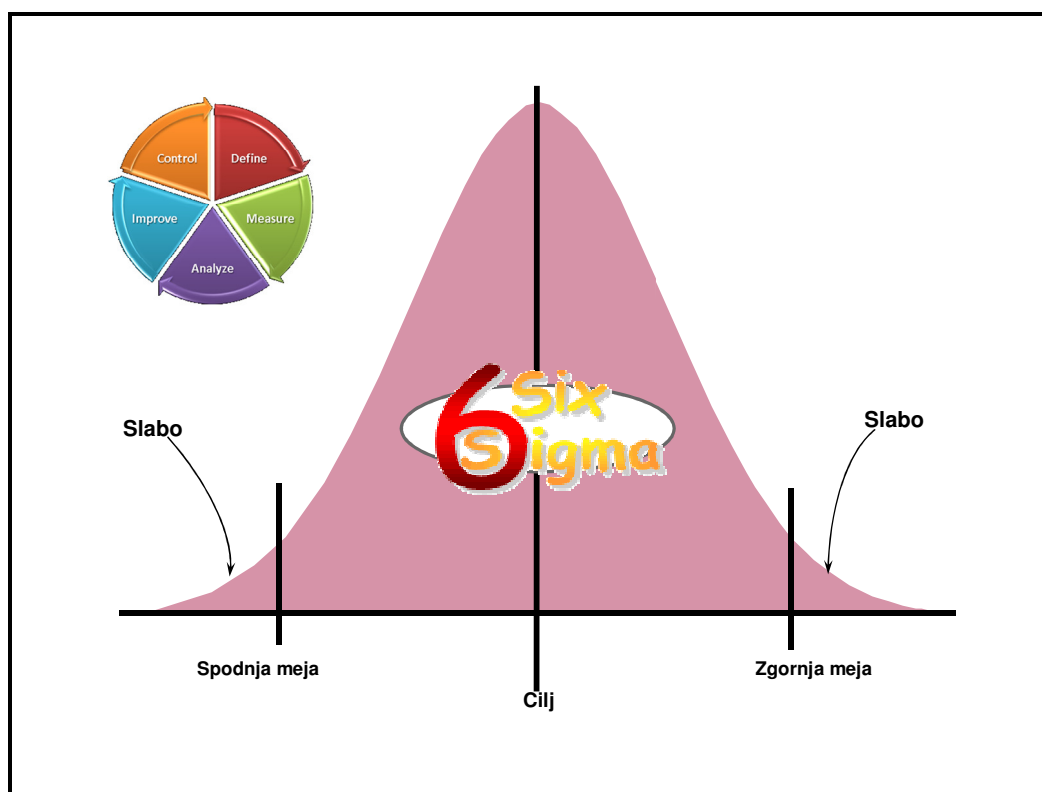
- Dobavitelj mora postati podaljšek kupca.
- Kupec in dobavitelj morata delati tesno skupaj za doseg obojestranske koristi.
- Vzpostaviti morata dolgoročen nabavni sporazum.
- Začeti morata z skupnimi aktivnostmi, povezanimi z kvaliteto (izobraževanje, planiranje, ...).

Komunikacija in timsko delo med kupcem ter dobaviteljem sta nujna. Nekaj tehnik komuniciranja, ki nam lahko pomagajo (Stamatis, 2004):

- *Garancijska kartica.* Ob nakupu izdelka je moral kupec vrniti kartico, ki navaja stanje izdelka.
- *Telefonski klici.* Kupce se pokliče in vpraša o vtisih ter mnenju o kvaliteti izdelkov.
- *Individualni obiski pri kupcih.* Naslednja oblika pridobivanja podatkov je obisk predstavnikov marketinga ali razvoja pri kupcu.
- *Posebne priprave s posameznimi kupci.* Preprost, a učinkovit pristop je vzpostavitev posebnega sporazuma z določenimi kupci, da dosežemo globino informacije.
- *Ciljne skupine.* Ta tehnika je vodena v smislu boljšega dojetja izdelkov s strani kupca. Skupina obstoječih in potencialnih kupcev se tako seznanja z določenimi izdelki.

3 DMAIC

Vsaka metodologija ima svoj konceptualni pristop. Six sigma na tem mestu ni nič drugačna ima dve smeri pristopa. Prvi je, da najde obstoječe probleme, drugi pa preprečevanje, da bi se problemi sploh pojavljali. Six sigma uporablja model DMAIC (definiraj, izmeri, analiziraj, izboljšaj, nadziraj), ki je funkcionalen in jasno kaže pravo pot (Brassard in drugi, 2002).



Slika 3: Gaussova krivulja – statistična kontrola procesa

Vir: Hohnjec, b.l.

Merjene veličine procesov, morajo biti znotraj definiranih tolerančnih mej (med spodnjo in zgornjo mejo – Gaussovo krivuljo). Vse vrednosti pod spodnjo in nad zgornjo mejo so z vidika kakovosti procesa nesprejemljive – slabe (slika 3).

3.1 Definiraj (Define)

Prva faza, imenovana *definiraj*, nam služi kot platforma za našo ekipo ljudi, ki se tako lahko organizirajo, saj se določijo pravila in odgovornosti za vsakega člana, vpeljejo se naloge ter mejniki in pregledajo procesni koraki. Ključne točke, ki jih je potrebno definirati v tej fazi so: glas kupcev (voice of the customer), obseg projekta, seznam za specifičen projekt na podlagi vzrokov in učinkov ter projektno načrtovanje. Vse te točke so lahko povezane s kupcem. Pomembno je, da upoštevamo in razumemo to povezavo s kupcem pred ter med samo fazo. Koraki, ki morajo biti zaključeni v fazi *definiraj*, so (Pande, 2002):

- Definicija problema: problem je definiran na osnovi dostopnih podatkov, je merljiv in izključuje kakršnekoli predpostavke o morebitnih vzrokih ali rešitvah. Problem mora biti torej specifičen in dosegljiv.
- Identificirati kupca: prepoznati moramo kdo je direktno povezan s problemom in za kakšno ceno. Začnemo z analiziranjem naključnih vzorcev, da si pridobimo celotno sliko, nato pa nadaljujemo z natančno analizo stroškov slabe kakovosti. Naloga tima je, da ugotovi kolikšno število ljudi je okuženih s slabo kvaliteto.
- Prepoznati, kaj je odločilnega pomena za kakovost. Tim mora namreč dognati, kaj je pomembno za kupca (iz vidika kupca). Tipična vprašanja v tej fazi so: kaj je v dobrem stanju in kaj je pravočasno.
- Obseg projekta: definirati je potrebno obseg projekta in ga po potrebi dopolniti. Namen tega koraka je zmanjšati obseg projekta na stopnjo, ki zagotavlja, da je še pod kontrolo tima, da se podatke lahko pridobi in pokaže tekoče ter izboljšano stanje in da se izboljšave lahko izvede v časovnem okviru.

Na koncu te stopnje ni nenavadno ponovno pregledat začetni problem in ga prečistiti na tak način, da postane zelo jasn. Pri tem pa je potrebna veliko časa, da se določi obseg problema. Namen te stopnje je ustvariti temelje za nadaljnje delo pri reševanju problema in celoten tim mora popolnoma razumeti ta proces (Eckes, 2003).

3.1.1 Trenutno stanje

Namen naloge je izboljšanje procesa proizvodnje z metodo six sigma v podjetju Iskra Avtoelektrika.

Trenutno stanje:

- Prodaja AC motorjev v letu 2009 znaša 1.300.000 €.
- Število dobavljenih kosov v letu 2009 znaša 6.580.
- S strani kupca je prejetih 27 reklamacij na 0 km (reklamacije prve vgradnje iz linije – R0), kar znaša 3.960 PPM (part per milion – kosov na milijon) in 15 reklamacij iz garancije (R1), kar znaša 2.200 PPM.
- Vrednost reklamacij za leto 2009 za 0 km znaša 5.520 €, iz garancije pa 5.200 €, kar skupaj pomeni 10.720 €

Učinek trenutne situacije:

- Nefinančna učinka sta: nezadovoljstvo kupca in zmanjšanje ugleda.
- Finančni učinek je: vrednost reklamacij v letu 2009 znaša 10.720 €, v primerjavi s prodajo je to 0,82 %.

3.1.2 Formulacija cilja

Želena situacija:

- Zmanjšanje števila reklamacij na 800 PPM.
- Sistemsko reševanje reklamacij – zmanjševanje ponavljajočih se vzrokov reklamacij.

Pričakovane ovire/tveganje:

- Počasno uvajanje sprememb.

- Slaba kvaliteta dobavljenih komponent.

Obseg projekta (začetek, konec procesa, proizvod, mesto, omejitve):

- Celoten proces izdelave AC motorjev.
- Obvladovanje dobaviteljev.
- Konec procesa – dobava dobrih proizvodov kupcu.

3.1.3 Rezultati projekta

Koristi projekta:

- Nefinančne koristi: povečanje zadovoljstva kupca in zmanjšanje tveganja za reklamacije.
- Finančne koristi: zmanjšanje stroškov reklamacij pod 1.600 € na leto za reklamacije 0 km in pod 1.500 € za reklamacije iz garancije.

Potreben proračun (€) – izhodno/aktualno stanje:

- Vrednost reklamiranih izdelkov 0 km: 5.520 €.
- Vrednost reklamiranih izdelkov iz garancije: 5.200 €.
- Število PPM: 6.160.
- Sigma stopnja: 4.

Pričakovani učinek (€) – ciljna vrednost:

- Vrednost reklamiranih izdelkov 0 km: 1.600 €.
- Vrednost reklamiranih izdelkov iz garancije: 1.500 €.
- Število PPM: 800.
- Sigma stopnja: 4.66.

3.1.4 Mejniki, vloge

Naslednji podatki so pomembni pri določanju mejnikov in odgovornih:

- Za vsako fazo je potrebno določiti datum začetka in konca faze. Datumov se je nato potrebno držati.
- Potrebno je izbrati tim ljudi iz vseh potrebnih področij: kakovost, komerciala, tehnologija, nabava in proizvodnja.
- Nadalje je potrebno določiti kdo je: naročnik, sponzor, lastnik procesa, vodja projekta, zelen/črn pas (green/black belt), trener, nadzornik (controlling).

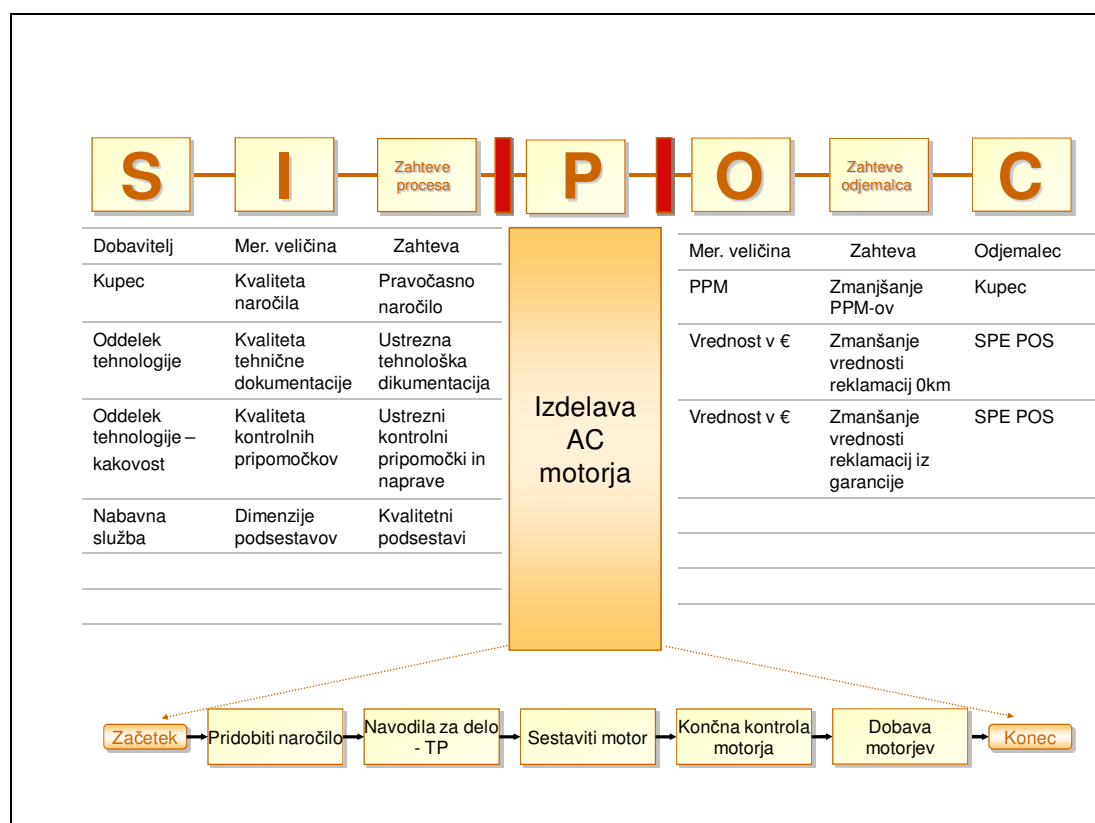
3.1.5 SIPOC

SIPOC (dobavitelj, vhodna veličina, proces, izhodna veličina, stranka) diagram je orodje, s katerim prepoznavamo koristne elemente pri procesu izboljšav še preden se delo začne (SIPOC diagram, 2010). Pomaga nam pri (Hohnjec, b.l.):

- definiranju, v projektu raziskovani proces;
- razumevanju strank glede njihovih poglobitnih zahtev;
- definiranju bistvenih kazalnikov;
- ločevanju neodvisnih (vplivnih) spremenljivk od odvisnih (rezultatskih);
- ugotavljanju kateri dobavitelji dobavljajo oz. zagotavljajo vhodne veličine;
- gradnji osnove za prvo postavitev hipotez.

Pri procesu izdelave AC motorjev je potrebno najprej pridobiti naročilo, ki ga priskrbi oddelek komerciala. Oddelka tehnologije in kakovosti morata nato pripraviti navodila za delo, kontrolne postopke in potrebna orodja za pravilno montažo motorjev. S presojo izdelkov (3 kosi na serijo) preverijo ali so izdelani v skladu z dokumentacijo, to pomeni po prevzemni risbi, ki jo je kupec potrdil in parafiral.

Namen presoje je iskanje serijskih napak na izdelkih. Dobre motorje se zapakira in pošlje kupcu. V SIPOC diagramu so naslednji dobavitelji: kupci, oddelek tehnologije, oddelek kakovosti in služba nabave. Pomembni vhodni podatki so: kvalitetna/pravočasna naročila, kvalitetna tehnična dokumentacija, kvalitetni/ustrezni merilni pripomočki in kvalitetni podsestavi. Izhodna podatka pa sta zmanjšanje števila reklamacij in posledično manjši stroški reklamacij. Stranke v tem procesu so kupci in posamezni oddelki v programu POS (pogonski sistemi). V SIPOC diagramu (Slika 4) so prikazani vsi pomembni elementi pri procesu izdelave AC motorja.



Slika 4: SIPOC diagram

3.1.6 VOC (voice of the customer – glas kupcev)

Kakovost lahko opredelimo kot spoznavanje kupčevih potreb in zagotavljanje višje vrednosti. Najpomembneje je pravilno razumevanje kupčevih potreb. Glas kupcev se lahko pridobi na različne načine: z direktnim pogovorom, z anketo, s ciljnim skupinami, s specifikacijami kupcev, z opazovanjem, z garancijskimi podatki ali s poročili (Voice of the Customer, 2010). Pridobljene informacije nam pomagajo na več načinov (Hohnjec, b.l.):

- pri odločitvi, katere izdelke in storitve ponuditi;
- pri imenovanju kritičnih lastnosti in specifikacij izdelkov in storitev;
- pri odločitvi, kje bomo postavili težišče za izboljšave;
- omogoča primerjavo z osnovnimi meritvami za uporabnost, zadovoljstva kupca in rezultati izboljšav;
- identificirati najpomembnejše gonilnike zadovoljstva strank.

Iskra Avtoelektrika vsako leto pošlje anketne vprašalnike svojim kupcem in jih povpraša po različni podatkih. Anketni vprašalnik zajema več podatkov in tematik (Anketa o zadovoljstvu kupcev 2009, 2010). Ocenjuje se različna področja z oceno od 1 do 5 (5 je najvišje) in sicer vsako področje dvakrat. Prvič se ocenjuje kako pomembna so ta področja za kupce, drugič pa se ocenjuje učinkovitost po posameznih področjih:

- Izbor izdelkov
- Kvaliteta izdelkov
- Proizvodnja in tehnološka stopnja
- Razpoložljivost ključnih oseb
- Elektronska izmenjava podatkov
- Podpora razvoja

- Poročila o preizkusnih testih
- Poprodajna podpora
- Reševanje reklamacij
- Dobava
- Skupen učinek kot dobavitelj

Sledijo posamezna vprašanja:

- Ali je naša skupna učinkovitost boljša, enaka ali slabša kot prejšnje leto?
- Ali imate kaj pritožb oziroma problemov, povezanih z našo učinkovitostjo, ki bi jih želeli dodati?
- Katere so naše največje prednosti?
- Katere so naše največje pomanjkljivosti?
- Kaj bi želeli od nas, da bi naredili drugače ali boljše v prihodnosti?

Dobljene rezultate se zbere in analizira. Poleg naštetih vprašanj pa pridobijo še naslednje podatke:

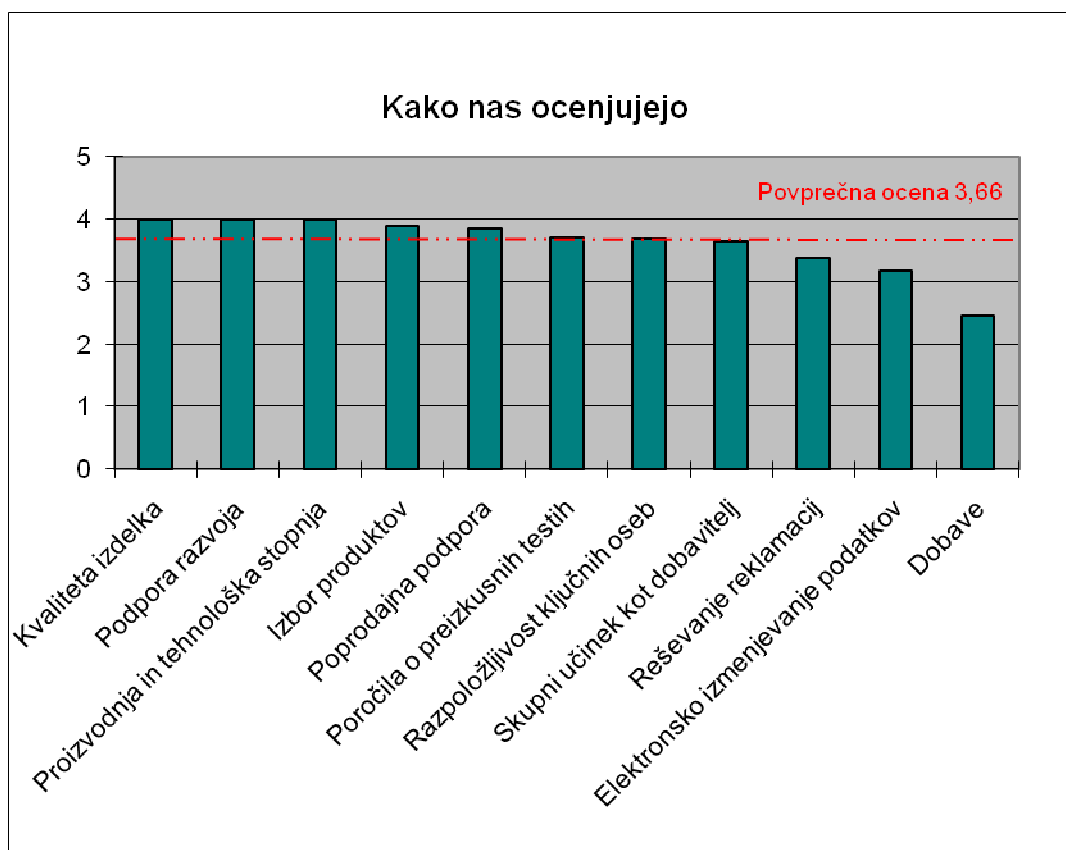
- Skupno oceno zadovoljstva kupcev;
- Število poslanih in vrnjenih anket.

Rezultati ankete za leto 2009 so naslednji:

Poslanih je bilo 29 anketnih vprašalnikov in vrnjenih je bilo 9.

Ocene kupcev, kako Iskro Avtoelektriko ocenjujejo po posameznih področjih, so naslednje (Slika 5):

- kvaliteta izdelkov, podpora razvoja in proizvodnja ter tehnološka stopnja so prejeli oceno 4;
- izbor izdelkov, poprodajna podpora, poročila o preizkusnih testih, razpoložljivost ključnih oseb, skupni učinek kot dobavitelj, reševanje reklamacij in elektronska izmenjava podatkov so prejeli oceno med 3 in 4;
- najslabši so na področju dobav, kjer so prejeli oceno pod 2,5.

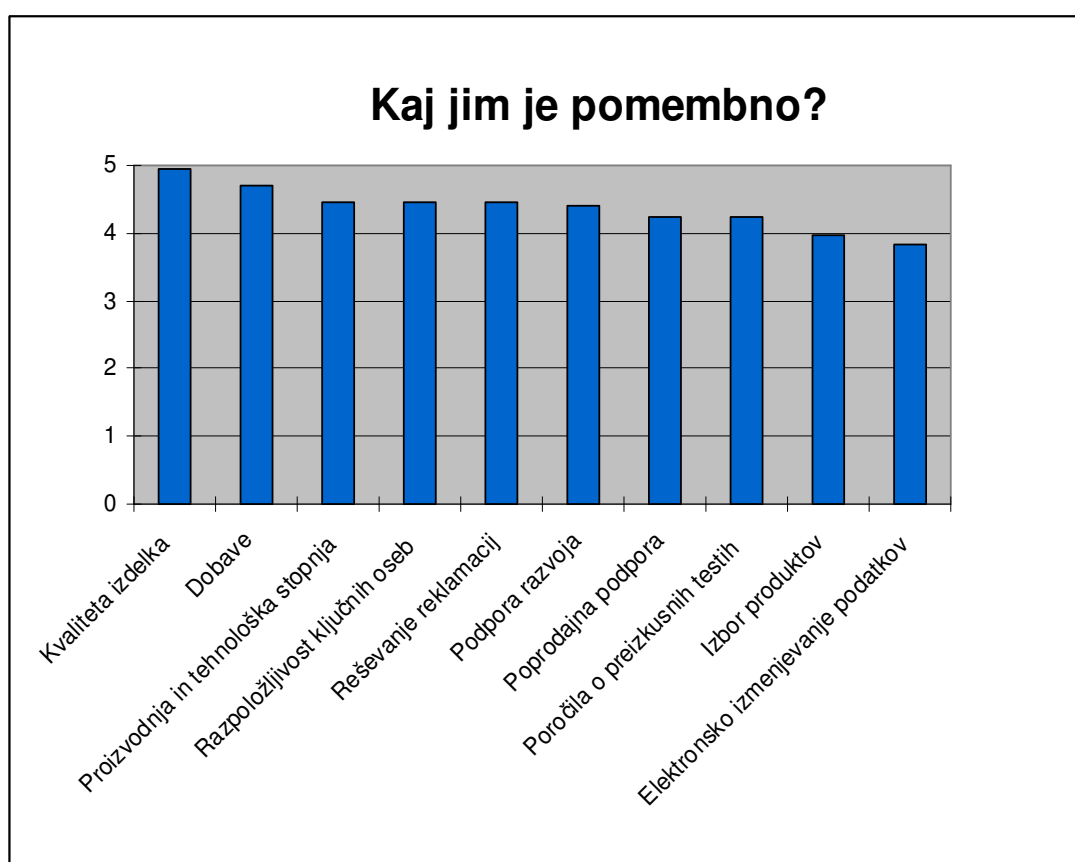


Slika 5: Kako nas kupci ocenjujejo

Vir: Anketa o zadovoljstvu kupcev 2009, 2010

Kupčeve ocene tega, kaj jim je pomembno po posameznih področjih, so naslednje (Slika 6):

- z oceno od 4 do 5 so našli skoraj vsa področja: kvaliteta izdelkov, dobavni roki, proizvodnja in tehnološka stopnja, razpoložljivost ključnih oseb, reševanje reklamacij, podpora razvoja, poprodajna podpora, poročila o preizkusnih testih, izbor izdelkov;
- z oceno pod 4 so ocenili samo področje elektronske izmenjave podatkov.



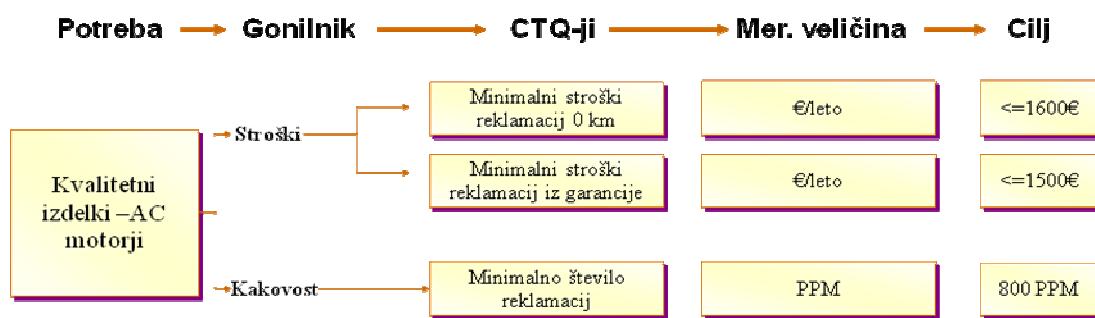
Slika 6: Kaj je kupcem pomembno

Vir: Anketa o zadovoljstvu kupcev 2009, 2010

3.1.7 CTQ drevo (critical to quality – odločujoče za kakovost)

CTQ drevo se uporablja pri razčlenjevanju obširnih kupčevih zahtev v bolj merljive zahteve. CTQ drevo nam poda vizualno predstavitev, kaj kupec pričakuje od izdelka, kakšne so njegove potrebe in interesi. Pomaga tudi pri načrtovanju proizvodnje, ob upoštevanju želja kupca (CTQ tree, 2010).

Naš cilj je proizvesti kakovostnejše izdelke. Gonilnika za doseg zastavljenih ciljev sta stroški in kakovost. Stroške reklamacij na 0 km želimo zmanjšati pod 1.600 € na leto, stroške reklamacij iz garancije pa pod 1.500 € na leto. Skozi število reklamacij, bi to pomenilo 800 PPM na leto. Na Sliki 7 je grafični prikaz CTQ drevesa.



Slika 7: CTQ drevo

3.2 Izmeri (Measure)

Druga stopnja pri modelu DMAIC je stopnja, imenovana *izmeri*. Prične se, ko tim vzpostavi tehnike za pridobivanje podatkov iz katerih se izraža trenutno stanje, obenem pa se osvetlijo priložnosti projekta in pripravi struktura za spremljanje naknadnih izboljšav. Po končani fazi *izmeri*, se pričakuje, da imamo plan za pridobivanje podatkov, ki določa tip podatkov in tehniko pridobivanja podatkov, validiran merilni sistem, ki zagotavlja natančnost ter doslednost, zadosten vzorec podatkov za analiziranje, število predhodno analiziranih podatkov, ki omogočajo projektu smer in osnovne meritve trenutne učinkovitosti (Pande, 2002).

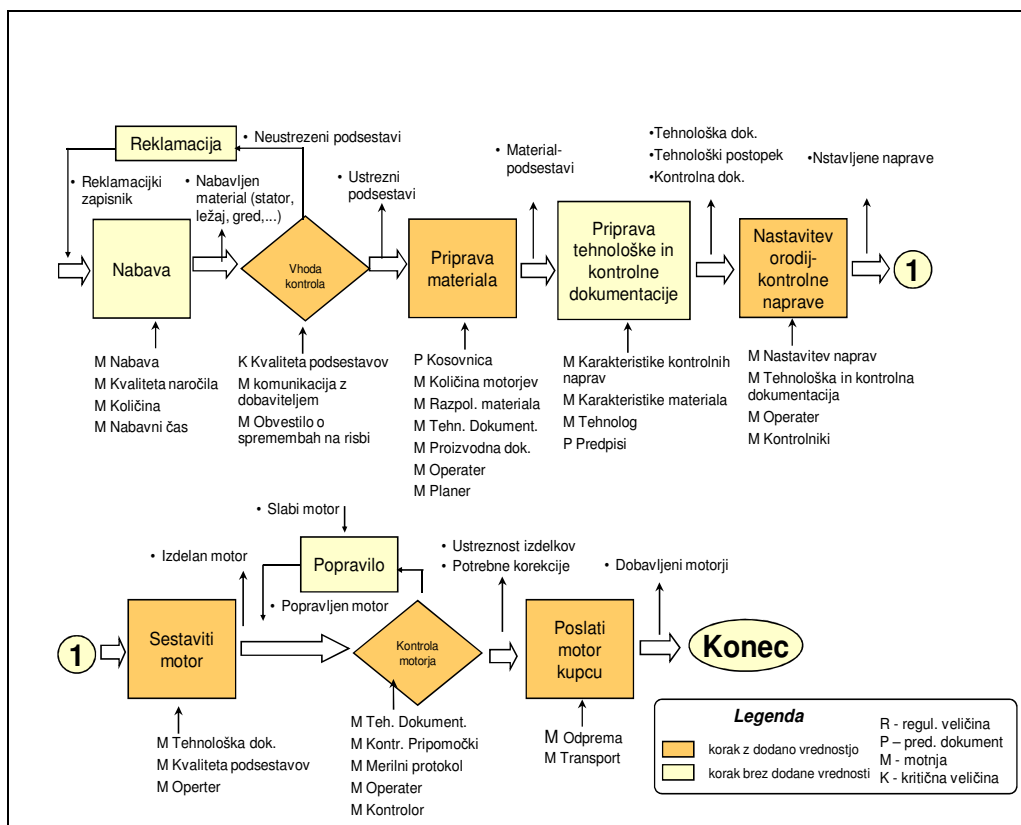
3.2.1 Mapa postopka (process map)

Mapa postopka je ena izmed najstarejših, najbolj enostavnih in najbolj dragocenih metod za racionalizacijo dela. Metoda je zelo subtilna in zahteva izkušene uporabnike za doseganje najboljših rezultatov. Mapa postopka slikovno prikaže zaporedje dogodkov za izgradnjo izdelka in lahko vključuje dodatne informacije, kot so čas cikla, inventar, podatki o opremi in drugi. Veliko verzij te metode obstaja, vendar je prvotni sistem, ki ga je izumil Frank Gilbreth v začetku dvajsetega stoletja, še vedno najbolj uporaben (How to map a Process, 2010). Metoda omogoča naslednje (Hohnjec, b.l.):

- grafičen opis procesov (opiše proces tak kot je, ne takega kot bi moral biti, identificira meje in korake procesa, pomembne vhode ter izhode);
- kategorizacijo vhodnih/izhodnih spremenljivk;
- identifikacijo prikritih tovarn in izostritev dodelave.

Natančen opis procesa proizvodnje AC motorja je sledeč (grafično je prikazan na Sliki 8): služba nabave nabavi določeno število podsestavov (stator, gredi, ležaji, pokrovi,...), potrebnih za izdelavo motorjev. Pri nabavi podsestavov je zelo pomembna njihova kvaliteta, saj slabi izdelki povzročajo zastoje v proizvodnji, s tem pa se podaljšuje čas izdelave, ustvarijo se dodatni stroški in posledica so

nezadovoljni kupci. Vhodna kontrola preveri kvaliteto vhodnega materiala in po potrebi neustrezne kose reklamira dobavitelju, od katerega zahteva tudi korektivne ukrepe za preprečitev ponovitev napak. Poleg naštetega mora spremljati in ažurirati vse spremembe risb. Vedno se preverja kvaliteta na podlagi zadnje veljavne risbe. Planska služba iz prodaje pridobi naročilo za izdelavo določenega števila motorjev, takoj preveri razpoložljivost materialov na zalogi in jih priskrbi proizvodnji. Ob pomanjkanju materialov, pa poda naročilo nabavi za nabavo novih podsestavov. Tehnologija in kakovost pripravita ustrezno dokumentacijo, po kateri se nastavlja stroje in naprave, izdeluje ter kontrolira izdelke. Za pravilno nastavitve strojev in naprav skrbi tehnolog, oziroma sam delavec – če je seveda dovolj usposobljen. Na kosovnici so zapisane šifre vseh podsestavov za izdelavo določenega tipa motorja. Vsako delovno mesto mora imeti t.i. Nalog za ureditev delovnega mesta iz katerega delavec pridobi vse informacije, ki jih potrebuje pri izdelavi določene operacije (risbe, navodila za delo, razna opozorila, kontrolni plan, operacijski postopek, število kosov, trajanje dela,...). Na določenih delovnih mestih, mora delavec po vsaki operaciji izvajati meritve z merilnim instrumentom. Za kvalitetno izdelavo motorjev so najpomembnejši faktorji: kakovostni podsestavi, ustrezna tehnološka dokumentacija in usposobljeni delavci. Stopnja usposobljenosti delavcev je zabeležena v t.i. Matriki usposobljenosti, iz katere je razvidno za katera dela je delavec izurjen, katerih izobraževanj se je udeležil, katero stopnjo zahtevnosti dosega ipd. Delovanje motorjev se pregleda na ustrezni kontrolni napravi - za ustreznost kontrolnih in merilnih naprav skrbi služba metrologije, ki periodično pregleduje njihovo ustreznost. Služba kontrole iz vsake serije naključno izbere tri izdelke in preveri ali ustrezajo predpisani dokumentaciji, ter dobljene podatke zapiše. V primeru slabih kosov, se izvaja njihovo popravilo, kar podaljšuje čas izdelave in večja stroške. Gotove izdelke se skladišči v skladišču gotovih izdelkov. Dostava blaga do kupcev poteka z različnimi prevoznimi sredstvi, kot so tovornjaki ali ladje, v zelo nujnih primerih pa tudi z letali.



Slika 8: Proces izdelave AC motorja

3.2.2 Vprašanja

Zastavimo si vprašanja, s katerimi si pomagamo pri kakovostni oceni delovanja AC motorjev:

1. Karakteristike končnega AC motorja (mehanske in električne).

- Ali fazni tokovi in upornost vplivajo na delovanje AC motorjev?
- Ali senzorski ležaj (vrtljaji, smer vrtenja) vpliva na delovanje AC motorja?
- Ali upornost termočlena (prekinjena žica, mehanske poškodbe senzorja, krumpanje) vpliva na delovanje AC motorja?
- Ali privijalni moment (stojni vijaki, priključna plošča) vplivajo na delovanje AC motorja?
- Ali vgradne mere motorja vplivajo na vgradnjo motorja pri kupcu?

2. Rotor

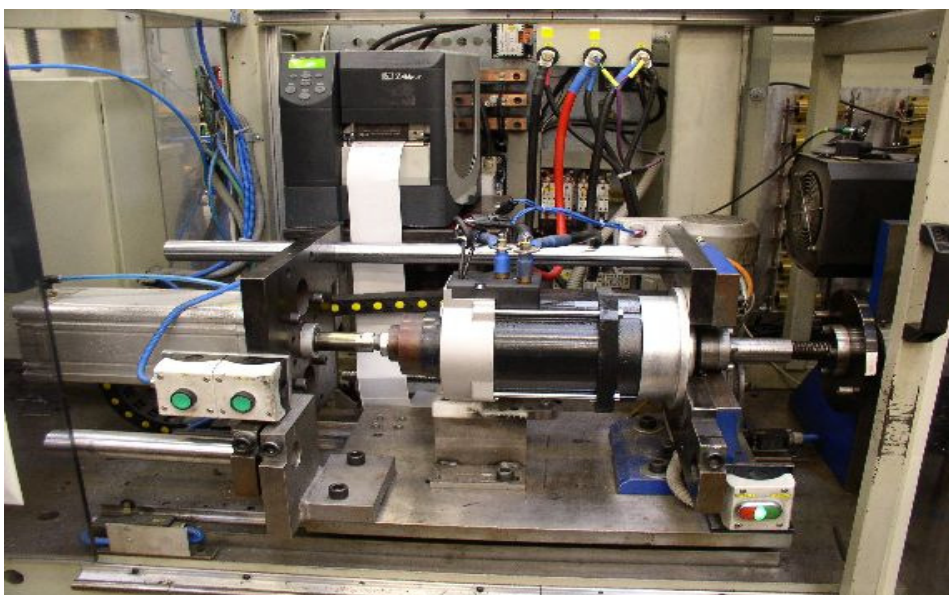
- Ali premer rotorja vpliva na delovanje AC motorja?
- Ali debalans rotorja vpliva na vibracije AC motorja?
- Ali opletanje rotorja vpliva na vibracije AC motorja?

3. Ali preboj (faza se dotika ohišja) vpliva na delovanje AC motorja?

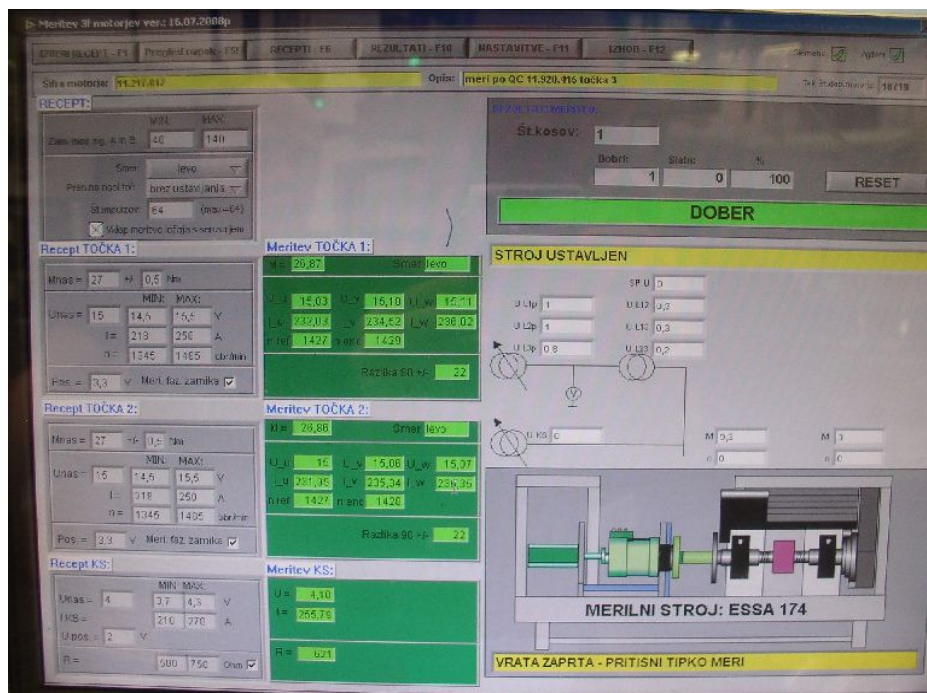
3.2.3 Plan pridobivanja podatkov

S kontrolno napravo (Slika 9) pregledujemo delovanje motorja, torej preverjamo ali ustreza vsem predpisanim karakteristikam. Motor zaženemo in ob določeni obremenitvi odčitamo tok, vrtljaje ter upornost termočlena. Tok se meri skozi navitje motorja, meritev se opravlja z ampermetrom. Vrtljaje se meri z merilnikom vrtljajev preko sklopke. Upornost termočlena, ki je vgrajen v statorsko navitje, se meri z merilnikom upornosti. Namen termočlena je, da ob določeni temperaturi izključi delovanje motorja, s tem pa se preprečijo poškodbe motorja zaradi pregretja.

Vse podatke, na katerih izvajamo meritve, odčitamo iz ekrana (Slika 10) ob kontrolni napravi: tok, napetost, vrtljaje, status (dober/slab), upornost in druge.



Slika 9: Kontrolna naprava



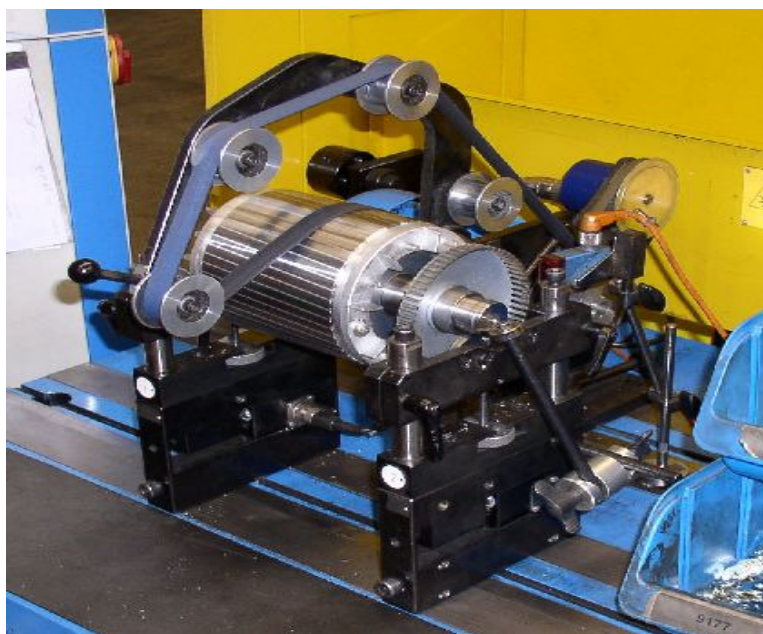
Slika 10: Izmerjeni podatki

Na stružnici (Slika 11) se izvaja operacija struženja rotorskega paketa. Operater prime rotor, ga vpne v stružnico, zapre vrata in zažene operacijo. Vsaka koda rotorja ima že pripravljen program za struženje, da so zagotovljene dimenzije po prevzemni risbi. Po operaciji se izvaja meritev premera rotorja, opravljena z mikrometrom. Meritev opletanja se izvaja na prizmi z merilno urico.



Slika 11: Stružnica

Za zmanjšanje vibracij in hrupa motorja je potrebno rotor balansirati, kar opravimo na balansirnem stroju (Slika 12). Rotor se nato postavi na ležajne postavke. Motor balansirnega stroja preko traka zavrti rotor na 900 obratov in ko so obrati doseženi, se avtomatsko zažene meritev debalansa. Rezultati meritev se grafično izpišejo na ekranu (Slika 13) tako, da operater točno določi mesto debalansa in rotor balansira z dodajanjem materiala.



Slika 12: Balansirni stroj



Slika 13: Podatki o meritvi

Pri izdelavi rotorja je potrebno gred natisniti na rotorski paket, kar opravimo na preši (Slika 14). Natiskanje se opravlja s posebnim orodjem/nastavkom, s katerim se zagotovi, da je rotorski paket vtisnjen na predpisano mero. Preša ima tudi senzor sile, s katero nadziramo postopek vtiskanja gredi. Če je sila premajhna ali prevelika, se postopek vtiskanja prekine.



Slika 14: Preša

Na zadnjem pokrovu se izvaja operacija privijanja objemke in ploščice. Privijalni moment se meri s t.i. moment ključem. Prav tako se izvajajo meritve privijalnega momenta priključne ploščice in stojnih vijakov na končanem izdelku. Na motorju se preverja tudi prebojno trdnost motorja z prebojnim aparatom. Izvajajo pa se tudi dimenzijske meritve.

V Tabeli 1 so zbrani vsi postopki meritev na posameznih operacijah.

Tabela 1: Seznam meritev

PODATEK	Vrsta podatka	Operacionalna definicija	Meritev	Kje?
Kontrolna naprava				
Tok	kontinuiran	Meritev toka skozi navitje motorja	Ampermeter - AGILENT HP34970A	Kontrolna naprava
Vrtljaji	kontinuiran	Meritev vrtljajev pri nastavljenem momentu	Merilnik obratov - STAIGHER MOHILO	Kontrolna naprava
Upornost termočlena	kontinuiran	Meritev upornosti termočlena, ki je vgrajen v statorsko navitje	Merilnik upornosti - AGILENT HP34970A	Kontrolna naprava
Stružnica - obdelava rotorja				
Premer rotorja	kontinuiran	Premer rotorja po struženju	Mikrometer	
Opletanje	kontinuiran	Opletanje	Merilna prizma, merilna urica	
Balansirni stroj				
Debalans rotorja	kontinuiran	(<1g/premer rotorja)	balansirni stroj	Kontrolna naprava
Rotor				
Natiskovalna dolžina	kontinuiran	Meritev dolžine natiskanja gredi	Višinsko merilo	
Zadnji pokrov				
Privijalni moment	kontinuiran	Meritev privijalnega momenta objemke	Momentni ključ	
Privijalni moment	kontinuiran	Meritev privijalnega momenta ploščice	Momentni ključ	
Končan motor				
Privijalni moment	kontinuiran	Meritev privijalnega momenta priključne ploščice ter stojnih vijakov po končni kontroli	Momentni ključ	
Vgradne mere	kontinuiran	Meritve vse pomembnih vgradnih mer.	Mikrometer, višinsko merilo, kljunasto merilo,...	
Prebojna trdnost	kontinuiran	Meritev prebojne trdnosti med fazami in ohišjem	Aparat prebojne trdnosti.	

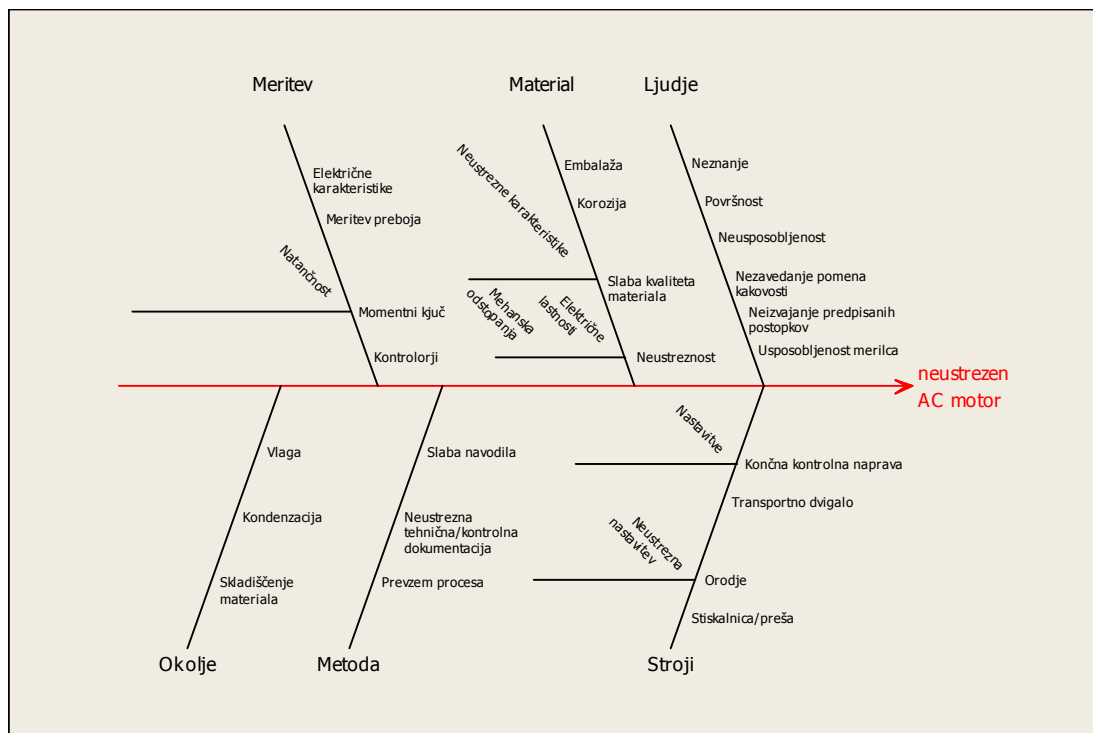
3.2.4 Vzročno-posledična analiza ali diagram ribje kosti

Diagram ribja kost je razvil japonski strokovnjak za kakovost Kaoru Ishikawa za uporabo v proizvodnih podjetjih (Srabotnik, 2007). Diagram sestavlja 6 poglavitnih dejavnikov, ki predstavljajo motnje pri izdelavi izdelka: stroj, material, postopek, meritev, okolica in človek. Z diagramom si pomagamo (Hohnjec, b.l):

- pri sistematičnem iskanju možnih vzrokov;
- pri razumevanju povezanosti možnih vzrokov;
- pri sledenju, kateri možni vzroki bodo imenovani in prepoznani kot pomembni v teku projekta.

Na neustreznosti pri izdelavi AC motorjev vpliva več dejavnikov. Neprimerno okolje (vlaga, kondenz itd.) v katerem so skladiščeni podsestavi za izdelavo motorja, škodljivo vpliva na delovanje motorja. Pomanjkljiva oziroma neustrezna dokumentacija zelo hitro privede do napak med izdelavo. Prav tako neopravljanje prevzema procesa lahko pomeni, da bo celotna serija napačno izdelana. Prevzem procesa pomeni preverjanje kakovosti na začetku vsake serije s strani delavca. Ta zajema ureditev in prevzem delovnega mesta ter prevzem kakovosti proizvodnega procesa. Neustrezna nastavitve strojev lahko pomeni, da je izdelek neuporaben, torej za izmet. Končna kontrolna naprava, ki pregleduje delovanje motorjev, mora imeti vstavljene pravilne parametre in tolerančna območja, da prepozna ter izloči slabe izdelke. Izvajanje meritev med procesom izdelave na posameznih operacijah je odločilnega pomena. Z merili (moment ključ, prebojni aparat, kljunasto merilo, mikrometer,...) je potrebno previdno rokovati, saj smo le na tak način lahko prepričani v verodostojnost meritev. Seveda pa morajo biti merila tudi metrološko pregledana. Nekakovosten material namreč zelo vpliva na končni izdelek. Zaradi neustrezne ali poškodovane embalaže se material lahko poškoduje, zaradi vlage pa tudi korodira. Dimenzijska odstopanja povzročijo, da se določeni sklopi ne morejo sestaviti. Slabo izdelani podsestavi vplivajo na slabo električno karakteristiko končnega izdelka. Poleg materiala, so ljudje zelo pomemben dejavnik za slabo kakovost.

Glavni dejavniki za nekakovost pri ljudeh so: neznanje, površnost, neusposobljenost, nezavedanje pomena kakovosti in neizvajanje predpisanih postopkov. Diagram ribje kosti (Slika 15) nam grafično prikazuje dejavnike nekakovosti.



Slika 15: Diagram ribje kosti

3.2.5 Meritve

Iskra Avtoelektrika skozi vse leto zbira podatke o napakah izdelkov pri kupcih (Tabela 2). V letu 2009 beležijo naslednje napake:

- Slabo krimpnan pin. Slabo ali premalo pritrjen pin na žico, zato prihaja do slabe prevodnosti.
- Dimenzijska odstopanja ozobja.
- Slab navoj M6 na zadnjem ležajnem pokrovu.
- Slab senzor hitrosti na ležaju.
- Stator v ovojnem stiku. Stik med dvema ali več žicami v statorskem navitju.
- Poškodovan kabel termočlena.
- Slabo vstavljeni elementi.

Tabela 2: Napake pri kupcih

NAZIV NAPAKE	R0 (reklamacije iz proizvodnje)	R1 (reklamacije iz garancije)	SKUPAJ
Slabo krimpnan pin	4	2	6
Odstopanje dimenzij ozobja	17		17
Slab navoj M6 na ZLP-ju	2		2
Slab speed senzor na ležaju	2	8	10
Stator v ovojnem stiku		2	2
Poškodovan kabel termočlena		2	2
Slabo vstavljeni elementi	1		1
Manjka element		1	1
Napačni elementi	1		1
SKUPAJ	27	15	42

Beleži se tudi napake, nastale med izdelavo izdelkov (Tabela 3). V letošnjem letu so zabeležili naslednje napake, ki jih ločijo na tri skupine: proizvodne, procesne in napake dobavitelja.

Napake procesa so:

- Slaba detekcija senzorja v ležaju.
- Slaba detekcija temperaturnega senzorja.
- Slaba detekcija statorja.
- Slaba detekcija kratkega stika.
- Izpad komunikacije med računalnikom in kontrolno napravo.
- Slaba detekcija rotorja
- Slaba detekcija smeri vrtenja.
- Centrirni nastavek je med kontroliranjem motorja izpadel.
- Slabo natiskane nalepke.
- Slaba detekcija vrtljajev.

Napake dobaviteljev so:

- Napake na zadnjem ležajnem pokrovu: slab ujem, igla na ujemu, slab navoj.
- Napake na statorju: napačna pozicija utora, zamaknjen odcep, električno slab stator.
- Napake termočlena: pobarvani pini, ne deluje pravilno.
- Napake senzor ležaja: slab senzor, pretrgan signalni kabel.
- Napake prednjega ležajnega pokrova: oksidiran.

Tabela 3: Napake v proizvodnji

OPIS NAPAKE - INTERNI ŠIFRANT	ŠTEVILO NAPAČ	VRSTA NAPAKE (P – PROCESNE, D – DOBAVITELJA)
slab senzor v ležaju - kontrolna	81	P
ujem ZLP	70	D
slab temperaturni senzor - kontrolna	58	P
pozicija utora na statorju	50	D
slab senzor v ležaju	50	D
električno slab stator - kontrolna	37	P
visoka napetost KS - kontrolna	33	P
izpad komunikacije PLC - PC	22	P
električno slab rotor - kontrolna	16	P
napačna smer vrtenja - kontrolna	12	P
oksidiran PLP	11	D
pin termočlena pobarvan	7	D
slab temperaturni senzor	6	D
luknja za ležaj v ZLP - igla	6	D
centrirni nastavek izpadel iz motorja - kontrolna	5	P
slaba nalepka	5	P
zamik odcepa statorja	5	D
slab ZLP	3	D
nizki vrtljaji - kontrolna	3	P
električno slab stator	2	D
slab navoj v ZLP	2	D
pretrgan signalni kabel	1	D
SKUPAJ	485	

Večino napak se pridobi z meritvami, ki se izvajajo na posameznih operacijah. Izvaja se električne, dimenzijske meritve, meritve navora, po potrebi pa tudi meritve trdote materiala, kemijske strukture materialov, trgalne sile in druge.

Električne meritve se izvaja na končni kontrolni napravi, kjer se meri karakteristika AC motorja za vsak kos. Meritve se beležijo v računalniku za vsak kos posebej. Pri teh meritvah se merijo:

- Upornost na U, V in W fazi.
- Tok na U, V in W fazi.
- Navor.
- Obrati ležaja.
- Fazni zamik.
- Napetost kratkega stika.
- Tok kratkega stika.
- Upornost termočlena.

Dimenzijske meritve in meritve navora končnega izdelka se opravljajo ob prevzemu procesa ter ob kontroli naključno izbranih treh izdelkov s strani službe kontrole, zbrane podatke pa se nato vnese v sistem. Pri teh meritvah se meri vse mere, ki so predpisane na prevzemni risbi.

Pri rotorju se merita premer paketa in opletanje. Meritve izvaja delavec po operaciji struženja. Prav tako se meri natisna dolžina gredi na paket, po operaciji natiskanja. Podatke se zapisuje v predpisan obrazec za prevzem procesa P50/1. Debalans rotorja se meri na balansirnem stroju, kjer računalnik beleži podatke.

Končan motor se izmeri še z aparatom prebojne trdnosti. Prebojno trdnost se meri med fazami in ohišjem, možna pa sta dva rezultata - ali je motor v stiku ali ni.

3.3 Analiziraj (analyze)

Tretja faza se imenuje *analiziraj*. V tej fazi se podrobno analizira pridobljene podatke in pripravi teren za možne izboljšave. Vse tri faze *meri*, *analiziraj* in *izboljšaj* so zelo povezane med seboj. Pomembni so naslednji koraki (Pande, 2002):

- Potrditev ali zavrnitev zbranih hipotez s pomočjo števil, podatkov in dejstev.
- Identificiranje in utemeljitev dejanskih, globoko ležečih vzrokov za posamezne probleme.
- Detajlnejše spoznavanje poteka procesa.

S pomočjo podatkov, ki smo jih pridobili, bomo v tem poglavju odgovorili na zastavljena vprašanja.

1. Karakteristike končnega AC motorja (mehanske in električne)

- Fazni tokovi, upornost. Iz podatkov razberemo, da smo imeli 4 napake na statorju. Dve napaki sta se pojavili pri kupcih, napaka stator pa v ovojnem stiku. Napaka se pojavi, ko je izolacija med žicami poškodovana, zato dve ali več žic pride v stik. Ta napaka ni bila opažena na kontrolni napravi, ampak šele po daljšem času delovanja motorja. Do te napake prihaja, ker se materiali med delovanjem segrevajo in s tem raztezajo, če je izolacija na žici poškodovana, lahko zato privede do stika. Prav tako sta bili dve napaki zabeleženi na kontrolni napravi v proizvodnji. Naprava je javila napako, ker motor/stator ni dosegal predpisanih vrednosti. Glede na te ugotovitve lahko potrdimo, da fazni tokovi vplivajo na delovanje AC motorja, zato je potrebno še naprej izvajati meritve toka in upornosti na kontrolni napravi.

- Senzorski ležaj (vrtljaji, smer vrtenja, krimpanje). Večje število napak je prisotnih pri omenjenem ležaju, tako pri kupcih kot v proizvodnji. Pri kupcih so zabeležili 10 napak zaradi nepravilnega delovanja senzorja za merjenje obratov na ležaju, zato je motor odpovedal. V proizvodnji je bilo zabeleženih kar 50 napak na ležajnem senzorju. Na podlagi teh podatkov ugotavljamo, da senzorski ležaj vpliva na delovanje AC motorja, zato je potrebno meritve na kontrolni napravi še naprej izvajati.
- Upornost termoelementa (prekinjena žica, mehanske poškodbe senzorja, krimpanje). Pri kupcih so se pojavile odpovedi motorjev, ker je motor javljal napako, da se pregreva, čeprav ni bil segret. Napaka je bila v termoelementu, ki je vgrajen v stator in meri temperaturo navitja. Zaradi slabega krimpanja pinov na žico in poškodovanega kabla je termoelement pošiljal napačne podatke, ki so se odražali v pregrevanju motorja, zato je motor prenehal delovati. Ta napaka ni bila zaznana na kontrolni napravi, ker termoelement občasno dela, občasno pa ne. Motor je vgrajen na viličarju, zato predvidevamo, da zaradi vibracij in oksidacije materialov, termoelement občasno izgubi kontakt, motor pa preneha delovati. Tudi v proizvodnji se pojavljajo napake na temperaturnih senzorjih. Nekaj napak je zaradi pobarvanih pinov, zaradi tega namreč ni kontakta in motor ne deluje. Spet druge napake so povezane z nedelovanjem termoelementa. Na podlagi teh ugotovitev potrjujemo, da upornost termoelementa vpliva na delovanje AC motorja in je meritve termoelementov potrebno še naprej izvajati.
- Privijalni moment stojnih vijakov, priključnih plošč in momentov v ZLP-ju. Pri delovanju motorja se pojavijo določene vibracije, ki razrahljajo slabo privite dele, ti pa povzročajo neprijeten ropot. V najslabšem primeru lahko motor celo razpade, zato je pomembno, da so vsi ti podsestavi priviti s predpisanim momentom. Zaradi privijalnih momentov ne beležimo napak pri kupcih, pa tudi v proizvodnji ne, zato posebnih meritev ni potrebno izvajati in lahko se ohrani dosedanji način merjenja ob prevzemu procesa ter kontroli treh kosov v seriji, s strani službe kontrole.

- Vgradne mere motorja. Za te mere je zelo pomembno, da so v toleranci, saj v nasprotnem primeru kupec ne more vgraditi motorja na svoj protidel. Pri kupcih smo našli največje število napak na ozobjih gredi, ko ozobje ni nalegalo v kupčev reduktor. Vzroki so v glavnem v poškodbah gredi. Podrobnejša analiza je pokazala, da je do poškodb prišlo pred kaljenjem. Meritve ozobja se izvajajo z kontrolnikom GRE/NE GRE pri prevzemu procesa in na treh kosih s strani službe kontrole. Naslednja napaka pri kupcih je slab navoj M6 na zadnjem ležajnem pokrovu. Tudi tukaj se izvajajo meritve na enak način kot pri gredi. Pridobljeni podatki nam povedo, da vgradne mere vplivajo na vgradnjo motorja pri kupcu.

2. Rotor

- Premer rotorja. Ker se rotor ob delovanju vrti, obstaja možnost drsanja ob stator. Zračna reža med rotorjem in statorjem je sicer zelo majhna, vendar, če je premajhna lahko rotor drsa v stator, če pa je prevelika, motor ne doseže predpisane karakteristike delovanja. Ta ugotovitev nam pove, da premer rotorja vpliva na delovanje AC motorja. Delavec opravi samo prevzem procesa in vmes izvajajo meritve na naključno izbranih kosih ter s tem vnaša popravke v stužnico. Napak pri premeru rotorja ne beležimo.
 - Debalans rotorja (slabo balansirano). Slabo balansiran rotor pomeni, da bo motor preveč vibriral. Vsak rotor je potrebno balansirati, saj le redki ustrezajo predpisani vrednosti. S strani kupcev in proizvodnje ne beležimo napak.
 - Opletanje (pri vtiskanju rotorskega paketa na gred, se lahko ta nekoliko zvije). Posledice so, da rotor lahko drsa v stator, ali pa povzroča prevelike vibracije. Delavec vsak rotor izmeri, in ga tudi popravi, če preveč opleta. S strani kupcev in proizvodnje ne beležimo napak.
3. Preboj (faza se dotika ohišja). Če je motor v preboju, pomeni da je v stiku. Ko priklopimo napetost, motor ne deluje, vleče pa velik tok, ki povzroči taljenje materialov in v najhujšem primeru motor lahko zagori. Ker je ta meritev zelo pomembna, jo je potrebno izvajati na vsakem kosu.

4. Poleg predpostavljenih možnih napak, smo v tabeli proizvodnih napak odkrili še vrsto drugih napak, povezanih s podsestavi, ki niso izdelani v Iskri Avtoelektriki, ampak so dobavljeni. Za kakovost dobavljenih podsestavov jamči dobavitelj, Iskra Avtoelektrika pa izvaja občasne meritve. Te napake so:
 - Na zadnjem ležajnem pokrovu: slab ujem – zato se pokrov ne da montirati na stator; igla na ležajnem ujemu – ležaja se ne da montirati; slab pokrov – lunke, slab navoj.
 - Na statorju: pozicija utora na napačnem mestu – zato je pokrov zamaknjen, zamaknjen odcep statorja.
 - Na prednjem ležajnem pokrovu: oksidiran.
5. Naslednje napake, odkrite v proizvodnji, so povezane z kontrolno napravo za meritve karakteristike motorja, ki je dotrajana in javlja veliko napak, čeprav z izdelki ni nič narobe.
6. Pri napakah kupcev, so bile odkrite tri napake, ki so povezane z napako delavca. Te so: slabo vstavljen element, manjka element, napačni elementi. Vzroki za te napake so: malomarnost, slaba usposobljenost, delo na pamet brez navodil in drugo.

3.4 Izboljšaj (Improve)

Ta stopnja si prizadeva generirati ideje, cilje in vpeljati oziroma validirati izboljšave. Verjetno najpomembnejša zadeva v tej fazi je proces viharjenja možganov (brainstorming). Pomembnejši cilji v tej fazi so (Pande, 2002):

- Generirati možne rešitve za ugotovljene vzroke.
- Pilotno vpeljati rešitev in na podlagi meritev določiti nove sposobnosti.
- Vpeljati rešitev v življenje.

V tem poglavju bomo na podlagi analiziranih napak, predstavili možne izboljšave na posameznih področjih.

Podsestavi (stator, gred, ZLP, PLP, senzorski ležaj in drugi) so dobavljeni, zato mora njihovo kakovost zagotoviti dobavitelj. Teh napak je največ in povzročajo veliko zastojev na liniji. V primerih, ko se odkrije neustrezne podsestave, je potrebno material reklamirat dobavitelju in od njega zahtevati vzroke, ukrepe v obliki 8D poročila. Za posamezne primere pa lahko tudi predpišemo določene ukrepe, kot so: meriti trgalno silo na pinih termočlena, tri kose na serijo itd.

Velik problem predstavljajo napake, povezane s kontrolno napravo končnega izdelka. Kontrolna naprava ima namreč težave z kontaktiranjem, zato je potrebno meritve večkrat ponoviti, pri tem se porabi veliko časa, prihaja do zastojev in porušena planov. Kot ukrep bi predlagali, da se kontrolno napravo popravi in predpiše preventivno vzdrževanje.

Napake delavcev smo zaznali samo v tabeli napak kupcev. Sklepamo da delavci svojih napak ne odkrijejo, oziroma jih ne beležijo, ker nobeden noče pokazati, da je nekaj naredil narobe in tudi stimulacija se jim zaradi tega zniža. Na tem področju bi poskušali z naslednjimi ukrepi:

- Enkrat na leto predpisati dodatno izobraževanje za vse delavce.
- Vodja linije naključno preverja usposobljenost svojih zaposlenih.
- Ob menjavi navodil za delo, spremembah na izdelkih in ob novih izdelkih, je potrebno delavce o tem obvestiti, ter jih primerno izobraziti.
- Vodi naj se evidenca znanj.

3.5 Kontroliraj (Control)

V tej fazi se vpeljane ukrepe iz prejšnjega poglavja ves čas z meritvami spremlja. V primerih, ko ukrepi niso dosegli zelenega cilja, je potrebno določiti nove, lahko pa se odločimo s projektom zaključiti (Pande, 2002).

4 ZAKLJUČEK

Odločitev za izbiro metode six sigma za diplomsko nalogo je bila sprva dokaj logična, vendar se je kasneje izkazalo, da zadeva ni tako enostavna, saj gradiva v slovenskem jeziku ni veliko. V Iskri Avtoelektriki so pričeli z uvajanjem te metode na različnih področjih. Sam delam na področju kakovosti, kjer se uvaja omenjena metoda za izboljšanje procesa izdelave AC motorjev, z namenom zmanjšanja števila slabih kosov. Kupci od Iskre Avtoelektrike zahtevajo vedno boljšo kakovost izdelkov ob nizki ceni, zato je doseganje kakovosti še toliko težje.

Po korakih, kot jih narekuje metoda six sigma, smo pričeli z zbiranjem podatkov, ki smo jih kasneje analizirali in skušali izluščiti ključne vzroke za napake na izdelkih. Ugotovili smo tri poglobitve vzroke. Prvi vzrok se nanaša na nekakovostne materiale, ki jih Iskra Avtoelektrika nabavlja pri svojih dobaviteljih. Slaba kakovost podsestavov povzroča zastoje na liniji in posledično zamude pri dobavah kupcem. Od dobaviteljev bi bilo zato potrebno zahtevati korektivne ukrepe za vsak nekakovosten izdelek, saj bi jih s tem prisilili, da izboljšajo proces proizvodnje. Druga večja skupina napak se nanaša na končno kontrolno napravo, ki je dotrajana in slabo vzdrževana, zato povzroča v proizvodnji veliko zastojev. Predlagali bi, da se kontrolno temeljito prenovi in predpiše preventivno vzdrževanje. S tem bi preprečili zastoje in zamude pri dobavah kupcem. Tretja skupina napak, so napake delavcev. Iz podatkov smo ugotovili, da se te napake beležijo samo pri napakah kupcev. Sklepamo, da delavci svojih napak ne opazijo, oziroma jih ne pišejo, saj nobeden noče pokazati, da je nekaj naredil narobe in tudi stimulacija se jim posledično zmanjša. Predlagali bi, da se delavce prične sistematično izobraževati, posebno ob uvajanju novih izdelkov in pri spremembah navodil za delo, uvedli bi tudi naključno ocenjevanje, ki bi ga izvajal vodja linije.

Vse te izboljšave, če bodo seveda uvedene, bodo doprinesle k večji kakovosti, vendar le ob pogoju, da se jih bo dosledno izvajalo in po potrebi, glede na razmere, tudi ustrezno dopolnjevalo.

5 LITERATURA

Anketa o zadovoljstvu kupcev 2009. Pridobljeno 21. 10. 2010 na intranetni strani Iskre Avtoelektrike.

Brassard, M., Finn, L., Ginn, D., Ritter, D. (2002). The Six Sigma Memory Jogger II. GOAL/QPC

Brezovšek, M. (2008). Analiza delovanja trifaznega asinhronskega motorja pri različnih frekvencah. Diplomsko delo. (Fakulteta za elektrotehniko, računalništvo in informatiko, Univerza v Mariboru), Maribor: [M. Brezovšek].

Bukovec, B. (2004). Analiza uporabe različnih metod celovite kakovosti v slovenskem prostoru. *Kakovost*, 1, str. 14 - 17.

Business process mapping. Pridobljeno 25. 8. 2010 s svetovnega spleta: http://en.wikipedia.org/wiki/Business_process_mapping

CTQ tree. Pridobljeno 20. 11. 2010 s svetovnega spleta: <http://www.brighthub.com/office/project-management/articles/86047.aspx>

CTQ tree. Pridobljeno 25. 8. 2010 s svetovnega spleta: http://en.wikipedia.org/wiki/CTQ_tree

Defining CTQ Outputs: A Key Step in the Design Process. Pridobljeno 25. 8. 2010 s svetovnega spleta: http://www.isixsigma.com/index.php?option=com_k2&view=item&id=1107:defininig-ctq-outputs-a-key-step-in-the-design-process&Itemid=179

Eckes, George. (2003). Six Sigma for everyone. New York, Chichester: Wiley.

Hohnjec. (b.l.). Six Sigma. Green Belt Training. Block 1,2,3. Interno gradivo. Šempeter pri Gorici: Iskra Avtoelektrika d.d.

How To Map A Process. Pridobljeno 25. 8. 2010 s svetovnega spleta: http://www.strategosinc.com/process_map_example.htm

Iskra Avtoelektrika d.d. Pridobljeno 15. 10. 2010 s svetovnega spleta:
<http://www.iskra-ae.com/slo/index.php>

Iskra Avtoelektrika drive systems. (2008). Pridobljeno 15. 11. 2010 na oddelku razvoja Iskre Avtoelektrike.

Marovt, M., (1999). Kompleksni programi kakovosti in kultura podjetja. Gospodarski vestnik, 22, str. 12 - 13

Marovt, M., (1998). Six Sigma – skrivnosti mojstrov črnih pasov. Gospodarski vestnik, 38, str. 31 - 32

Pande, Peter.S. (2002). What is Six Sigma? New York: McGraw-Hill.

Pavletić, D., Fakin, S., Soković, M. (2004). »Šest sigm« v razvoju postopka izdelave. Strojniški vestnik, 3 (50), str. 157 - 167

Pavletić, D., Soković, M. (2002). Šest sigm: zahtevna pobuda kakovosti. Strojniški vestnik, 3 (48), str. 158 - 168

Politika kakovosti. Pridobljeno 18. 11. 2010 na intranetni strani Iskre Avtoelektrike.

SIPOC Diagram. Pridobljeno 21. 08. 2010 s svetovnega spleta:
http://www.isixsigma.com/index.php?option=com_k2&view=item&id=1013:sipoc-diagram&Itemid=155

Soković, M., Pavletić, D., Matković, R. (2005). Analiza merilnih sistemov za zagotavljanje kakovosti v procesu šest sigm. Strojniški vestnik, 9 (51), str. 589 - 599

Soković, M., Pavletić, D., Matković, R. (2007). Nenehno izboljševanje tlačnega litja s postopkom Šest sigm. Strojniški vestnik, 11 (53), str. 794 - 801

Soković, M., Pavletić, D. (2007). Izboljšanje kakovosti – krog PDCA v primerjavi z DMAIC in DFSS. Strojniški vestnik, 6 (53), str. 369 - 378

Srabotnik, M. (2007). Analitična orodja za ravnanje na področju kakovosti storitev. Diplomsko delo. (Ekonomska fakulteta, Univerza v Ljubljani), Ljubljana: [M. Srabotnik].

Stamatis, D.H. (2004). Six Sigma fundamentals: a complete guide to the system, methods and tools. New York, N.W.: Productivity Press.

Vodnik po Iskri Avtoelektriki 2010. Pridobljeno 11. 11. 2010 na intranetni strani Iskre Avtoelektrike.

Voice of the Customer. Pridobljeno 21. 8. 2010 s svetovnega spleta: <http://www.npd-solutions.com/voc.html>

Vzorec diplomskega dela z navodili (2009). Interno gradivo. Nova Gorica: Poslovno-tehniška fakulteta, Univerza v Novi Gorici.