



UVODENJE SISTEMA ŠEST SIGMA U DOMAĆIM PREDUZEĆIMA

IMPLEMENTATION OF SIX SIGMA SYSTEMS IN SERBIAN COMPANIES

dr Branko Popović¹⁾, dr Zorica Veljković²⁾, Milanko Šaković³⁾

Rezime: U poslednje vreme zapaža se veći interes za uvođenje Sistema šest sigma i već u nekoliko domaćih preduzeća vrši se intenzivno uvođenje. Sistem šest sigma obuhvata rednu spregu upravljanog podsistema (organizacija) i upravljačkog podsistema (Sistem šest sigma). Upravljački podsistem primenjuje metodologiju za upravljanja poslovanjem DMAIC (utvrđivanje, merenje, analiziranje, primena i proveru). Uvođenje Sistema šest sigma sadrži 6 sledećih etapa: obuka vlasnika, vođe sistema, rukovodilaca i izvršilaca na seminarima WBG i BB, sa praktičnim vežbama i polaganje završnih ispita, utvrđivanje ciljeva u upravljanju poslovanjem, merenje veličina utvrđenih ciljeva u tehnološkim i poslovnim procesima, analiziranje uzroka neispravnosti na izmerenim veličinama i predlaganje poboljšanja, primena poboljšanja u procesima, kao i proveravanje primenjenih poboljšanja, tokom šestomesečnog perioda.

Glavne reči: Upravljanje kvalitetom, Sistem šest sigma.

Abstract: Lately, there is considerable interest in companies in Serbia for implementation of Six Sigma system. Based on that, Six Sigma system is already implementing in several domestic companies. Implementation of Six Sigma system includes management system that corresponds with Six Sigma programs. Base methodology is DMAIC (Define, Measure, Analyze, Improve, Control), divided in six phases of implementation. Primary phase is training of top management, following by training of project managers for Six sigma and trainers for WBG courses, with practice exercises and workshops. Thereafter follows BB courses for direct participants in Six Sigma system with theoretical instructions, practice exercises, and workshops that are finalized in Final Exam. Those training include defining goals and consequences on behavior in technological and business processes, measure of defined consequences, analysis of causes, data analysis, and construction of reports and adequate documentation. At the end of every training period is Final Exam.

Key words: Quality Management, Six Sigma system.

1. UVOD

Sistem šest sigma (SSS) obuhvata skupove programa, koji sa naprednim nivoom znanja poboljšavaju upravljanje poslovanjem ili poboljšavaju projekte rezultata procesa (poluproizvoda, proizvoda, softvera, usluga), sa ciljem smanjenja verovatnoće nastajanja neispravnosti (finansijskih troškova, trošenja materijala i gubitaka vremena). Sistem SSS ima krajnji cilj da te neispravnosti smanji na najmanju moguću vrednost, koja će na kraju da bude samo 3,4 neispravnosti na milion realizovanih rezultata procesa [1],[4]. Naravno da se ova minimalna neispravnost ne može postići odmah, potrebno je više godina, ali je veoma značajno da se ipak teži ka određenom cilju.

Dakle, sistem SSS, za upravljanje poslovanjem organizacije, je noviji, savremeniji i daleko

potpuniji od sistema QMS tako da će ih verovatno da uvode i sve domaće napredne organizacije, odmah posle sertifikovanja sistema QMS po standardima ISO 9000.

Sistem SSS raspolaže sa dve različite upotrebljive metodologije: metodologija za procese upravljanja poslovanjem organizacije (DMAIC) i metodologija za procese projektovanja novih rezultata procesa (DMADV).

Druga metodologija, za procese projektovanja novih rezultata procesa (DMADV), sadrži pet sledećih faza: utvrđivanje konkretnih ciljeva projektovanja [9] novih rezultata procesa (Define), merenje veličina na rezultatima procesa (Measure), analiziranje mogućnosti i predlaganje novih rezultata procesa (Analyze), projektovanje izabranih rezultata procesa (Design) i potvrđivanje projektovanih rezultata procesa (Control), još uvek nema primenu u domaćoj privredi.

1) Dr Branko Popović, red. prof. Univerziteta u Beogradu (popovicb@eunet.yu)

2) Dr Zorica Veljković, docent Mašinskog fakulteta u Beogradu,

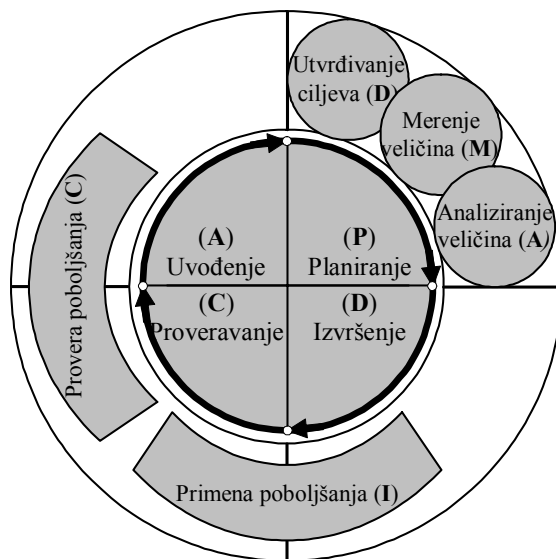
3) Inž. Milanko Šaković, direktor kvaliteta, Industrija precizne mehanike, Beograd

*) Ovaj rad je nastao kao rezultat istraživanja i primene Sistema šest sigma u domaćoj industriji.

2. METODOLOGIJA DMAIC

Metodologija za procese upravljanja poslovanjem organizacije (DMAIC) takođe sadrži pet sledećih faza: utvrđivanje konkretnih ciljeva upravljanja poslovanjem organizacije [3],[6] (Define), merenje veličina ciljeva (Measure), analiziranje mogućnosti i predlaganje poboljšanja (Analyze), primena poboljšanja (Improve) i proveravanje primene poboljšanja (Control), za upravljanje poslovanjem organizacije U sistemu

SSS metodologija DMAIC predstavlja nadgradnju poznatog kružnog ciklusa (management cycle, PDCA) Shewhart-Deming-a, prema slici 1. Shewhart-Deming-ov kružni ciklus (plan – do – check – act), sa 4 osnovne funkcije upravljanja: planiranje – izvršenje – kontrolisanje - uvođenje ostvaruje programe: planiranja u fazama D, M i A [5], izvršenja u fazi I, proveravanja u fazama I i C, kao i uvođenja upravljanja u fazi C.



Slika 1- Metodologije PDCA i DMAIC za upravljanje poslovanjem organizacije

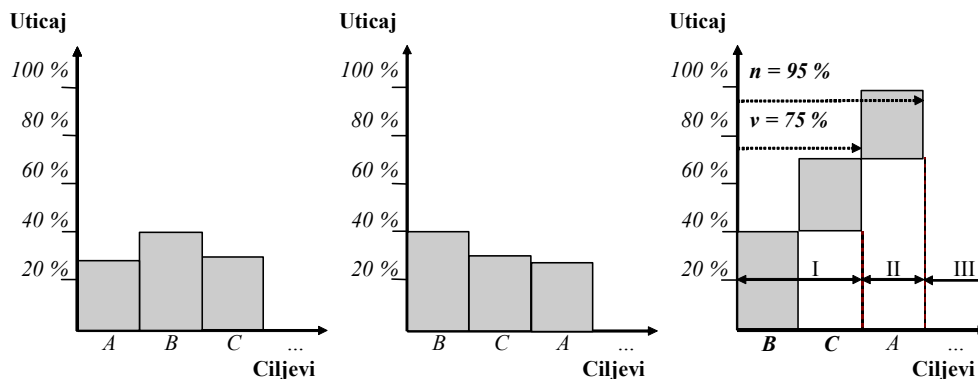
3. UTVRĐIVANJE CILJEVA

Posle obuke vlasnika, vođe sistema, rukovodilaca i izvršilaca na seminarima WBG i BB, sa praktičnim vežbama i polaganjem završnih ispita [7], prelazi se prvu fazu sistema SSS.

U prvoj fazi utvrđivanja konkretnih ciljeva, u upravljanja poslovanjem organizacije (Define), obuhvata se: izbor mogućih ciljeva, planiranje pogodnih ciljeva i grupisanje izabranih ciljeva. Izbor mogućih ciljeva uključuje rešavanje nekoliko

najvažnijih problema u upravljanja poslovanjem organizacije, Planiranje izabranih ciljeva uključuje detaljne planove rešavanja izabranih ciljeva. Grupisanje izabranih ciljeva obuhvata slične planove izabranih ciljeva, radi lakšeg rešavanja.

Obično se primenjuje kvantitativna selekcija podataka (Pareto - Lorenz), prema primeru na slici 2, koja sadrži: uočavanje veličina, klasifikovanje i selekciju važnih i nevažnih uticaja ciljeva.



Slika 2- Utvrđivanje ciljeva primenom Kvantitativne selekcije podataka

Za sprovođenje ove faze sistema SSS neophodno je: obučavanje učesnika u korišćenju bar 9 različitih primenljivih metoda, izrada praktičnih radnih postupaka i konkretno utvrđivanje prvih ciljeva u upravljanju poslovanjem organizacije. Obično se koriste sledeće metode: Benchmarking, Pareto-Lorenz Diagram, FMEA, IPO Diagram, Kano's Model, Knowledge Based Mgt, Project Charter, SIPOC Model, Quality Function Deployment, Voice of Customer, Task Appraisal / Task Summary, Value Stream Mapping, itd.

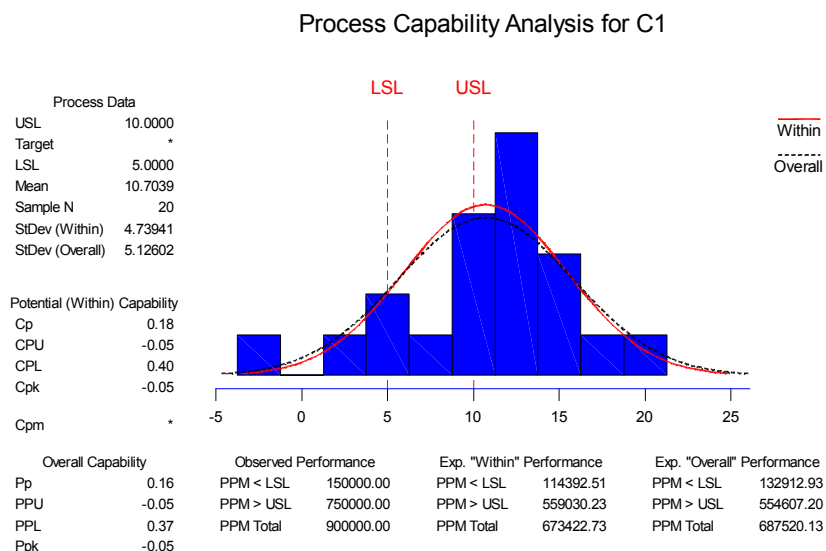
4. MERENJE VELIČINA CILJEVA

U drugoj fazi merenja veličina ciljeva (Measure), u upravljanju poslovanjem organizacije, obuhvata se: planiranje mernih sistema, izvođenje procesa merenja i utvrđivanje dobijenih rezultata. Planiranje mernih sistema

obuhvata utvrđivanje skupova: mereni cilj, merni instrument, pomoćni merni pribor, merna mašina i upravljanje procesom merenja [14]. Izvođenje procesa merenja obuhvata neposredno sprovođenje procesa merenja na izabranim ciljevima.

Za sprovođenje ove faze sistema SSS neophodno je: obučavanje učesnika u korišćenju bar 21 različite primenljive metode, izrada praktičnih radnih postupaka i konkretno merenje veličina ciljeva u upravljanja poslovanjem. Obično se koriste sledeće metode: Confidence Intervals, Measurement System Analysis, Nominal Group Technique, Pairwise Ranking, Physical Process Flow, Process Capability Analysis, Process Flow Diagram, Process Observation, Time Value Map, Value Stream Mapping, Waste Analysis, itd.

Utvrđivanje dobijenih rezultata uključuje obradu podataka o ciljevima, obično primenom izvesnog računarskog programa, prema primeru na [slici 3](#).



Slika 3- Merenje veličine cilja i primena obrade podataka na računaru

Računarska obrada izmerenih podataka procesa pored ilustrativnog grafičkog prikaza daje sledeće rezultate: vrednosti statističkih veličina, indekse preciznosti i tačnosti procesa, kao i moguće vrednosti veličine za tačno podešavanje ciljeva.

5. ANALIZIRANJE MOGUĆNOSTI

U trećoj fazi analiziranja mogućnosti i predlaganje poboljšanja (Analyze), u upravljanju poslovanjem organizacije, obuhvata se: planiranje potrebnih analiza, analiziranje mogućih uzroka i planiranje potrebnih poboljšanja ciljeva. Planiranje potrebnih analiza obuhvata izabrane analize izmerenih veličina ciljeva. Analiziranje mogućih

uzroka za nastale posledice posmatranih ciljeva, podrazumeva primenu pogodnih metoda. Planiranje potrebnih poboljšanja konačno sadrži konkretna poboljšanja, kao rešenja za utvrđene ciljeve, u upravljanju poslovanjem organizacije.

Za sprovođenje ove faze sistema SSS neophodno je: obučavanje učesnika u korišćenju bar 22 različite primenljive metode, izrada praktičnih radnih postupaka i analiziranje mogućnosti i predlaganje konkretnih poboljšanja u upravljanju poslovanjem organizacije.

Obično se koriste sledeće metode: Affinity Diagram, Brainstorming, Cause & Effect Diagram, e-test, F-test, Fault Tree Analysis, FMEA, Histogram, Historical Data Analysis, Pareto –

Loreny Chart, Reality Tree, Regression Analysis, Scatter Diagram, t-test, Thematic Content Analysis, Tukey End Count Test, 5 Whys, itd.

Analiziranje mogućih uzroka za nastale posledice obično obuhvata primenu Analize pojave i uticaja otkaza procesa (Failure Mode and Effects Analysis, FMEA) [8], koja je prvi put primenjena u avionskoj industriji oko 1965. god.

Analiza FMEA procesa prema primeru na slici 4. zasniva se na vrednovanju uticaja otkaza na osnovu sledećih procena: mogućnosti pojave otkaza, procena štete zbog pojave otkaza, kao i mogućnosti otkrivanja otkaza u procesu u postojećem i poboljšanom stanju ciljeva, kao i uticaj otkaza. Analiza je uspešna ako se uticaj otkaza smanji u poboljšanom stanju.

FMEA ANALIZA POJAVE I UTICAJA OTKAZA															
<input type="checkbox"/> FMEA SISTEMA <input type="checkbox"/> FMEA KONSTRUKCIJE <input checked="" type="checkbox"/> FMEA PROCESA															
Naziv proizvoda							Naziv dela proizvoda								
Sistem Konstrukcija Proces	Mogući otkazi	Moguće posledice	Mogući uzroci	POSTOJEĆE STANJE				Preporučene aktivnosti	Izvršilac aktivnosti	POBOLJŠANO STANJE					
				Primenjene aktivnosti	PF	FDV	PFR			RPN	Primenjene aktivnosti	PF	FDV	PFR	RPN
Proces struganja serije vratila na prečniku Ø78 h6	otkaz strugar -skog sistema: predmet, nož, stezna glava i šiljak, strug upravljaj-nje	neispravna obrada serije vratila	1. veliko habanje noža	procesno kontroli -sanje preciznosti uzorkom od 100 kom	6	8	8	384	češće kontroli -sanje habanja noža	procesni kontrolor 14	kontroli -sanje x-R kartom 25x5 kom	4	8	2	64
			2. nejednaki dodaci za obradu	-	5	7	6	210	provera-vanje dodatka za obradu	izlazni kontrolor 8	izlazni kontrolor kontroliše prethodnu operaciju	2	7	4	56
			3. veliki pomak	-	4	6	5	120	češći obilazak poslovođe	poslovođa pogona strugarske obrade	poslovođa obilazi radnika svakih 30 min	2	6	3	36
MOGUĆNOST POJAVE OTKAZA PF (Probability of Failure)				ŠTETE ZBOG OTKAZA FDV (Failure Demerit Value)				MOGUĆNOST OTKRIVANJA OTKAZA PFR (Probability of Failure Remedy)				UTICAJ OTKAZA RPN (Risk Priority Number)			
NIKAKVA (verovatnoća 0) = 1, SREDNJA (1/200) = 6, NEZNATNA (1/10000+20000) = 2, NEŠTO VEĆA (1/100) = 7, VRLO MALA (1/2000+10000) = 3, VEĆA (1/50+20) = 8, MALA (1/1000+2000) = 4, VELIKA (1/10) = 9, SREDNJE MALA (1/1000+500) = 5, VRLO VELIKA (1/2) = 10.				NEZNATNA = 1, MALA = 2+ 3, SREDNJA = 4+ 6, VELIKA = 7+ 8, VRLO VELIKA = 9+10				VRLO VELIKA (>99,99%) = 1, VELIKA (>99,7%) = 2+5, SREDNJA (>98%) = 6+8, MALA (>98%) = 9, NEZNATNA = 10.				VELIKI = 1000, SREDNJI = 125, NIKAKAV = 1.			

Prof.Dr-Ing.B.Popovic

Slika 4- Analiziranje mogućnosti i predlaganje poboljšanja analizom pojave i uticaja otkaza

6. PRIMENA POBOLJŠANJA

U četvrtoj fazi primene poboljšanja (Improve), u upravljanju poslovanjem organizacije, obuhvata se: planiranje primene potrebnih poboljšanja, otkrivanje verovatnih uzroka i primenu planiranih poboljšanja ciljeva.

Planiranje primene potrebnih poboljšanja uključuje planirana poboljšanja, u upravljanju poslovanjem organizacije, u prethodnoj 4. fazi sistema SSS, analiziranja mogućnosti.

Otkrivanje verovatnih uzroka posledica na ciljevima obično obuhvata primenu nekoliko pogodnih metoda otkrivanja.

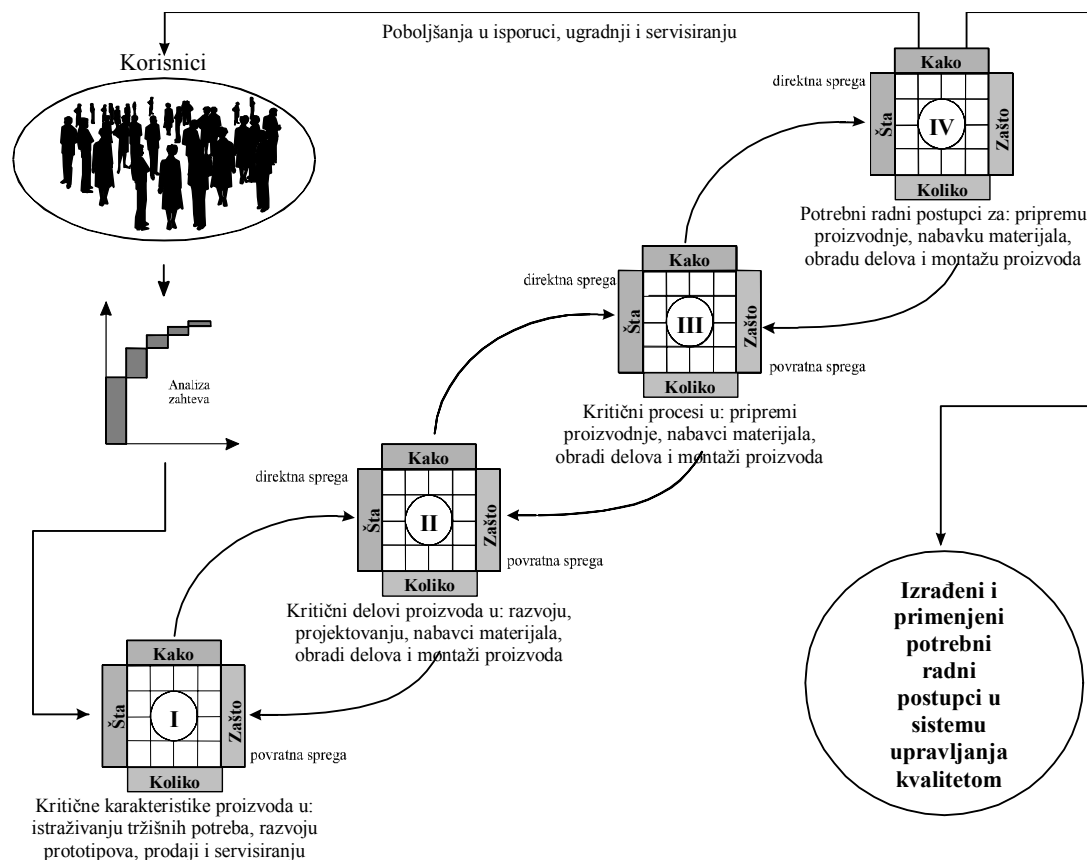
Primena planiranih poboljšanja obuhvata neposrednu primenu planiranih poboljšanja, na utvrđenim ciljevima.

Za sprovođenje ove faze sistema SSS neophodno je: obučavanje učesnika u korišćenju bar 21 različite primenljive metode, izrada radnih postupaka i konkretna praktična primena poboljšanja u upravljanju poslovanjem, na utvrđenim ciljevima.

Obično se koriste sledeće metode: DFSS, DOE, Kanban, Mistake Proofing, PF / CE / CNX / SOP, Standard Work, Takt Time, Theory of Constraints, Total Productive Maintenance, Visual Management, Work Cell Design, 5S Workplace Organization, itd.

Planiranje primene potrebnih poboljšanja obično zahteva primenu Raspodele kvaliteta rezultata procesa (Quality Function Deployment, QFD), koju je prvi primenio Y. Akao oko 1966. god. [2].

Raspodela kvaliteta rezultata procesa QFD, po direktnim spregama, obuhvata primenu: raspodele kvaliteta rezultata procesa na kritične karakteristike, raspodele kritičnih karakteristika na kritične delove rezultata procesa, raspodele kritičnih delova rezultata procesa na kritične procese realizovanja [13] (proizvodnje ili usluživanja), kao i raspodele kritičnih procesa realizovanja na potrebne konkretne radne postupke, prema primeru na slici 5.



Slika 5- Primena poboljšanja raspodelom planiranog kvaliteta rezultata procesa

7. PROVERAVANJE POBOLJŠANJA

U petoj fazi proveravanja poboljšanja (Control), u upravljanju poslovanjem organizacije, obuhvata se objektivna provera primenjenih poboljšanja. Za sprovođenje ove faze sistema SSS neophodno je: obučavanje učesnika u korišćenju bar 6 različitih primenljivih metoda, izrada praktičnih radnih postupaka i konkretna provera poboljšanja u upravljanju poslovanjem organizacije. Obično se koriste sledeće metode: Control Charts, Control Plan, Reaction Plan, Run Charts, Standard Operating Procedures, itd.

Provera poboljšanja ciljeva, u upravljanju poslovanjem organizacije, obično obuhvata primenu savremenog inženjerskog pristupa problemima proizvodnje, koji zastupa Dr Taguchi.

Visina troškova u velikoj meri zavisi od radnih postupaka, koji se planiraju u pripremi proizvodnje. Do sada se uvek planiralo da geometrijske i druge veličine budu unutar izvesnih granica tolerancije, pa onda ako su ostvarene veličine unutar tih granica tolerancije onda su rezultati procesa ispravni a ako su ostvarene veličine izvan tih granica tolerancije onda su ti rezultati procesa neispravni.

Novija istraživanja profesora Dr Genichi Taguchi-ja, sa Univerziteta u Tokiju [8], pokazala

su da je ovaj klasični pristup pogrešan. Analizirajući moguće troškove nekvaliteta on je ustanovio da je neophodna promena tradicionalnog inženjerskog shvatanja i klasičnog pristupa planiranja izrade jer troškovi nekvaliteta ne nastaju samo izvan granica tolerancije, već i kada su veličine u blizini granica tolerancije.

Savremeni inženjerski pristup problemima proizvodnje, koji zastupa Dr Taguchi, zasniva se na izradi proizvoda u što užim granicama tolerancije, koja dovodi veličinu proizvoda tačno u sredinu tolerancije. Takvo shvatanje opravdavaju: smanjeni troškovi nekvaliteta, potpunije iskorišćenje obradnih sistema i povišenje pouzdanosti rezultata procesa, prema primeru na slici 6.

8. PROBLEMI UVOĐENJA SISTEMA

U toku uvođenja sistema SSS u domaćim preduzećima uočeni su sledeći problemi: nedovoljna matematička znanja, poteškoće u praćenju seminara, neiskustvo u primeni naučenih metoda, problemi u utvrđivanju konkretnih ciljeva upravljanja poslovanjem organizacije, merenje veličina ciljeva, kao i analiziranje mogućnosti.

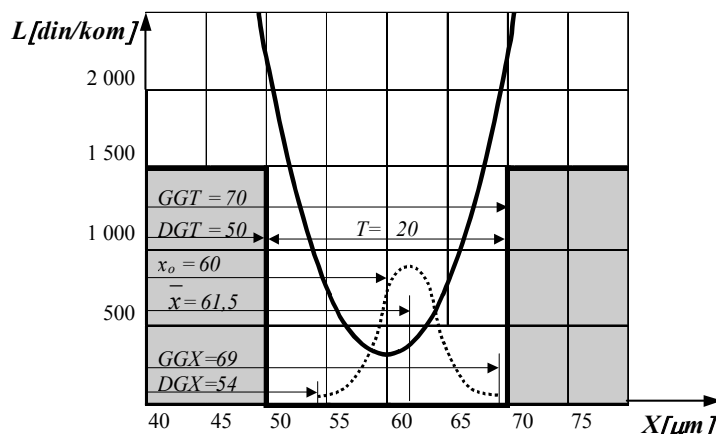
Vlasnici, vođe sistema, rukovodioci i naročito izvršiooci imaju nedovoljna matematička znanja, koja nisu stekli u svom profilu obrazovanja. U praćenju seminara pojavljuju se brojne poteškoće i otpori, verovatno i zbog toga što se nastava održava posle podne i izvan radnog vremena.

U primeni naučenih metoda oseća se neiskustvo, koje će verovatno nestati posle višestruke primene. Posebno zabrinjavaju problemi u utvrđivanju konkretnih ciljeva upravljanja

poslovanjem organizacije, pa je pomoćkonsultanta zaista neophodna.

Merenje veličina ciljeva je otežano iz objektivnih razloga [10],[11],[12] delimično usled nepostojanja pouzdanih obrađenih podataka i svakako zbog neophodne opreme.

Analiziranje mogućnosti zahteva primenu računarskih programa i široko poznavanje računara. Ova zahteva paralelnu obuku većine zaposlenih na računarima.



Slika 6- Proveravanje poboljšanja posle primene podešavanja procesa

LITERATURA

- [1] Veljković Z., Popović B., Sistem šest sigma – System six sigma, Mašinski fakultet, Beograd (2007) u štampi
- [2] Popović B., Klarin M., Realizovani kvalitet proizvoda – Quality of Conformance, Mašinski fakultet, Beograd (2007) u štampi
- [3] Brue G., and Howes R., Six Sigma, McGraw-Hill, New York (2006)
- [4] Keller P., Six Sigma Demystified, McGraw-Hill, New York (2005)
- [5] George M., Rowlands D., Price M., and Maxey J., Lean Six Sigma Pocket Toolbook, McGraw-Hill, New York (2005)
- [6] De Feo J., and Barnard B., JURAN Institute's Six Sigma Breakthrough and Beyond - Quality Performance Breakthrough Methods, McGraw-Hill, New York (2005)
- [7] Popović B., Miletić, Lj., Pavlović, N., Organizaciona ponašanja – Organizational behavior, Viša poslovna škola, Novi Sad (2005) 297
- [8] Popović B., Klarin M., Upravljanje proizvodnjom i usluživanjem – Operations Management, Mašinski fakultet, Beograd (2003) 599
- [9] Popović B., Klarin M., Projektovani kvalitet proizvoda – Quality of Design, Mašinski fakultet, Beograd (2003) 315
- [10] Popović B., Klarin M., Procesna kontrola u Sistemu upravljanja kvalitetom -Process Control, Mašinski fakultet, Beograd (2002) 282
- [11] Popović B., Todorović, Z., Izlazna kontrola u Sistemu kvaliteta -Product Control, Nauka, Beograd (2000) 345
- [12] Popović B., Ulazna kontrola u Sistemu kvaliteta - Incoming- material Control, Naučna knjiga, Beograd (1993) 400
- [13] Popović B., Proizvodne tehnologije, Naučna knjiga, Beograd (1990) 287
- [14] Popović B., Kamberović B., Merenje i kontrolisanje geometrije proizvoda, Naučna knjiga, Beograd (1986) 307