



## PRIMENA SISTEMA ŠEST SIGMA U DOMAĆOJ PRIVREDI\*

### APPLICATION OF SIX SIGMA SYSTEM IN DOMESTIC INDUSTRY

dr Branko Popović<sup>1)</sup>, dr Zorica Veljković<sup>2)</sup>, Vitomir Bošković<sup>3)</sup>

**Rezime:** Sistem šest sigma je napredni nivo znanja za poboljšanje upravljanje poslovanjem organizacije, sa ciljem smanjenja verovatnoće nastajanja neispravnosti (nepotrebnih finansijskih troškova, trošenja materijala i gubitaka vremena) u tehnološkim i poslovnim procesima. Kao što je već poznato uvođenje Sistema za upravljanje kvalitetom prema standardima ISO 9000 prihvatile su manje poznate organizacije u svetu, dok su organizacije u SAD ubrzo odustale od dalje primene tog sistema, u želji da budu vodeće u području kvaliteta. Prvi korak su 1990. god. napravila tri velika vodeća američka proizvođača automobila, Chrysler Co, Ford Motor Co i General Motors Co (The Big Three), udružena u Automotive Industry Action Group (AIAG), sa Sistemom kvaliteta QS-9000. Potom su ostale organizacije u SAD, naročito posle 2000. god., počele da primenjuju novi Sistem šest sigma, koji je danas doživeo široku primenu. Sistem šest sigma je savremeniji i daleko potpuniji od Sistema za upravljanje kvalitetom po standardima ISO 9000, pa će ga i kod nas uvoditi napredne organizacije, odmah posle sertifikovanja Sistema za upravljanje kvalitetom.

**Cljučne reči:** Upravljanje kvalitetom, Sistem šest sigma

**Abstract:** At this moment, Six Sigma is the most advanced knowledge system for overall continuous quality improvement of business management. Main goal is to decrease or eliminate the probability of nonconformances (unnecessary financial loss, unnecessary material losses, elimination of idle work and rework) in the technological, service and administrative processes. As it is well known, implementation and application of quality system defined by ISO 9000 standards, is widely accepted by majority of the organizations. Consequently, since 2000-ies, leading US companies, such as Chrysler, Ford, General Electric, General Motors etc., and growing number of European companies and organizations shifted their quality efforts from existing ISO 9000 standards to Six Sigma methodology. Pressure and need for marketing competitiveness in production and service industries on domestic and world markets will drive our companies (organizations) that, after implementation of ISO 9000:2000 standards, continue their business improvement with implementation of Six Sigma system with all its advanced quality tools.

**Key words:** Quality Management, System six sigma

## 1. UVOD

Domaća industrija je svakako doživela izvestan napredak, posle široke akcije uvođenja Sistema za upravljanje kvalitetom (QMS), po standardima ISO 9000. Neka industrijska preduzeća su povećala stabilnost kvaliteta, druga preduzeća uspešno održavaju svoju stabilnost ali ima i preduzeća koja su se, otkazujući sistem QMS, vratila na staru nestabilnost kvaliteta. Ipak, kvalitet rezultata procesa (poluproizvoda, proizvoda, softvera, usluga) ostao je naravno isti, ukoliko nisu osavremenjeni projekti (kreacije), ako nije modernizovana oprema i ukoliko nije poboljšana tehnologija (proizvodnje ili usluživanja) [6].

Novi sistem šest sigma (SSS) obuhvata skupove programa, koji sa naprednim nivoom

znanja poboljšavaju upravljanje poslovanjem ili poboljšavaju projekte organizacije, 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],[11]. 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.

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

2) Dr Zorica Veljković, docent Mašinskog fakulteta u Beogradu

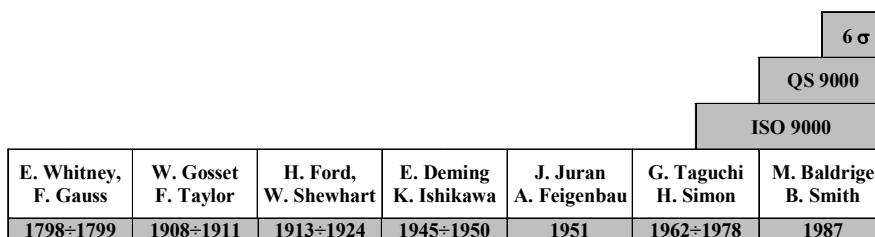
3) Inž. Vitomir Bošković, direktor službe kvaliteta, Industrija precizne mehanike, Beograd

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

## 2. POJAVA SISTEMA ŠEST SIGMA

Kao što je već poznato razvoj upravljanja poslovanjem (management) je značajno unapređen doprinosima brojnih praktičara i naučnika, od E. Whitney-a i F. Gauss-a pa sve do G. Taguchi-ja, H. Simon-a i B. Smith-a, prema shemi na slici 1. E. Whitney je 1798. god. uveo tolerancije u proizvodnju, F. Gauss je 1799. god. definisao Normalnu statističku raspodelu, W. Gosset je 1908. definisao Studentovu statističku raspodelu, F. Taylor je 1911. razvio organizaciju proizvodnje, H. Ford je 1913. uveo serijsku proizvodnju, W.

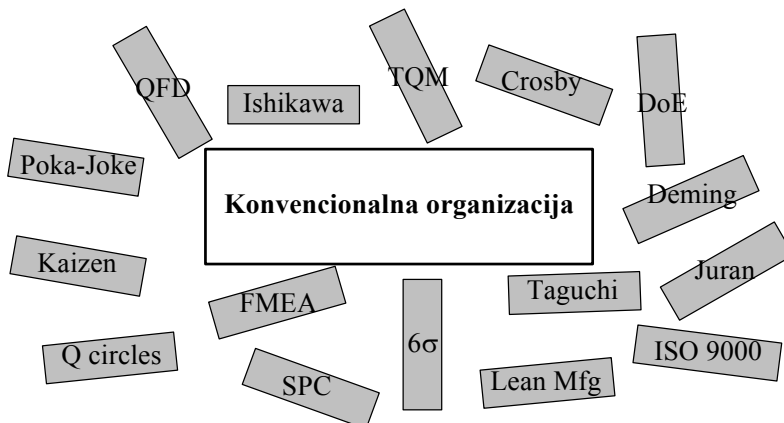
Shewhart je 1924. predložio kontrolne karte, E. Deming je 1945. primenio upravljanje poslovanjem, K. Ishikawa je 1950. uveo praktične metode za upravljanje kvalitetom, J. Juran je 1951. objavio obimnu knjigu o kontrolisanju kvaliteta, A. Feigenbaum je 1951. utvrdio potrebu sveopšteg upravljanja kvalitetom, G. Taguchi je 1962. uveo racionalno poboljšanje procesa, H. Simon je 1978. proučio organizaciona ponašanja zaposlenih, SAD su 1987. god. uvele M. Baldrige ocenjivanje i, konačno, B. Smith je u Motoroli uveo sistem SSS.



*Slika 1- Istorijski razvoj sistema za upravljanje poslovanjem i za upravljanje kvalitetom*

U poslednjih 30 godina organizacije se, prema upravljanju poslovanjem, mogu razvrstati na tri sledeće grupe organizacija [2],[3]: konvencionalne, razvojne i napredne organizacije. Konvencionalne organizacije, uglavnom pre 1986. god., samo su sporadično koristile dostignuća razvijenih metoda za poboljšanje upravljanje poslovanjem, prema shemi na slici 2. Razvojne organizacije, u periodu

od 1987. do 1999. god., uvodile su Sisteme za upravljanje kvalitetom (QMS) po standardima ISO 9000, sa ponekom metodom za poboljšanje upravljanje poslovanjem, prema shemi na slici 3. Napredne organizacije, naročito posle 2000. god. uvode najsavremeniji sistem SSS, sa brojnim razvijenim metodama za poboljšanje upravljanje poslovanjem, prema shemi na slici 4.



*Slika 2- Sporadično korišćenje dostignuća razvijenih metoda (pre 1986)*



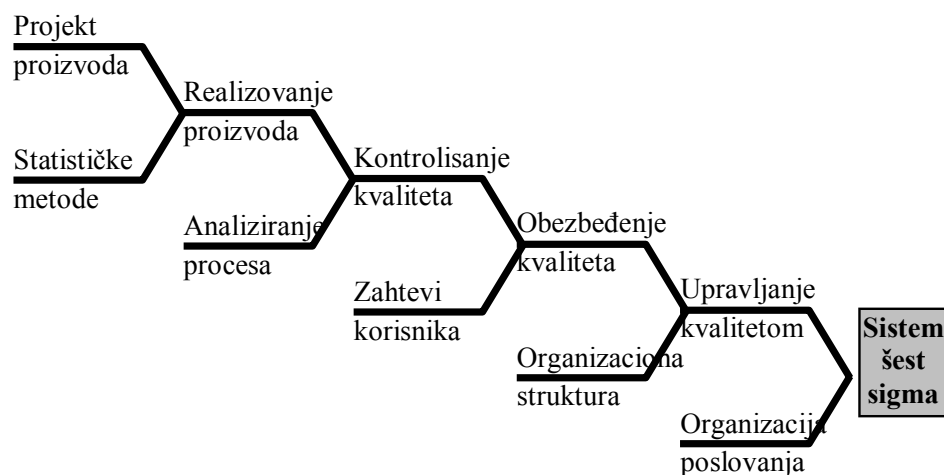
*Slika 3- Delimično korišćenje dostignuća razvijenih metoda (1987-1999)*



**Slika 4- Puno korišćenje dostignuća razvijenih metoda u Sistemu šest sigma (od 1987)**

Sistem SSS je, za sada, krajnji domet razvoja upravljanju poslovanjem u organizacijama [4], [10] sa savremenom upravljanjem kvalitetom i organizacijom poslovanja, prema shemi na slici 5., jer obuhvata: realizovanje (tehnologija proizvodnje ili usluživanja) rezultata procesa (poluproizvod, proizvod, softver, usluga) sa projektima rezultata procesa i primenom statističkih metoda, kontrolisanje kvaliteta

realizovanih rezultata procesa sa statističkim analiziranjem procesa, obezbeđenje kvaliteta rezultata procesa sa kontrolisanjem kvaliteta, (prema standardima ISO 9000) i sa punim uvažavanjem zahteva korisnika, upravljanje kvalitetom rezultata procesa sa obezbeđenjem kvaliteta rezultata procesa i novom organizacionom strukturom, organizacionom kulturom i klimom [7],[13].



**Slika 5- Razvoj upravljanju poslovanjem u organizacijama**

### 3. SVOJSTVA SISTEMA ŠEST SIGMA

Sistem SSS karakterišu: glavni cilj, postignuti rezultati, osnovni principi, moguće metodologije, primenjivost u praksi, prednosti u odnosu na sistem QMS, kao i poseban pretenciozan naziv.

Glavni cilj sistema SSS je neprestano postizanje povećanja profita, uz smanjenje troškova i gubitaka i sa povišenjem nivoa znanja zaposlenih kadrova, pri upravljanju poslovanjem organizacije, u svim podsistemima [5].

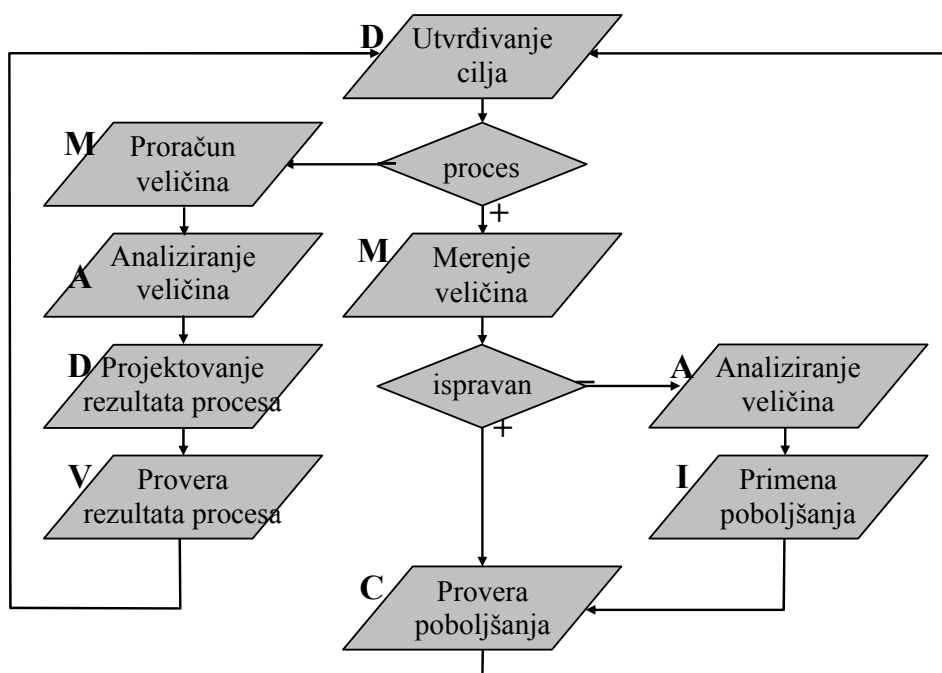
U sistemu SSS mogu da se postignu sledeći rezultati: ispunjenje zahteva korisnika (veći broj novih proizvoda, viši kvalitet, veći učinak proizvoda), veća korist vlasnika (deoničara) uz povećani profit, sniženje gubitaka, bolje korišćenje infrastrukture i stabilnu organizacionu strukturu, zadovoljstvo zaposlenih (stalnost zaposlenja, veće

zarade, motivisanje nagradama i priznanjima, bolje funkcionisanje, prestiž pred konkurentima na tržištu, u odnosu na druge organizacije koje nemaju uveden sistem SSS veća samo sistem QMS.

Sistem SSS je zasnovan na sledećim osnovnim principima: iskreni interes u ispunjenju zahteva korisnika, upravljanje poslovanjem organizacije samo na osnovu utvrđenih podataka i činjenica, orijentacija organizacije na upravljanje i poboljšavanje tehnoloških i poslovnih procesa [9], proaktivno upravljanje tehnološkim i poslovnim procesima, stvarno zajedništvo zaposlenih u otklanjanju svih unutrašnjih prepreka, kao i usmerenost ka savršenstvu uz snalažljivost u neprilikama.

Sistem SSS raspolaže sa dve različite upotrebljive metodologije: metodologija za procese upravljanja poslovanjem organizacije

(DMAIC) i metodologija za procese projektovanja novih rezultata procesa (DMADV), prema prikazanoj shemi na slici 6.



Slika 6- Metodologije: DMAIC i DMADV u Sistemu šest sigma

Metodologija za procese upravljanja poslovanjem organizacije (DMAIC) sadrži pet sledećih faza: utvrđivanje konkretnih ciljeva upravljanja poslovanjem [12] organizacije (Define), merenje veličina ciljeva (Measure), analiziranje mogućnosti i predlaganje poboljšanja (Analyze), primena poboljšanja (Improve) i proveravanje primene poboljšanja (Control), za upravljanje poslovanjem organizacije.

Metodologija za procese projektovanja novih rezultata procesa (DMADV), sadrži takođe pet sledećih faza: utvrđivanje konkretnih ciljeva projektovanja [8] novih rezultata procesa (Define), merenje veličina ciljeva (Measure), analiziranje mogućnosti i predlaganje novih rezultata procesa (Analyze), projektovanje izabranih rezultata procesa (Design) i potvrđivanje projektovanih rezultata procesa (Control).

Primenjivost sistema SSS u praksi dokazuje: iskreni interes u ispunjenju zahteva korisnika, upravljanje poslovanjem organizacije na osnovu utvrđenih podataka i činjenica, orijentacija na upravljanje i poboljšavanje tehnoloških i poslovnih procesa, proaktivno upravljanje tehnološkim i poslovnim procesima, stvarno zajedništvo zaposlenih uz otklon svih unutrašnjih prepreka, kao i usmerenost ka savršenstvu uz snalažljivost u mogućim svakodnevnim neprilikama.

Sistem SSS ima poseban pretenciozan naziv (System six sigma), koji ukazuje na krajnji cilj

postizanja nivoa organizacije svetske klase ( $\pm 6\sigma$ ) sa troškovima neispravnosti manje od 1 %, dok su ostale organizacije ili:

- nesposobne ( $\pm 2\sigma$ ) sa troškovima neispravnosti od 50 % ili,
- manje sposobne ( $\pm 3\sigma$ ) sa troškovima neispravnosti od 25÷40 % ili,
- prosečne ( $\pm 4\sigma$ ) sa troškovima neispravnosti od 15÷25 % ili
- sposobnije ( $\pm 5\sigma$ ) sa troškovima neispravnosti od 5÷15 %.

Sistem šest sigma (SSS) ima izvesne prednosti u odnosu na Sistem za upravljanje kvalitetom (QMS), u pogledu: upravljačke veličine, polazišta, vremenske aktivnosti, potrebnog znanja učesnika i ostvarenog profita.

Sistem QMS ima samo kvalitet kao upravljačku veličinu dok sistem SSS, pored kvaliteta, upravlja: procesima (poslovanja i projektovanja), profitom i uštedama, troškovima, gubicima, infrastrukturom i organizacionom strukturom. Sistem za upravljanje kvalitetom QMS ima polazište u propisanim zahtevima prema standardima ISO 9000 dok sistem SSS ima utvrđene metodologije DMAIC i DMADV. Sistem za upravljanje kvalitetom QMS ima ređe vremenske aktivnosti, u odnosu na sistem SSS prema shemi na slici 7.

Kod sistema QMS obično posle šestomesečnog perioda uvođenja u 1. godini slede:

sopstvena interna provera (IP) i korektivna akcija (KA), kao i eksterna provera (EP) od strane ovlašćene organizacije. U narednim godinama

pored interne provere (IP) i korektivne akcije (KA) dodaje se i godišnja nadzorna provera (NP), od strane ovlašćene organizacije.

Godina	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
1.	Uvođenje sistema QMS						IP			KA	EP		
2.									IP	KA	NP		
3.									IP	KA	NP		
4.									IP	KA	EP		

Slika 7- Uobičajen tok aktivnosti u Sistemu za upravljanje kvalitetom (QMS)

Sistem SSS ima češće vremenske aktivnosti, prema shemi na slici 8. Posle šestomesečnog perioda uvođenja sistema SSS u 1. godini slede stalni tokovi 5 faza DMAIC ili DMADV, sa jednomesečnim pauzama i godišnim odmorima.

Sistem za upravljanje kvalitetom nema posebne zahteve za povišenje znanja učesnika (zaposlenih i vlasnika) dok sistem SSS zahteva potrebno znanja učesnika, koje se uglavnom ne predaje na našim fakultetima i višim školama.

Godina	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
1.	D	M	A	A	I	C			D	M	A	A
2.	I	C		D	M	A	A		I	C		D
3.	M	A	A	I	C		D		M	A	A	I
4.	C		D	M	A	A	I		C		D	M

Slika 8- Tok aktivnosti u Sistemu šest sigma (SSS)

#### 4. KORISTI OD SISTEMA SSS

Sistem šest sigma (SSS) pruža naročite koristi u odnosu na Sistem za upravljanje kvalitetom (QMS), u pogledu mogućnosti za ostvarenje profita i ušteda, što je posebno značajno za opstanak i razvoj organizacija u domaćoj privredi.

Motorola je ostvarila povećanje profita od 15 milijardi dolara tokom prvih 10 godina primene sistema SSS. U periodu od 1987-1997 godine prodaja je rasla stopom od 17 % godišnje, profit za 17,2 %, a vrednosti deonica za 16,5 % godišnje. Troškovi lošeg kvaliteta po jedinici proizvoda su smanjeni za više od 84 %, a produktivnost je porasla za 204 % (prosečno 12.3% godišnje). General Electric je sa sistemom SSS ostvario povećanje profita od 2 milijarde dolara u 1999.

god. i povećanje profita od 2,4 milijarde dolara u 2000. god.

Ford Motor Company je u 2001. god imao gubitke od 2,19 milijardi dolara, a sa sistema SSS došao je do gubitaka od samo 731 miliona dolara već u 2003. god.

Johnson Controls je počeo sa inicijativom uvođenja sistema SSS u 2000. god. Postigli su sledeće uspehe, u procesu montaže automobilskih akumulatora, u fabrici Toledo (Ohio), broj defektnih proizvoda je smanjen za 70 %, u operacijama montaže kabina vozila u fabrici Holland (Michigan) troškovi su smanjeni za 800000 dolara godišnje, promene u dizajnu i projektovanja su dovele do procenjenih ušteda od

1,7 miliona dolara godišnje za alate i 943000 dolara godišnje kroz bolju produktivnost inženjera, tako da je procenjena ušteda potrošačima 3,5 miliona dolara godišnje.

Allied Signal (Honeywell) je posle primene sistema SSS smanjio troškove za 1,4 milijarde dolara u periodu 1992-1996 i za 16 % smanjio potrebno vreme za uvođenje novih proizvoda na tržište. US Aircraft je posle primene sistema SSS povećao produktivnost za 32 % u 2002. god., sa uštedama od 13,7 miliona dolara tokom naredne tri godine.

Premier I Jet u proizvodnji delova za avione ostvario je povećanje produktivnosti posle primene sistema SSS za 51 %, smanjene su neispravnosti i dorada za 74 % i skraćena su vremena čekanja za 90 %. Haker Aircraft je posle primene sistema SSS povećao obrt novca za 27,5 miliona dolara, imao neto povećanje profita od 2 miliona dolara, poboljšao odnose sa isporučiocima i obučio sve zaposlene. Navair-Naval Air Systems Command je posle primene sistema SSS uštedeo 4 miliona dolara godišnje. W.R. Grace Co. je posle primene sistema SSS u 2004. god. poboljšao produktivnost što je dovelo do profita od 80 miliona dolara.

Radio Raytheon u telekomunikacijama je sa sistemom SSS došao do optimizacije i ušteda od 3,3 miliona dolara, eliminisao 2,5 miliona gubitaka preko poboljšanja procesa, smanjio budžet za telekomunikacije za 8 %.

U.S. Army Special Operations Forces Demolition Kit (SOFDK) je posle primene sistema SSS smanjio troškove proizvodnje za 20 %, uštedeo 3,4 miliona dolara, smanjio broja operacija za 51 %, smanjio čekanja u procesu za 73 %, smanjio broj mesta u procesu na kojima se donose odluke za 45 %. US Navy: ušteda 2 miliona dolara, smanjenje troškova za 45 %, potencijalnih 3 miliona dolara ušteda u daljim projektima.

Dow Chemical Company uštedeo je više od 500000 dolara za svaki projekat u okviru lanca snabdevanja. Od 1992. do 2004. produktivnost zaposlenih je rasla sa više od 8 % godišnje.

DuPont je primenom sistema SSS od 1998. god. ostvario povećanje profita od 1,6 milijardi dolara uštede za 4 godine, uz dodatno smanjenje uticaja na ekološke promene i povećanje sigurnosti.

Gradska uprava Fort Wayne je koristeći sistem SSS u raznim odeljenjima i u projektima postigla uštede i smanjila nepotrebne troškove za više od 3 miliona dolara.

Mount Carmel, zdravstveni sistem (Ohio), počeo je sa sistemom SSS u 2000 god., oko 40 % njihovih projekata nije bilo prihvaćeno jer je bilo neprofitabilno pa su uz samo 600000 dolara investicija u obuku i u konsultacije: ostvarili

finansijski obrt od 2,4 miliona dolara do kraja 2001. god. i uštedeli 35,8 miliona dolara početkom 2004. god. Health and Safety in the US Antarctic Program je smanjio ozlede za 47 %, potrebe za medicinskom evakuacijom za 22 %, zahteve za isplatom osiguranja za 1,2 miliona dolara samo tokom prve godine primene sistema SSS. Lilly Kozmetic je povećala produktivnost za 15 % u 2005. god u odnosu na 2004. god. posle primene sistema SSS.

Ovi postignuti rezultati u ostvarenju profita i ušteda pokazuju da je Sistem šest sigma (SSS) zaista savremeniji i daleko potpuniji od Sistema za upravljanje kvalitetom (QMS) po standardima ISO 9000, pa se može da očekuje uvođenje u našim naprednim organizacijama, odmah posle sertifikovanja Sistema za upravljanje kvalitetom.

## LITERATURA

- [1] Veljković Z., Popović B., Sistem šest sigma – System six sigma, Mašinski fakultet, Beograd (2007) u štampi
- [2] Brue G., and Howes R., Six Sigma, McGraw-Hill, New York (2006)
- [3] Keller P., Six Sigma Demystified, McGraw-Hill, New York (2005)
- [4] George M., Rowlands D., Price M., and Maxey J., Lean Six Sigma Pocket Toolbook, McGraw-Hill, New York (2005)
- [5] De Feo J., and Barnard B., JURAN Institute's Six Sigma Breakthrough and Beyond - Quality Performance Breakthrough Methods, McGraw-Hill, New York (2005)
- [6] Popović B., Klarin M., Upravljanje proizvodnjom i usluživanjem – Operations Management, Mašinski fakultet, Beograd (2003) 599
- [7] Popović B., Miletić, Lj., Pavlović, N., Organizaciona ponašanja – Organizational behavior, Viša poslovna škola, Novi Sad (2005) 297
- [8] Popović B., Klarin M., Projektovani kvalitet proizvoda – Quality of Design, Mašinski fakultet, Beograd (2003) 315
- [9] Popović B., Klarin M., Procesna kontrola u Sistemu upravljanja kvalitetom -Process Control, Mašinski fakultet, Beograd (2002) 282
- [10] Eckes G., Six Sigma Revolution, John Wiley&Sons, New York (2001)
- [11] Harry M., and Schroeder R., Six Sigma, Doubleday, New York (2000)
- [12] Popović B., Todorović, Z., Izlazna kontrola u Sistemu kvaliteta -Product Control, Nauka, Beograd (2000) 345
- [13] Popović, B., Todorović, Z., Obezbeđenje kvaliteta - Quality assurance, Nauka, Beograd (1998) 321