

## PRIMENA »SIX SIGMA« U KONTROLI KVALITETA ZDRAVSTVENIH LABORATORIJA

### APPLICATION OF SIX SIGMA IN CONTROL OF HEALTH LABORATORIES

Svetlana Ignjatović, Nada Majkić-Singh

*Institute of Medical Biochemistry, Clinical Center of Serbia and School of Pharmacy,  
University of Belgrade, Belgrade, Serbia*

**Kratak sadržaj:** Cilj svakog postupka ili proizvodnog sistema je dobijanje dobrog proizvoda. Većina metoda kontrole kvaliteta je inicijalno razvijena da pomogne industrijsku proizvodnju. Ovo ne predstavlja iznenađenje s obzirom da masovna proizvodnja tipično zahteva mnogo ponavljanja koje uključuju kontrolisani redosled operacija. Nisu svi prilazi kontroli kvaliteta podjednako efikasni. Neusaglašenosti koje postoje u laboratorijskom određivanju su u osnovi uzrokovane kako prekomernim varijacijama u procesu, tako i greškama. Ključni nedostatak u primeni metoda statističke kontrole kvaliteta leži u činjenici da su neefikasne u detekciji i kontroli grešaka, a one danas predstavljaju najdominatniji uzrok neusaglašenosti većine organizacionih procesa. Statističkom kontrolom kvaliteta mogu efikasno da se kontrolišu varijacije u procesu, ali ne mogu da se detektuju ili spreče greške. »Six Sigma« pripada statističkoj kontroli kvaliteta koja pruža novu metodologiju za merenje karakteristika procesa, a takođe usavršava prethodne metodologije čime dolazi do unapređenja procesa. Menadžment zasnovan na »Six Sigma« kvalitetu polako ulazi u zdravstvene organizacije pri čemu nudi realnu nadu za unapređenje razmišljanja i procesa menadžmenta kvaliteta. Jedan od razloga je što se »Six Sigma« fokusira na defekte koji za uzvrat zahtevaju da ciljevi za dobar kvalitet budu definisani. »Six Sigma« pruža univerzalnu metodologiju kojom se meri kvalitet time što se broje defektni proizvodi, pri čemu se određuje stopa defektnih proizvoda kao »defekti na milion« (»defects per million« ili »DPM«), a koji se zatim konvertuju u »Sigma metriku« uz korišćenje standardnih tabela koje su dostupne u svakom tekstu vezanom za »Six Sigma«. »Sigma metrikom« se »Six Sigma« pojednostavljuje i dobija univerzalni »reper« koji govori o karakteristikama procesa. Na ovaj način svi procesi mogu da se okarakterišu na »Sigma skali.« Tipično se vrednosti nalaze između 2 i 6, pri čemu je cilj postizanje »svets-

**Summary:** The goal of every operation or production system is to generate a useful product. Most quality-control methods were initially developed to aid manufacturing. This is not surprising because high volume production typically requires many repetitions involving a controlled sequence of operations. Not all of the many approaches to quality control are equally effective. Nonconformities in laboratory testing are caused basically by excessive process variation and mistakes. A critical limitation of the statistical quality control – based methods is that they are ineffective in detecting and controlling mistakes, the dominant source of nonconformities in most organizations today. Statistical quality control can effectively control process variation, but it cannot detect or prevent most mistakes. Six Sigma belongs to statistical quality control and provides a new methodology for measuring process performance and refines earlier methodologies for making process improvements. Six Sigma Quality Management is slowly making inroads in healthcare organizations and offers a real hope for improving quality management thinking and processes. The reason is that Six Sigma focuses on defects, which in turn requires that goals for good quality be defined. Six Sigma provides a universal methodology for measuring quality by counting the defects, determining the defect rate as »defects per million« or »DPM«, and then converting DPM to a sigma-metric (by use of standard tables available in any Six Sigma text). To reduce (and oversimplify) Six Sigma, there now are »Sigma metrics« that provide a universal benchmark for process performance. The performance of all processes can be characterized on the »Sigma scale.« Values typically range from 2 to 6, where the goal for »world class quality« is 6. Based on the data from real-world health laboratory is an obvious statement that current instrumentation performs well. The new generation of clinical analyzers have achieved some high

Address for correspondence:

Svetlana Ignjatović  
Institut za medicinsku biohemiju, Klinički centar Srbije  
i Farmaceutski fakultet Univerziteta u Beogradu  
Višegradska 26, 11129 Beograd, Srbija  
e-mail: itana@sbb.co.yu

ke klase kvaliteta« koja iznosi 6. Na osnovu podataka koji potiču iz stvarnog sveta zdravstvenih laboratorija očigledno se može zaključiti da je izvođenje operacija na današnjim instrumentima dobro. Nova generacija kliničkih analizatora je postigla jako visoku »Sigma metriku«. Korisnici zdravstvene zaštite mogu da uživaju u novoj eri napretka sa instrumentima i metodama nivoa 6 Sigma ili višim.

**Ključne reči:** Statistička kontrola kvaliteta, zdravstvene laboratorije, »šest sigma«, »Sigma metrika«

## Uvod

Cilj svake operacije ili proizvodnog sistema je dobijanje dobrog proizvoda. Proizvod može da bude usluga, informacija ili fizički objekat. Cilj kontrole kvaliteta u svakom proizvodnom sistemu je (a) eliminacija neusaglašenosti (nepodudarnosti) i njihovih posledica, (b) eliminacija ponovnog rada i »otpada« i (c) postizanje ovih ciljeva uz najnižu moguću cenu (1).

## Evolucija kontrole kvaliteta

### 1. Tradicionalna kontrola kvaliteta

Prve metode kontrole kvaliteta su se zasnivale na inspekciji koja se bavila ocenjivanjem proizvoda u procesu proizvodnje koja je vršena po dobijanju proizvoda. Iz ovoga proizilazi da se inspekcijom zasnovanoj na ocenjivanju mogu da detektuju neusaglašenosti tek po njihovom nastajanju. Vizuelna inspekcija proizvoda je dalje unapređena tako što su se pri inspekciji proizvoda koristili »šabloni« koji su bili »sledljivi« prema određenom propisanom standardu. Sledeći napredak u kontroli kvaliteta izveo je tim predvođen Shewhart-om u firmi »Bell Laboratories«. Ovaj tim je pokazao da varijacije u procesu proizvodnje mogu da se statistički prikažu i na osnovu statističkih podataka može da se identifikuje kada je proces izvan kontrole. Inspekcija koja se zasniva na statističkoj kontroli kvaliteta ima niz prednosti u poređenju sa inspekcijom koja se zasniva na ocenjivanju, zato što se zasniva na inspekciji koja koristi uzorkovanje, čime se smanjuje broj aktivnosti neophodnih za inspekciju. Primenom statističke kontrole kvaliteta dramatično je smanjen stepen dobijanja defektnih proizvoda na broj od 2 000 do 20 000 na milion dobijenih proizvoda (1).

Najbolji primer u daljem razvoju metoda statističke kontrole kvaliteta je koncept označen kao »Six Sigma«, a koji je često označen kao »Six Sigma« firme »Motorola«. Prema tradicionalnoj statističkoj kontroli kvaliteta, proces je pod kontrolom ukoliko je varijacija merena standardnom devijacijom ( $\sigma$  ili sigma) manja od jedne trećine razlike između srednje vrednosti i kontrolnih granica, odnosno ukoliko tradicionalno odstupanje između srednje vrednosti i bilo koje kontrolne granice iznosi bar  $3\sigma$ . Broj defektnih proizvoda može da se smanji 1 000 puta ukoliko bi se varijacije u procesu održavale na nivou pri kome odsto-

Sigma metrics. Customers in healthcare are going to enjoy a new era empowerment with instruments and methods that perform at 6 Sigma or higher.

**Keywords:** Statistical quality control, health laboratory, Six Sigma, Sigma metrics

janje između srednje vrednosti i kontrolnih granica iznosi jednu šestinu, odnosno da se postigne  $6\sigma$  varijacija kontrole. Šest godina posle agresivne implementacije metoda »Six Sigma« prosečan broj defektnih proizvoda u firmi »Motorola« je iznosio ~1 000 na milion dobijenih proizvoda (2).

### 2. Nova paradigma kontrole kvaliteta

Prve kompanije u Japanu koje su postavile nove standarde za kvalitet, a koji su se razlikovali od standarda na kojima se zasnivaju tradicionalne metode statističke kontrole kvaliteta rada postigle su značajno smanjenje stope dobijanja defektnih proizvoda. Ključni nedostatak pri primeni metoda statističke kontrole kvaliteta leži u činjenici da su one neefikasne u detekciji i kontroli grešaka, koje danas predstavljaju najdominantniji uzrok neusaglašenosti većine organizacionih procesa. Statističkom kontrolom kvaliteta mogu efikasno da se kontrolišu varijacije u procesu, ali ne mogu da se detektuju ili spreče greške. S obzirom da se svaki tip grešaka retko dešava, njihova frekvencija ne može da se predvidi metodama koje se zasnivaju na uzorkovanju. Ovu činjenicu su prvi prepoznali stručnjaci u firmi »Toyota« koji su pokazali da svaka greška može da se kontroliše. Međutim, da bi greške mogle da se kontrolišu, Shingo (3) je sugerisao da metode kontrole kvaliteta moraju dramatično da se promene. Zbog prirode da je pojavljivanje grešaka retko, njihova kontrola može da bude adekvatna samo ukoliko inspekcija iznosi 100%. Kao što je inspekcijom bolje da se spreče neusaglašenosti od toga da one budu detektovane, tako je najbolji način da se postigne kvalitet ukoliko se prepoznavanje i sprečavanje problema vezanih za kvalitet dešava pre nego da se čeka dok se ne pojave problemi u proizvodnji ili u laboratoriji a što je označeno kao »ispravljanje grešaka« (*mistake-proofing*).

Greške su takođe uzrok nastanka neusaglašenosti u zdravstvenim laboratorijama. Lapworth i Teal (4) navode dve studije u kojima je navedeno da se stopa laboratorijskih grešaka kreće od 0,3 do 2,3%. Proizvod zdravstvene laboratorije je izveštaj sa rezultatima određivanja koji se koriste u brizi o pacijentima. U prethodno navedenim studijama navedene greške su identifikovane u svakoj etapi procesa koji je prethodio izdavanju laboratorijskog izveštaja.

### Koncept »Six Sigma«

Ako pretpostavimo da varijacije u procesu imaju Gausovu raspodelu, onda se krajevi raspodele uzimaju za procenu očekivanih defekata. Na primer, ukoliko specifikacija za proizvod iznosi  $\pm 2 S_d$ , površina na krajevima distribucije u tom slučaju će odgovarati vrednosti od 4,5% stopi defekata, odnosno 45 400 defekata na milion (*defects per million*, DPM). Broj 4,5% ne zvuči tako loše, ali 45 400 DPM ne baš tako dobro. Odgovarajuće vrednosti za  $\pm 3 S_d$  iznosiće 0,27% ili 2 700 DPM, za  $\pm 4 S_d$  biće 0,0063% ili 63 DPM, za  $\pm 5 S_d$  iznosiće 0,57 DPM i za  $\pm 6 S_d$ , stopa defekata će biti samo 0,002 DPM.

Pomeranje ili odstupanje za 1,5 sigma dovodi do malih promena u procesu nivoa šest sigma. Nasuprot ovome, ove promene su sve veće kako se ide procesima čiji je kvalitet niži od šest sigma:

- 3,4 DPM za proces od šest sigma;
- 233 DPM za proces od pet sigma;
- 6 210 DPM za proces od četiri sigma;
- 66 807 DPM za proces od tri sigma;
- 308 537 DPM za proces od dva sigma.

Iz navedenih podataka se vidi prednost ukoliko je proces nivoa od šest sigma s obzirom da se mala pomeranja ili odstupanja u procesu mogu tolerisati bez značajnog povećanja broja defekata.

»Six Sigma« proces može da se prati primenom bilo kog postupka kontrole kvaliteta, kao na primer primenom 3  $S_d$  granica i malim brojem kontrolnih vrednosti (N) pri čemu bilo koji važan problem može da se otkrije i koriguje. Kako se mogućnosti procesa snižavaju do vrednosti od pet sigma do četiri sigma i dalje do tri sigma, izbor postupka kontrole kvaliteta dobija na važnosti kako bi važni problemi mogli da se otkriju. Proces nižih mogućnosti od tri sigma verovatno i ne može da bude kontrolisan kako bi se postigao definisani nivo kvaliteta (5, 6).

»Six Sigma« omogućava kvantitativno definisanje željenih specifikacija proizvodnog procesa, a koje su povezane sa zahtevima ili potrebama kupca. Ukoliko je šest sigma fundamentalni cilj za proces, onda i kvalitet pouzdano može da se meri i obezbeđuje na kvantitativniji način. Proces čiji nivo kvaliteta zadovoljava šest sigma daje bolje garancije da će proizvod biti u granicama zadatih specifikacija i imaće nisku stopu defekata (nepravilnosti).

### »Sposobnost« procesa

»Sposobnost« procesa predstavlja industrijski izraz koji govori o odnosu »tolerancije« specifikacije proizvoda prema odstupanju (*bias-u*) i varijaciji (standardnoj devijaciji) procesa. Procesom visoke »sposobnosti« sa velikom verovatnoćom se dobijaju proizvodi unutar dozvoljene specifikacije i obrnuto procesom

niske »sposobnosti« postoji veća mogućnost da se dobijaju defektivni proizvodi. »Sposobnost« procesa se najčešće izražava preko  $C_{pk}$  koja se izračunava kao  $C_{pk} = (\text{»tolerancija« specifikacije} - \text{odstupanje}) / 3 S_d$  (7).

U laboratorijskoj medicini »sposobnost« procesa se ispituje prilikom validacije metoda. Pri tim ispitivanjima se ne izračunava  $C_{pk}$ , već se kombinuju postojeći uticaji netačnosti i nepreciznosti pri poređenju sa dozvoljenom ukupnom greškom (*allowable total error*,  $TE_a$ ). Najčešće korišćeni kriterijumi za ukupnu grešku iznose  $TE_a > \text{odstupanje} + 4 S_d$ ,  $TE_a > \text{odstupanje} + 3 S_d$  i  $TE_a > \text{odstupanje} + 2 S_d$  (8). Na žalost, ovi kriterijumi su daleko od »sposobnosti« šest sigma procesa koji su poželjni u industrijskim procesima. Takođe, i kriterijumi koji se primenjuju u programima spoljašnje kontrole kvaliteta za prihvatanje rezultata, a za koje može da se kaže da nisu suviše zahtevni za analitičko izvođenje, pripadaju nivou od dva do tri sigma »sposobnosti« procesa. Da bi i metode koje se primenjuju u laboratorijskoj medicini postigle šest sigma nivo kvaliteta neophodna su njihova dodatna poboljšanja. »Six Sigma« menadžment kvaliteta postavlja veoma zahtevne standarde za izvođenje laboratorijskih testova (9).

### Primena »Six Sigma« u zdravstvu i laboratorijama

Iako može da se kaže da je »zdravstvo nešto drugo«, primena »Six Sigma« na karakterizaciju izvođenja procesa doprinosi stvarnom razumevanju stepena »defekata« u procesima zdravstvene zaštite. S obzirom da je danas proces zdravstvene zaštite orijentisan ka ishodu, ignorisanje loših ishoda ili »defekata« ne može da se dozvoli.

Stanje sa zdravstvenim laboratorijama je nešto jednostavnije u poređenju sa ostalim organizacionim jedinicama u zdravstvenoj organizaciji u pogledu definisanja procesa rada, merenja njegovih karakteristika, kao i rešavanja problema i kontinuiranog poboljšanja. U zdravstvenim laboratorijama proces rada može da se lakše identifikuje, dobro je definisano merenje njegovog izvođenja (na primer preko nepreciznosti i netačnosti), postoje dobro definisani postupci za sakupljane podataka o izvođenju, kao i iskustvo u primeni statističkih postupaka. Ono što nedostaje većini zdravstvenih laboratorija je usklađivanje definisanih granica tolerancije ili zahteva kvaliteta svojih procesa sa ciljem da se primeni »Six Sigma«. Takođe, primena »Six Sigma« predstavlja problem u domenu poboljšanja procesa. Poboljšanje metoda određivanja u zdravstvenim laboratorijama u velikoj meri zavisi od proizvođača opreme s obzirom da se danas većina parametara određuje na automatizovanim sistemima. Bilo kakva promena hemijskih i uslova određivanja na ovim sistemima zahteva ekstenzivnu validaciju i dokumentaciju od strane laboratorije. Generalno se ne preporučuje modifikovanje već validovanih metoda od strane proizvođača. Laboratorije mogu da uče-

stvuju u poboljšanju procesa rada ukoliko stalno unapređuju postupke kontrole kvaliteta rada čime se postižu bolje mogućnosti detekcije grešaka, a samim time se smanjuje broj »defektivnih« rezultata određivanja. Dobro dizajnirani postupci kontrole smanjuju broj »lažnih odbacivanja« čime se smanjuje broj ponovljenih određivanja skraćuje vreme izdavanje rezultata. U celokupnom procesu se postiže veće zadovoljstvo kako klijenata usluga (lekari i pacijenti), tako i osoblja. »Six Sigma« može da pomogne u održavanju procesa određivanja, poboljšanju kvaliteta i produktivnosti, kao i smanjenju troškova.

*Prevođenje zahteva o karakteristikama metoda u »Sigma metriku« – biohemijski analizatori*

U cilju pojednostavljenja »Six Sigma«, Westgard (5, 10) preporučuje primenu tzv. »Sigma metrike« (»Sigma metrics«) čime se dobija univerzalni »reper« o karakteristikama metoda određivanja parametara u zdravstvenim laboratorijama. Time se postiže karakterizacija svih procesa na »Sigma skali.« Tipične vrednosti se nalaze u intervalu od 2 do 6, pri čemu je cilj postizanje »svetske klase kvaliteta« koja iznosi 6. Ukoliko je vrednost na »Sigma skali« manja od 3, proces je tako nepouzdan da se ne može primenjivati za rutinsku proizvodnju. Takav proces košta više i zahteva dosta napora da se održava. Za prevođenje zahteva o karakteristikama metoda u »Sigma metriku« koristi se sledeća formula:

$$\text{Sigma} = (\text{TE}_a - \text{»bias«}) / \text{Kv}$$

$\text{TE}_a$  – ukupna dozvoljena greška

»bias« – odstupanje

Kv – koeficijent varijacije

Da bi se gore navedena jednačina koristila neophodni su podaci koji se dobijaju prilikom validacije metoda, a koji bi trebalo da budu sastavni deo informacija koje proizvođači biohemijskih analizatora treba da ponude zdravstvenim laboratorijama koje ih koriste. Ovi podaci mogu da se dobiju i ukoliko se validacija metode vrši u zdravstvenoj laboratoriji i obuhvataju rezultate dobijene pri ispitivanju nepreciznosti određivanja (Kv), kao i prilikom poređenja metoda (nagib, odsečak na y osi i koeficijent korelacije). Takođe su neophodni i podaci koji mogu da se dobiju iz ostalih izvora (na primer na: [www.westgard.com](http://www.westgard.com)) a uključuju zahteve za kvalitet (*Clinical Laboratory Improvement Amendments, CLIA*, klinički i biološki zahtevi), nivoe značajne za donošenje medicinskih odluka i podatke o dizajnu unutrašnje kontrole kvaliteta rada (11).

Iskustva o upotrebi biohemijskih analizatora koji su trenutno na tržištu govore da iako proizvođači ovih biohemijskih analizatora navode da oni ispunjavaju zahteve koji odgovaraju kvalitetu »Six Sigma«, to korisnike ovih analizatora ne oslobađa obaveze da ove podatke provere. Ovo treba imati u vidu posebno i zbog činjenice da proizvođači svoje podatke zasniva-

ju na ispitivanjima koja su sprovedena na manjem broju uzoraka, u kraćem vremenskom intervalu, uz korišćenje kalibratora, itd. Međutim, takođe treba naglasiti da biohemijski analizatori novije generacije mogu da postignu visoku »Sigma metriku« ukoliko se izuzmu neki parametri (natrijum, urea, CO<sub>2</sub> i direktan bilirubin) čije metode zahtevaju primenu zahtevnije unutrašnje kontrole kvaliteta rada.

### »Lean« metodologija

Koncept koji se zove »lean« metodologija je takođe kao i »Six Sigma« najpribližniji japanskoj proizvodnji, tj. Toyota proizvodnom sistemu po kome menadžeri treba da prestanu da zavise od masovne inspekcije da bi postigli kvalitet, već da se umesto toga fokusiraju na poboljšanje same proizvodnje i ugradnju kvaliteta u proizvod na samom početku.

»Lean« metodologija je filozofija organizacije koja se fokusira na redukciju sedam vrsta gubitaka – nepotrebnosti (hiperprodukcija, čekanje, transport, procesuiranje, inventar, kretanje i defekti kod gotovih proizvoda). Eliminirajući nepotrebnosti (na japanskom *muda*), kvalitet je poboljšan, vreme proizvodnje je smanjeno i cena je smanjena. »Lean alati« uključuju konstantnu procesnu analizu (*kaizen*), proizvodnju koja vuče (*kanban*) i stalno ispravljanje grešaka (*poka yoke*). Glavni principi »lean« metodologije su:

- Savršen kvalitet prvog uzorka – nepostojanje defekata, otkrivanje i rešavanje problema na samom izvoru njihovog nastanka
- Minimizacija gubitaka (*waste*) – eliminacija svih aktivnosti koje ne donose vrednost i sigurnost
- Stalni napredak – smanjenje cena, poboljšanje kvaliteta, povećanje produktivnosti i razmena informacija
- Fleksibilnost – brza proizvodnja različitih vrsta proizvoda, bez žrtvovanja efikasnosti kod nižeg obima proizvodnje
- Sklapanje i održavanje dugoročnih odnosa sa dobavljačima, podela troškova i dogovor oko razmene informacija
- Proizvodnja koja vuče: proizvodi se ono što ima vrednost za potrošača, a ne ono što proizvođač želi

»Lean« sve u svemu znači dobiti prave stvari, na pravom mestu, u pravo vreme, u pravom kvantitetu dok minimiziramo gubitke, bivamo fleksibilni i otvoreni za promene. »Lean« metodologija nije tipična za zdravstvo, gde su rasipanje – vremena, novca, zaliha i dobre volje uobičajeni problemi. Ali principi »lean« menadžmenta mogu delovati u zdravstvu u mnogome na sličan način kao i u drugim industrijama. »Lean« metodologija nije samo proizvodna taktika ili program smanjenja troškova, već organizaciona strategija koja se može primeniti na sve organizacije jer dovodi do poboljšanja procesa. Sve organizacije, uključujući i zdravstvene, sastavljene su od niza pro-

cesa, ili niza akcija koje stvaraju vrednost za onog ko ih koristi ili zavisi od njih (kupac/pacijent). Kada se primene strogo i kroz celu organizaciju, »lean« principi mogu da imaju dramatičan uticaj na produktivnost, cenu i kvalitet (11–13).

### »Lean« i »Six Sigma«

Istovremena primena metoda »lean« i Six Sigma« kako na proizvodni proces, tako i u zdravstve-

nim ustanovama dovodi do dramatičnog poboljšanja i omogućava rešavanje svih problema vezanih za proces uz korišćenje najpodesnijeg »alata«. Primena »Six Sigma« omogućava eliminaciju defektnih proizvoda, odnosno svodi ih na što manju meru, ali ne može da optimizuje tok procesa što se postiže primenom »lean« metoda. Obe metodologije su usmerene ka poboljšanju procesa (14).

*Zahvalnost.* Rad je finansiran na osnovu Ugovora br. 145010B sa MNTR Srbije.

### Literatura

- Hinckley MC. Defining the best quality-control systems by design and inspection. *Clin Chem* 1997; 43: 873–9.
- Hinckley CM, Barkan P. The role of variation, mistakes, and complexity in producing nonconformities. *J Qual Technol* 1995; 27: 242–9.
- Shingo S. Zero quality control: source inspection and the poka-yoke system 1986: 1–60 Productivity Press Cambridge, MA.
- Lapworth R, Teal TK. Laboratory blunders revisited. *Ann Clin Biochem* 1994; 31: 78–84.
- Westgard JO. Six Sigma quality design and control. Madison, WI: Westgard QC, Inc., 2001.
- Ignjatović S. Primena »šest sigma« nivoa kvaliteta u laboratorijskoj medicini. *Jugoslav Med Biochem* 2004; 23: 85–7.
- Chesher D, Burnett L. Equivalence of critical error calculations and process capability index Cpk. *Clin Chem* 1997; 43: 1100–1101.
- Westgard JO. The decision on method performance. U Basic method validation. Madison, WI: Westgard QC, Inc., 1999, 125–134.
- Nevalainen D, Berte L, Kraft C, Leigh E, Morgan T. Evaluating laboratory performance on quality indicators with the six sigma scale. *Arch Pathol Lab Med* 2000; 124: 516–519.
- www.westgard.com/lesson78.htm
- Westgard JO, Klee GG. Quality management. Burtis CA Ashwood ER Bruns DE eds. Tietz textbook of clinical chemistry and molecular diagnostics 2006:485–529 Elsevier Saunders St. Louis, MO.
- Napoles L, Quintana M. Developing a lean culture in the laboratory. *Clin Leadersh Manag Rev* 2006; 20: E4.
- Panning R. Using data to make decisions and drive results: a LEAN implementation strategy. *Clin Leadersh Manag Rev* 2005; 19: E4.
- Bartel M. Case study: improving efficiency in a large hospital laboratory. *Clin Leadersh Manag Rev* 2004; 18: 267–72.
- Sunyog M. Lean Management and Six-Sigma yield big gains in hospital's immediate response laboratory. Quality improvement techniques save more than \$400,000. *Clin Leadersh Manag Rev* 2004; 18: 255–8.

*Rad primljen: 15. 01. 2007.*

*Prihvaćen za štampu: 25. 03. 2007.*