

**PREGLED STATISTIČKIH I NJIMA SAGLASNIH UPRAVLJAČKIH
PROCEDURA I TEHNIKA KOD ANALIZE KVALITETA
PROIZVODNIH PROCESA**

**SURVEY OF STATISTICAL AND COMPATIBLE MANAGEMENT
PROCEDURES AND TECHNIQUES IN PROCESS QUALITY
CONTROL**

**mr Emina Resić, viši asistent na predmetu Statistika
Ekonomski fakultet u Sarajevu
Sarajevo**

Ključne riječi: statistička kontrola procesa, kontrolna karta, numeričke karakteristike kvaliteta, atributivne karakteristike kvaliteta, CUSUM karta, EWMA karta, kratke proizvodne serije, višestruki proces

REZIME:

Ovaj rad ima dva cilja. Prvi cilj je da predstavi osnovni problem kojim se bavi statistička kontrola kvaliteta i opiše statističku bazu za konstrukciju kontrolnih karti. Čitalac će vidjeti kako izbor karakteristike kvaliteta, veličine uzorka, intervala povjerenja ili određivanje kontrolnih granica određuju izbor kontrolne karte i njezinih karakteristika. Drugi cilj je razmatranje ekonomskih i praktičnih koristi od statističke kontrole procesa.

Key words: Statistical Process Control (SPC), Control Chart, Variables, Attributes, CUSUM Chart, EWMA Chart, Short Production Runs, Multivariate Process

SUMMARY:

This paper has two objectives. The first is to present basic problem of SPC and describe the statistical foundations of control charts. The reader will see how decisions about quality characteristic, sample size, sampling interval and placement of control limits affect the type and the performance of a control chart. The second objective is to discuss about possible economic and practical issues in the implementation of SPC.

1. UVOD

Kontrola kvaliteta može se definisati kao sistem i proces koji se koristi da bi se dostigao željeni nivo kvaliteta proizvoda ili usluge. Taj zadatak može se ostvariti primjenom različitih mjera, kao što su: planiranje, dizajn, upotreba odgovarajuće opreme i procedura, inspekcija, provođenje korektivne akcije u slučaju značajnog odstupanja relevantne karakteristike proizvoda ili usluge od postavljenih limita i standarda. Deskriptivna statistika raspolaže vrlo jednostavnim tehnikama koje mogu poslužiti da se varijabilitet u kretanju posmatranih karakteristika kvaliteta izrazi kvantitativno, ako raspolažemo reprezentativnim uzorkom podataka o toj karakteristici. Inferencijalna statistika daje mogućnost da se dođe do željenih

zaključaka o nepoznatim parametrima proizvoda ili procesa na osnovu informacija sadržanih u takvom uzorku.

2. STATISTIČKE OSNOVE ZA IMPLEMENTACIJU STATISTIČKE KONTROLE PROCESA I KONSTRUISANJE KONTROLNIH KARTI

Kontrolna karta je obrazac za grafičko prikazivanje vrijednosti koje se dobijaju ispitivanjem neprekidnog niza uzoraka i koje se nakon upisivanja na kontrolnu kartu upoređuju sa kontrolnim granicama i ako je potrebno sa granicama upozorenja, sve sa svrhom upravljanja kvalitetom. Kontrolne karte predstavljaju tehniku za on-line posmatranje procesa, mogu poslužiti za ocjenu parametara proizvodnog procesa i time dati mogućnost da se odredi sposobnost procesa.

Generalni model konstrukcije kontrolne karte:

Neka je S neki parametar¹ iz uzorka² koji se vezuje za određenu karakteristiku kvaliteta, čija je očekivana vrijednost jednaka μ_s i standardna devijacija je σ_s . *Centralna linija (CL)* predstavlja prosječnu vrijednost datog parametra karakteristike kvaliteta koja odgovara stanju "pod kontrolom", kada su prisutni samo slučajni izvori varijabiliteta u procesu. *Donja i gornja kontrolna granica (DKG i GKG)* određuju se tako da ako je proces u stanju "pod kontrolom" sve tačke za taj parametar iz uzoraka nalaze se između kontrolnih granica:

$$DKG = \mu_s - L \cdot \sigma_s$$

$$CL = \mu_s \quad \dots(1)$$

$$GKG = \mu_s + L \cdot \sigma_s$$

gdje je L "rastojanje" između kontrolne granice i centralne linije, izraženo u jedinicama standardne devijacije. Za kontrolne granice uglavnom se koristi $L=3$.

Ako se tačka tog parametra iz nekog uzorka na kontrolnoj karti nađe van kontrolnih granica (za i -ti uzorak $S_i \notin [DKG; GKG]$) smatra se da je proces izvan kontrole i mora se poduzeti korektivna akcija da se otkriju i eliminišu uzroci takvog stanja.

Izbor kontrolne karte zavisi od karakteristika procesa. Tip Stewhartovih kontrolnih karti najopravdanije je koristiti za procese kod kojih podaci variraju oko fiksirane sredine po stabilnom ili predvidivom ritmu (stacionarno ponašanje i nekorelirani podaci), jer tada daju najbolje rezultate. Stewhartove kontrolne karte imaju dugu istoriju primjene u industriji, i postoji više razloga za njihovo korištenje:

- One su potvrđena tehnika za povećanje produktivnosti (reduciraju otpad i potrebu za doradom što povećava produktivnost, snižava troškove i povećava proizvodne kapacitete).
- Efikasne su u prevenciji škarta jer pomažu da se proces održi " pod kontrolom", što je konzistentno sa filozofijom: uradi kako treba iz prvog pokušaja.
- Zaštita su od nepotrebnih usaglašavanja procesa jer odvajaju prenešene i slučajne uzroke variranja, što je konzistentno filozofiji: ako nije polomljeno, ne popravljaj.
- Obezbeđuju dijagnostičke informacije.
- Analiza koja obuhvata grafičko praćenje podataka u redosljedu proizvodnje vrlo jednostavno otkriva trendove po vremenu koji bi inače bili prikrivene sa ostalim grupisanjima podataka .
- Obezbeđuju informacije o sposobnosti procesa odnosno o vrijednosti važnih parametara procesa i o njihovoj stabilnosti u vremenu.

¹ prosjek, raspon varijacije, standardna devijacija

² Pretpostavimo da raspoložemo sa m uzoraka, od kojih svaki sadrži n observacija.

- Proces u stanju statističke kontrole odvija se sa manje varijabilnosti nego proces koji ima neuobičajene (posebne) uzroke varijabiliteta. Manja varijabilnost je važan dio konkurentskih prednosti.

3. KORACI KOJE TREBA SLIJEDITI PRI UVOĐENJU STEWHART-OVIH KONTROLNIH KARTI

- 1) Izbor karakteristike kvaliteta koju treba pratiti prva je stavka koju treba pažljivo analizirati.

Kod tog izbora važno je pratiti sljedeće:

- a) Dati prednost karakteristikama koje se trenutno javljaju sa najviše nedostatataka.
- b) Odrediti uslove u procesu koji doprinose krajnjoj formulaciji praćene karakteristike.
- c) Odabrati metode mjerenja koje će dati bazu sa potrebnom vrstom podataka za pravu dijagnozu problema. Podaci o atributivnim karakteristikama pružaju sažetu informaciju (npr % neispravnih proizvoda), pa ih treba dopuniti podacima o numeričkim karakteristikama da se dijagnosticiraju uzroci.
- d) Odrediti prvu tačku u proizvodnom procesu u kojoj je moguće izvršiti ispitivanje i dobiti informaciju o prenosivim uzrocima. Na taj način karta može poslužiti kao aktivan uređaj koji rano upozori na mogućnost nastanka nadostatataka.

- 2) Izbor vrste kontrolne karte zavisno od vrste karakteristike kvaliteta koju pratimo.

Ako imamo numeričku karakteristiku kvaliteta, dobijenu mjerenjem mogu se koristiti Stewhart-ove kontrolne karte za praćenje numeričkih veličina. Poželjno ih je koristiti u sljedećim situacijama:

- uvodi se novi proces ili se novi proizvod proizvodi sa postojećim procesom
- proces je u opticaju neko vrijeme, ali su stalno prisutni problemi i nemoguće je držati ga u granicama tolerancije. Dakle, proces je problematičan i kontrolne karte trebaju dati dijagnostičke informacije
- ako su procedure testiranja jako skupe ili imamo destruktivno testiranje koje uništava proizvod
- da bi se reducirala potreba za kontrolom gotovih proizvoda
- već su korištene karte za atributivne karakteristike i nisu dale rezultat
- specifikacije su jako zgnusnute ili su poželjne njihove izmjene
- operater mora odlučivati kada treba prilagoditi proces
- stalno se treba demonstrirati stabilnost i sposobnost procesa.

Ako imamo atributivnu (kvalitativnu) karakteristiku kvaliteta, dobijenu prebrojavanjem mogu se koristiti Stewhart-ove kontrolne karte za praćenje atributivnih veličina. Poželjno ih je koristiti u sljedećim situacijama:

- neophodno je reducirati "ispade" procesa iz stanja kontrole
- kontrola operatora je prenešeni (kontrolisani) uzrok varijabiliteta
- kvalitet proizvoda se izražava u obliku pojavljivanja loših proizvoda
- ne mogu se obezbjediti numerički podaci i nije moguće konstruisati numeričke karte³

³ atributivne karte su inferiorne u odnosu numeričke karte i kada je god moguće treba konstruisati numeričke karte

Tabela 1: Shewhart-ove kontrolne karte.

	Područje primjene	Prednosti i nedostaci
Kontrolne karte za \bar{X} i RV	Ako karakteristika kvaliteta varijabla normalno raspoređena sa očekivanjem μ i devijacijom σ i kada je karakteristika kvaliteta u relativno uskim granicama tolerantnog polja.	<p>Prednosti:</p> <ul style="list-style-type: none"> - omogućava maksimalno korištenje informacija koje se mogu dobiti iz podataka i koristi potpunu prednost ocjene na bazi matematičke statistike - daje detaljnu informaciju o prosjeku i varijaciji procesa za kontrolu pojedinih dimenzija ili karakteristika kvaliteta. <p>Nedostaci:</p> <ul style="list-style-type: none"> - nerazumljive su ako onaj ko ih koristi nema solidno predznanje - mogu uzrokovati zabunu u razlikovanju kontrolnih granica i granica tolerancije - ne može se koristiti sa da/ne vrstom podataka - ako se uzimaju veći uzorci ili varira veličina uzorka, ovaj metod gubi na efikasnosti
Kontrolne karte za \bar{X} i σ	Ako se uzimaju veći uzorci ($n > 10$) ili varira veličina uzorka, jer tada metod ocjene preko raspona variranja gubi na efikasnosti.	<p>Prednosti:</p> <ul style="list-style-type: none"> - zamjenjuju predhodnu varijantu kontrolnih karti za \bar{X} i RV u slučaju kada one nisu dovoljno efikasne. - u procesu proizvodnje kod kog je trajanje operacije duže i prisutan je veći varijabilitet, to jeste kada su potrebni što pouzdaniji podaci i kada je potreban što veći uzorak za detaljan uvid u rezultate, ova karta je najprikladnija <p>Nedostaci:</p> <ul style="list-style-type: none"> - komplikovanost izračunavanja standardne devijacije
Shewhart-ove karte za pojedinačna mjerenja	Ako uzorak ima samo jednu observaciju.	<p>Prednosti:</p> <ul style="list-style-type: none"> - poželjno ju je koristiti u sljedećim slučajevima: ili automatska kontrola i mjerenje i pa se svaka proizvedena jedinica analizira ili je vrijeme proizvodnje jedne jedinice dugo, pa bi bio problem čekati da se formira uzorak sa više jedinica ili se višestruka mjerenja vrše na istoj jedinici... <p>Nedostaci:</p> <ul style="list-style-type: none"> - obzirom da činjenicu da je statistika bazirana na masovnim pojavama, uvijek se zaključak donosi sa određenom dozom «rezerve»
Kontrolna karta za praćenje udjela loših jedinica - p kontrolna karta	Kontrola ukupnog udjela neispravnih proizvoda u procesu	<p>Prednosti:</p> <ul style="list-style-type: none"> - traženi podaci se mogu dobiti iz kontrolnih izvještaja - lako razumljiva i daje cjelokupnu sliku kvaliteta <p>Nedostaci:</p> <ul style="list-style-type: none"> - ne nudi detaljnu informaciju za kontrolu pojedinih karakteristika kvaliteta - ne evidentira različite nivoe nedostataka i oštećenja
Kontrolna karta za prosječan broj defekata po jedinici - u karta	Lošim proizvodom se smatra onaj proizvod koji po jednoj ili više karakteristika kvaliteta ne odgovara specifikaciji ili standardu, pa je cilj pratiti prosječan broj defekata po jedinici proizvoda.	<p>Prednosti:</p> <ul style="list-style-type: none"> - lako razumljiva - daje sliku ili mozaik nivoa kvaliteta prateći sve nedostatke karakteristika kvaliteta <p>Nedostaci:</p> <ul style="list-style-type: none"> - ne nudi detaljnu informaciju za kontrolu pojedinih karakteristika kvaliteta

Kontrolna karta za broj defekata na jedinici proizvoda - c karta	Kontrola ukupnog broja nedostataka po jedinici proizvoda	Prednosti: - lako razumljiva - daje sliku ili mozaik nivoa kvaliteta prateći sve nedostatke karakteristika kvaliteta Nedostaci: - ne nudi detaljnu informaciju za kontrolu pojedinih karakteristika kvaliteta
---	--	---

- 3) Odlučivanje o centralnoj liniji koju treba upotrijebiti i osnovi za računanje kontrolnih granica. Centralna linija može biti prosjek prošlih podataka ili može biti željeni prosjek (neka standardna vrijednost). Granice se obično postavljaju na 3 standardna odstupanja.
- 4) Izbor «racionalne podgrupe». Svaka tačka na kontrolnoj karti predstavlja uzorak koji se sastoji od nekoliko observacija. Sa ciljem kontrole procesa, podgrupe treba odabrati tako da unutar grupe postoji što viša sličnost, a između grupa različitost.
- 5) Obezbjedenje sredstava za prikupljanje podataka. Instrumenti za indikaciju moraju biti tako konstruisani da daju brza i pouzdana očitavanja, a idealno je da mogu zapisati ono što pokazuju. Mjerenja se moraju pojednostaviti i održavati bez greške. Radni uslovi su važan faktor.
- 6) Izračunavanje kontrolnih granica i kreiranje posebnih uputstava za tumačenje rezultata.

Tabela 2: Obrasci za izračunavanje kontrolnih granica.

Kontrolne karte za \bar{X} i RV	$DKG = \bar{\bar{X}} - A_2 \cdot \bar{RV} \qquad DKG = D_3 \cdot \bar{RV}$ $\bar{X} \text{ karta: } CL = \bar{\bar{X}} \qquad , RV \text{ karta: } CL = \bar{RV} \qquad ,$ $GKG = \bar{\bar{X}} + A_2 \cdot \bar{RV} \qquad GKG = D_4 \cdot \bar{RV}$ $\bar{X}_i = \frac{\sum_{j=1}^n x_j}{n}, \bar{\bar{X}} = \frac{\sum_{i=1}^m \bar{X}_i}{m}, RV_i = x_{\max,i} - x_{\min,i} \Rightarrow \bar{RV} = \frac{\sum_{i=1}^m RV_i}{m} \qquad \dots(2)$
Kontrolne karte za \bar{X} i σ	$DKG = \bar{\bar{X}} - A_3 \cdot \bar{\sigma}_u \qquad DKG = \bar{\sigma}_u - 3 \cdot \frac{\bar{\sigma}_u}{c_4} \sqrt{1 - c_4^2} = B_3 \cdot \sigma$ $\bar{X} \text{ karta: } CL = \bar{\bar{X}} \qquad , \sigma \text{ karta: } CL = \bar{\sigma}_u$ $GKG = \bar{\bar{X}} + A_3 \cdot \bar{\sigma}_u \qquad GKG = \bar{\sigma}_u - 3 \cdot \frac{\bar{\sigma}_u}{c_4} \sqrt{1 - c_4^2} = B_4 \cdot \sigma$ <p>...(3)</p>
Shewhart-ove karte za pojedinačna mjerenja	$DKG = \bar{\bar{X}} - 3 \cdot \frac{\bar{PRV}}{d_2}$ $CL = \bar{\bar{X}} \qquad , PRV_i = x_i - x_{i-1} \Rightarrow \bar{PRV} = \frac{\sum_{i=2}^m PRV_i}{m-1} \qquad \dots(4)$ $GKG = \bar{\bar{X}} + 3 \cdot \frac{\bar{PRV}}{d_2}$

Kontrolna karta za praćenje udjela loših jedinica - p kontrolna karta	$DKG = \bar{p} - 3 \cdot \sqrt{\frac{\bar{p} \cdot (1 - \bar{p})}{n}}$ $CL = \bar{p}$ $DKG = \bar{p} + 3 \cdot \sqrt{\frac{\bar{p} \cdot (1 - \bar{p})}{n}}$ $\hat{p}_i = \frac{L_i}{n}, \bar{p} = \frac{\sum_{i=1}^m L_i}{m \cdot n} = \frac{\sum_{i=1}^m \hat{p}_i}{m} \quad \dots(5)$
Kontrolna karta za prosječan broj defekata po jedinici proizvoda - u karta	$DKG = \bar{u} - 3 \cdot \sqrt{\frac{\bar{u}}{n}}$ $CL = \bar{u}$ $GKG = \bar{u} + 3 \cdot \sqrt{\frac{\bar{u}}{n}}$ $u = \frac{x}{n}, \bar{u} = \frac{\sum_{i=1}^m u_i}{m} \quad \dots(6)$
Kontrolna karta za broj defekata na jedinici - c karta	$DKG = \bar{c} - 3 \cdot \sqrt{\bar{c}}$ $CL = \bar{c}$ $GKG = \bar{c} + 3 \cdot \sqrt{\bar{c}}$ $\bar{c} = \frac{\text{broj defekata u svih } m \text{ uzoraka}}{m} \quad \dots(7)$

4. OSTALE STATISTIČKE PROCEDURE ZA SPC

4.1. CUSUM karte

Cusum karte ili karte kumulativnih suma se koriste u situacijama kada su važna mala odstupanja.

Neka su kompletirani uzorci veličine $n \geq 1$ i neka je $\bar{X}_i = \frac{\sum_{j=1}^n x_j}{n}$ prosjek za i -ti uzorak. Ako je

μ_0 ciljna vrijednost za prosjek procesa, za j -ti uzorak se računa $C_j = \sum_{i=1}^j (\bar{X}_i - \mu_0)$ ili rastuća

kumulativna suma odstupanja od μ_0 zaključno sa j -tim uzorkom. Kako se kombinuju informacije iz više uzoraka, to je ova karta efikasna za otkrivanje malih odstupanja. Ako je na ovoj karti trend kretanja tački rastući ili opadajući to je znak da je pomjeren prosjek procesa i da treba naći uzrok u okviru prenešenih faktora.

Postoje dva načina predstavljanja kumulativnih suma: tabelarno ili grafički (V-mask). Preferira se tabelarni prikaz, jer je V maska čak i vizuelno komplikovan prikaz.

Neka je x_i i -ta observacija procesa. Ako je proces pod kontrolom ono ima normalnu distribuciju sa očekivanjem μ_0 i devijacijom σ . Tabelarna kumulativna suma funkcioniše kroz akumuliranje odstupanja od μ_0 koja su iznad ciljne vrijednosti kroz parametar C^+ i akumuliranje odstupanja od μ_0 koja su ispod ciljne vrijednosti kroz parametar C^- .

Parametri C^+ i C^- su jednostrana gornja i donja kumulativna suma.

$$\begin{aligned} C_i^- &= \max[0, (\mu_0 + K) - x_i + C_{i-1}^-] \\ C_i^+ &= \max[0, x_i - (\mu_0 + K) + C_{i-1}^+] \end{aligned} \quad \dots(8)$$

⁴ L_i - broj neispravnih proizvoda u uzorku

⁵ x - broj defekata ili mana u uzorku

gdje su početne vrijednosti $C_0^+ = C_0^- = 0$ i $K = \frac{|\mu_1 - \mu_0|}{2}$ i μ_1 je vrijednost prosjeka u situaciji van kontrole. Ako jedna od ove dvije kumulativne sume pređe preko granice $H = 5 \cdot \sigma$, smatra se da je proces van kontrole i potrebna je reakcija.

Standardizirana vrijednost za x_i je $y_i = \frac{x_i - \mu_0}{\sigma}$. V maska se primjenjuje na sukcesivne

vrijednosti parametara kumulativne sume: $C_i = \sum_{j=1}^i y_j = y_i + C_{i-1}$. Ako sve predhodne

kumulativne sume leže između dva kraka V maske proces je u stanju pod kontrolom, ako bilo koja od njih izađe van navedenih okvira, proces je van kontrole.

4.2. EWMA karte

EWMA karte su karte eksponencijalno vaganih pokretnih prosjeka. Kao i Cusum karte služe u svrhu reakcije na mala odstupanja kod procesa gdje je to neophodno.

Eksponencijalno ponderisani pokretni prosjek se izračunava sljedećom relacijom $z_i = \lambda \cdot x_i + (1 - \lambda) \cdot z_{i-1}$, $0 < \lambda \leq 1$, $z_0 = \mu_0$, čija je varijansa $\sigma_{z_i}^2 = \sigma^2 \cdot \left(\frac{\lambda}{2 - \lambda}\right) \cdot [1 - (1 - \lambda)^{2i}]$.

Karta se konstruiše ucrtavanjem z_i u odnosu na broj uzoraka i (ili vrijeme). Kontrolne

$$DKG = \mu_0 - L \cdot \sigma \cdot \sqrt{\left(\frac{\lambda}{2 - \lambda}\right) \cdot [1 - (1 - \lambda)^{2i}]}$$

granice su: $CL = \mu_0$... (9)

$$GKG = \mu_0 + L \cdot \sigma \cdot \sqrt{\left(\frac{\lambda}{2 - \lambda}\right) \cdot [1 - (1 - \lambda)^{2i}]}$$

Upotreba ove karte preporučuje se za :

- individualna mjerenja, jer je to slobodna procedura oslobođena teorijskih distribucija
- slučaj kad se distribucija ne ponaša po obrascu normalne raspodjele.

4.3. Statistička kontrola procesa za kratke proizvodne serije

DNOM kontrolna karta koristi odstupanja mjerene varijable od nominalne vrijednosti $x_i = M_i - T_A$, gdje je T_A nominalna vrijednost i M_i aktuelno mjerenje iz uzorka. Za novu varijablu X treba izračunati \bar{X} i RV i konstruisati kontrolne karte za te parametre. Problem je što se radi pod pretpostavkom da je standardna devijacija aproksimativno ista za sve dijelove.

4.4. Kontrolne karte za procese sa višestrukim tokovima

Kod mjerenja sa više pojedinačnih izvora ili tokova koristimo karte za višestruke procese. Kada je proces pod kontrolom, pretpostavlja se da su svi izvori ili tokovi identični. Mogu se koristiti grupne kontrolne karte, gdje se sa svakog izvora uzima po jedan uzorak iste veličine i na bazi određenog broja nizova takvih uzoraka se konstruiše karta za \bar{X} i RV . U slučaju zavisnih tokova imamo mjerenje $x_{ijk} = \mu + A_i + \varepsilon_{ijk}$ kao k -to mjerenje na j -tom izvoru u vremenu t^6 .

⁶ Tada važi da $A_i \approx N(0, \sigma_a^2)$ predstavlja odstupanje sredina preko svih izvora u vremenu t od ciljnog μ i da $\varepsilon_{ijk} \approx N(0, \sigma^2)$ predstavlja odstupanje k -tog mjerenja na j -tom izvoru od očekivanja procesa preko svih izvora u vremenu t . Korelacija za bilo koji par izvora biće $\rho = \frac{\sigma_a^2}{\sigma_a^2 + \sigma^2}$.

5. ZAKLJUČAK

Kontrolne karte imaju široku upotrebu da uvedu i održe statističku kontrolu procesa. Također, one su efikasno sredstvo za ocjenu parametara procesa, posebno u studijama sposobnosti procesa. Korištenje kontrolnih karti zahtjeva da onaj ko ih koristi selektira veličinu uzorka, učestalost uzimanja uzorka (ili interval među uzorcima) i kontrolne granice. Izbor ove tri navedene stavke smatra se dizajnom kontrolne karte.

Kada uporedimo troškove direktno vezane za implementaciju kontrolnih karti i troškove koji nastaju sa pojavom neispravnih proizvoda ako nema kontrole i monitoringa procesa zaključak je sljedeći: **jako je važno blagovremeno i na pravi način uvesti kontrolne karte kao vrlo važan alat prevencije u okviru kontrole i unapređenja kvaliteta, jer u ekonomskom smislu dugoročno obezbjeđuju uštedu, pouzdanost i sigurnost.**

6. LITERATURA

- [1] Berenson, M.L., Levine, D.M., Krehbiel, T.C: Basic Business Statistics: Concepts and Applications, Prentice Hall, New Jersey, 2002.
- [2] Juran, J.M., Gryna, F.M.: Planiranje i analiza kvalitete, Mate, Zagreb, 1999.
- [3] McClave, J.T., Benson P.G., Sincich T.: A First Course in Business Statistics, Prentice Hall, Inc., New Jersey, 2001.
- [4] Mitra A.: Fundamentals of Quality Control and Improvement, Paerson Education, New Yersey, 2000.
- [5] Montgomery, D.C.: Intraduction to Statistical Quality Control, John Wiley & Sons, Inc., New York, 2001.
- [6] Schroeder R.G.: Upravljanje proizvodnjom: Odlučivanje u funkciji proizvodnje, Mate, Zagreb, 1999.