

**PRIMJENA QUALITY CONTROL CHARTS ALATA U PROGRAMU
STATISTICA 4.3 ZA STATISTIČKU KONTROLU PROIZVODNOG
PROCESA**

**APPLICATION OF STATISTICA 4.3 QUALITY CONTROL CHARTS
TOOL FOR THE STATISTICAL CONTROL OF PRODUCTION**

**Dr. Dževad Zečić, docent,
Dr. Sabahudin Ekinović, docent
Univerzitet u Sarajevu
Mašinski fakultet
Fakultetska 1. Zenica
Bosna i Hercegovina**

Ključne riječi: Kontrola kvaliteta, kontrolne karte, kontrolne granice

REZIME

U radu je prikazana tehnika određivanja kontrolnih granica kod statističke kontrole proizvodnog procesa uz pomoć \bar{x} i \bar{R} karti. U slučaju nestabilnosti proizvodnog procesa ukazano je na slučajeve kada treba intervenirati, i na koji način, da bi se proces stabilizirao. U primjeru je korišten statistički software pod nazivom Statistica 4.3 koja sadrži opciju Quality Control Charts. Ovaj primjer pokazuje veliku nestabilnost proizvodnog procesa. Uz pomoć statističkog paketa pokazan je način stabiliziranja proizvodnog procesa u datom primjeru..

Keywords: Quality control, Control charts, Control limits

SUMMARY

An approach to determination of control limits in manufacturing process statistical control by \bar{x} and \bar{R} charts is presented in this paper. In case of manufacturing process instability the events when intervention is necessary and the ways for overcoming the instability are pointed out. The statistical software Statistica 4.3, that is Quality Control Charts tool, was used to solve the problem. The example of manufacturing process represented here expresses a case with great process instability. By use of the mentioned statistical software a possible way for stabilisation of the manufacturing process is illustrated.

1. UVOD

Sistemsom kontrolom proizvodnje putem uzoraka može se pratiti kvalitet toka proizvodnje ili varijabilnost od standardne mjere. Unaprijed se utvrdi jedna granica tolerantosti neispravnih proizvoda ili varijabilnost od standardne mjere. Ako se proizvodnja odvija u tim okvirima, smatra se da je pod kontrolom. Kada podaci uzorka ili uzoraka ukazuju da postoje odstupanja preko

granice tolerantnosti, tada se traže uzroci i preduzimaju mjere da se poremećaji otklone i proces proizvodnje stavi pod kontrolu. Kontrolna karata je osnovni instrument pomoću koga se sprovodi statistička kontrola proizvodnog procesa. Prema tome, statistička kontrola kvaliteta koja regulira tekuću proizvodnju, podrazumjeva statističku kontrolu tekuće proizvodnje u cilju intervencije kad proces proizvodnje izađe izvan propisanih kontrolnih granica.

2. TEHNIKA KONTROLNIH GRANICA

Ovdje će biti razmatrana karta srednjih vrijednosti ili " \bar{x} " koja se zasniva na konstrukciji kritične oblasti testa značajnosti koji se odnosi na hipotezu o matematičkom očekivanju. Ova procedura testiranja je upotpunosti uprošćena primjenom kontrolnih karti " \bar{x} ", u kojim se kao ordinata nanose srednje vrijednosti \bar{x} periodično uzetih proba obima n i na kojima je kritična oblast odvojena paralelnim horizontalnim pravama.

Donja granica je:

$$K_d = m_0 - z_{1-\alpha} \frac{\sigma}{\sqrt{n}}, \quad (1)$$

a gornja granica:

$$K_g = m_0 + z_{1-\alpha} \frac{\sigma}{\sqrt{n}}. \quad (2)$$

Ukoliko su u nizu uzetih proba srednje vrijednosti x između granica K_d i K_g , proces proizvodnje je stabilan, a ukoliko x pređe iznad K_g ili ispod K_d , proces proizvodnje je van kontrolnog stanja i zahtjeva reguliranje. Tada se obično prekontroliraju svi proizvodi od prethodne zadovoljavajuće probe. Kontrolne granice K_g i K_d ovise od parametara m_0 i σ , od praga značajnosti α (to je vjerovatnoća greške prvog tipa) i od obima probe n . U praksi se obično uzimaju dvije vrijednosti $\alpha = 0,0027$, tad je $z_{0,9973} = 3$ i $\alpha = 0,01$ i tada je $z_{0,99} = 2,576$. Često se u kartu unose i takozvane upozoravajuće granice U_d i U_g čije prelaženje upozorava kontrolora na povećanu pažnju. Obično se izračunavaju za $\alpha = 0,05$, odnosno $z_{0,95} = 1,96$.

Parametri m_0 i σ^2 uglavnom nisu poznati. Trebalo bi nepoznate parametre zamjeniti njihovim ocjenama. U praksi se češće koriste druge ocjene i time je računski dio jednostavniji. U svakoj prethodnoj probi određuje se raspon i aritmetička sredina:

$R_i = \max x_{i,j} - \min x_{i,j} (1 \leq j \leq n)$, odnosno $\bar{R} = \frac{1}{k} \sum_{i=1}^k R_i$. Može se pokazati da je $E(\bar{R}) = \gamma \cdot \sigma$, gdje je

γ određen broj koji zavisi od obima probe n . Dakle, σ se ocjenjuje sa $\frac{\bar{R}}{\gamma}$. Za ocjenu m_0 se

uzima $\bar{x} = \frac{1}{k} \sum_{i=1}^k \bar{x}_i$. Praktično se granice određuju prema formulama:

$$K_{g,d} = \bar{x} \pm A_3 \bar{R}, \quad A_3 = \frac{3}{\sqrt{n}\gamma} \quad (K_{g,d} = \bar{x} \pm A_{2,576} \bar{R}, \quad A_{2,576} = \frac{2,576}{\sqrt{n}\gamma}). \quad (3)$$

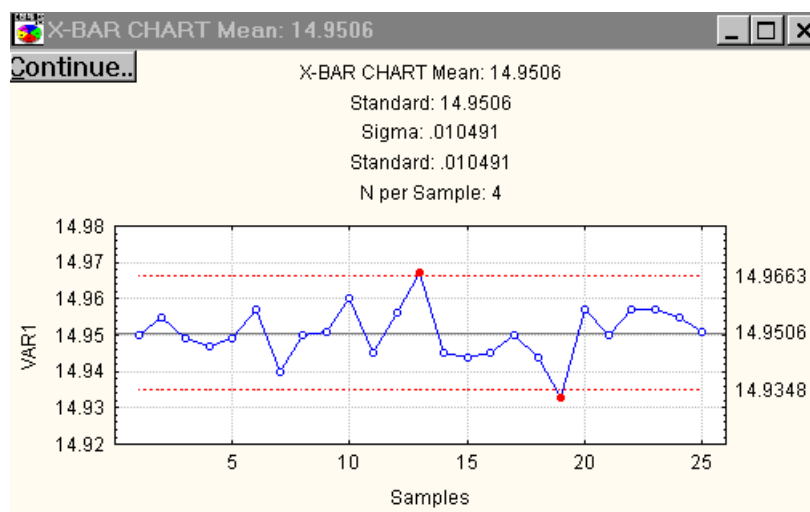
U tablicama se nalaze vrijednost koeficijenta A_3 ($A_{2,576}$) koji služi za određivanje kontrolnih granica za $\alpha = 0,0027$ ($\alpha = 0,01$).

3. PRIMJER

U odjeljenju automata obrađuje se velika serija radnih predmeta na kojima se kontrolira dimenzija $\phi 15^{e9}$ ($\phi 15^{-0,075}$ mm) [3]. Da bi se utvrdilo da li se na određenom automatu postiže propisana norma kvaliteta (tačnost) izvlači se 25 uzoraka od po 4 radna komada (izratka). Uzorci se izvlače, prema planu kontrole, u određenim vremenskim intervalima. Mjerenjem dobijena odstupanja u μm iznad 14,9 mm pojedinih izradaka prikazana su u tabeli 1. Potrebno je vršiti kontrolu dimenzija radnih predmeta pomoću kontrolnih karti.

TABELA 1. PODACI MJERENJA ZA 25 UZORAKA SA PO 4 IZRATKA.

Red. broj uzorka	Redni broj izratka				Red. broj uzorka	Redni broj izratka			
	1	2	3	4		1	2	3	4
1	45	55	48	52	15	45	38	53	40
2	60	66	50	44	16	54	46	35	47
3	70	36	50	40	17	49	40	60	51
4	39	57	45	49	18	42	44	47	43
5	60	49	40	47	19	31	42	32	27
6	61	49	45	75	20	75	43	55	55
7	37	47	38	38	21	44	65	35	56
8	50	60	40	50	22	67	67	47	47
9	65	37	45	57	23	47	43	39	43
10	45	75	50	70	24	50	40	75	55
11	39	54	36	51	25	40	65	49	50
12	69	49	63	43					
13	80	60	78	52					
14	59	39	45	37					



SLIKA 1. PRINTOUT \bar{x} -KONTROLNE KARTE U PROGRAMAU STATISTICA 4.3.

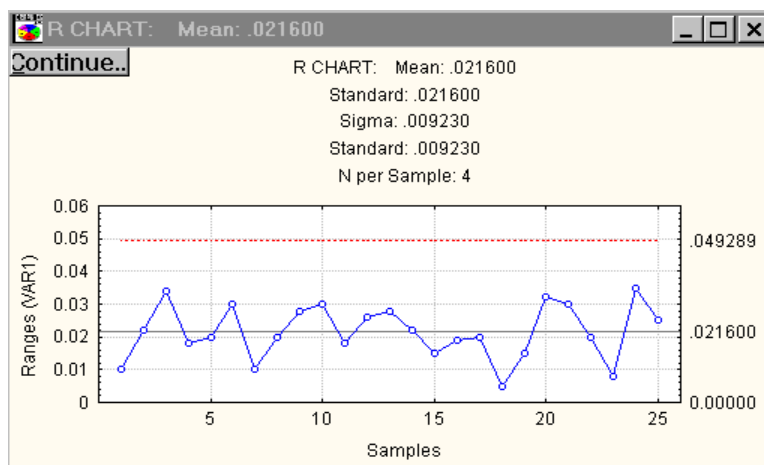
Za rješavanje ovog primjera korišten je statistički paket pod nazivom Statistica 4.3 koji sadrži opciju Quality Control Charts. Za ulazne podatke koji su dati u tabeli 1 proračunavaju se srednje vrijednosti uzoraka (\bar{x}), rasponi uzoraka (R) i veličina uzorka (N). Tabela 2 predstavlja output proračuna korištenjem navedenog statističkog paketa.

TABELA 2. PRORAČUNI ZA \bar{x} , R I N.

\bar{x}	R	N
14.950	.010	4.000
14.955	.022	4.000
14.949	.034	4.000
14.947	.018	4.000
14.949	.020	4.000
14.957	.030	4.000
14.940	.010	4.000
14.950	.020	4.000
14.951	.028	4.000
14.960	.030	4.000
14.945	.018	4.000
14.956	.026	4.000
14.967	.028	4.000
14.945	.022	4.000
14.944	.015	4.000
14.945	.019	4.000
14.950	.020	4.000
14.944	.005	4.000
14.933	.015	4.000
14.957	.032	4.000
14.950	.030	4.000
14.957	.020	4.000
14.957	.008	4.000
14.955	.035	4.000
14.951	.025	4.000

Na osnovu podataka iz tabele 2 proračunata je kritična oblast koja je na slici 1 predstavljena isprekidanim linijama. Očito, u \bar{x} kontrolnoj karti našle su se dvije tačke i to one koje predstavljaju uzorke broj 13 ($\bar{x}=14,97$) i broj 19 ($\bar{x}=14,93$) izvan kontrolnih granica, pa je prema tome protekli proces, s obzirom na parametar \bar{x} bio nestabilan.

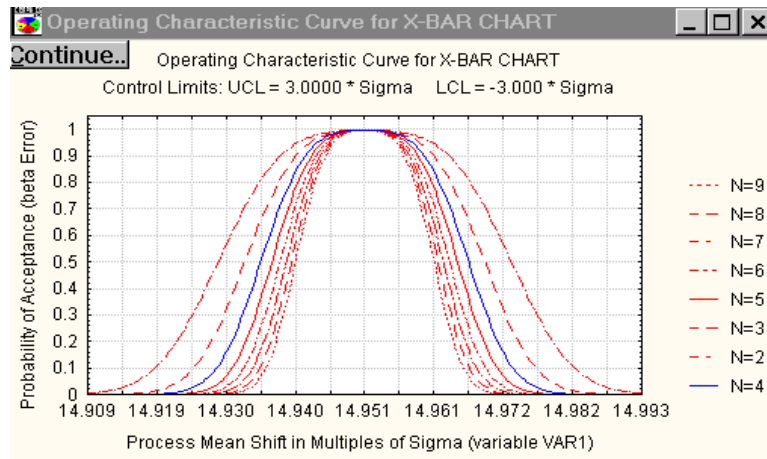
Slika 2 pokazuje R kartu iz koje je očito da se tačke kreću unutar kontrolnih granica.



SLIKA 2. PRINTOUT R-KARTE U PROGRAMU STATISTICA 4.3.

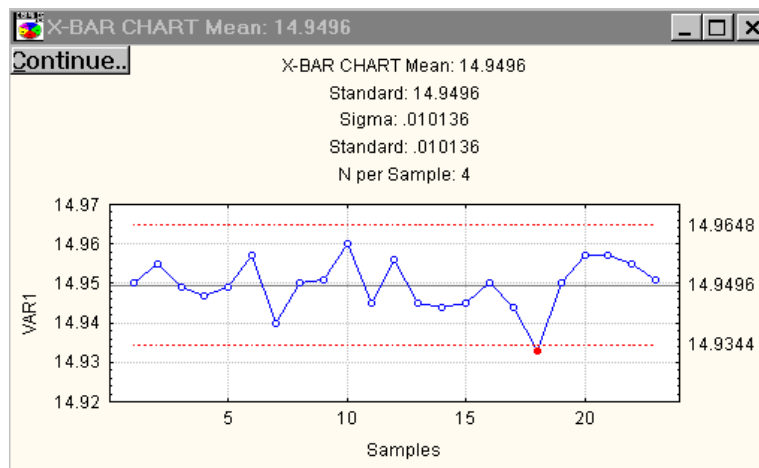
Bez obzira na to što se tačke u R karti nalaze unutar kontrolnih granica, može se zaključiti da je protekli proces, s obzirom na parametar \bar{x} , bio nestabilan.

Slika 3 pokazuje varijabilnost podataka od njihovih sredina i normalni raspored podataka. Zato je neophodno prekontrolirati sve proizvode od prethodne zadovoljavajuće probe. Kontrolne granice se mogu popraviti na taj način što se iz računa izbace one probe kod kojih je došlo do značajnog odstupanja od predviđenih uvjeta.



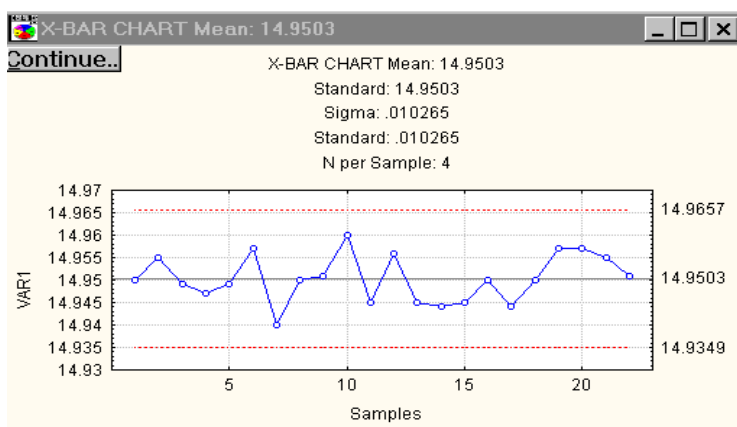
SLIKA 3. RASPODJELA POSMATRANIH IZMJERENIH VRIJEDNOSTI.

U ovom primjeru s obzirom da parametri prelaze kontrolne granice, proizvodnja je nestabilna i proces treba zaustaviti. Potrebno je utvrditi uzroke ovog poremećaja i otkloniti ih. To će istovremeno dovesti i do promjene i dispozicije linija na karti. Kontrolne granice se mogu popraviti na taj način što se iz računa izbrišu one sredine \bar{x}_i , $i = 1, 2, \dots, 25$ koje izlaze van kontrolnih granica, a to su probe $i=13$ ($\bar{x} = 14,97$) i $i=19$ ($\bar{x} = 14,93$). Tada se dobijaju nove kontrolne granice koje su prikazane na slici 4.

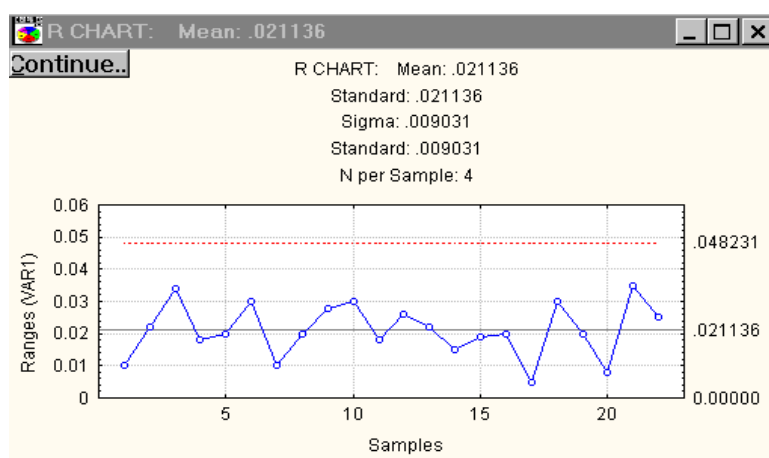


SLIKA 4. PRINTOUT \bar{x} -KONTROLNE KARTE U PROGRAMU STATISTICA 4.3.

Ovdje je uzeta kontrolna karta sa unijetim srednjim vrijednostima iz prethodne proizvodnje ali bez uzoraka $i=13$ i $i=19$. I u ovom slučaju očituje se daljnja nestabilnost proizvodnje jer je jedna tačka van kontrolnih granica i ona odgovara uzorku $i=18$. Izbacivanjem uzorka koji odgovara broju 18 dobijaju se nove kontrolne granice koje su pokazane na slici 5. Potrebno je zaustaviti proizvodnju i ispitati sve proizvode počev od 12. probe. Pošto su definirane nove kontrolne granice, pristupa se tekućoj kontroli proizvodnje.



SLIKA 5. PRINTOUT \bar{x} -KONTROLNE KARTE U PROGRAMU STATISTICA 4.3.



SLIKA 6. PRINTOUT R-KONTROLNE KARTE POSLIJE IZBACIVANJA 13., 19., I 18. UZORKA U PROGRAMU STATISTICA 4.3.

4. ZAKLJUČAK

Kontrolom proizvodnog procesa pomoću kontrolnih karti \bar{x} i \bar{R} moguće je regulirati tekuću proizvodnju. Tom kontrolom je moguće regulirati proizvodnju na taj način da se intervenira u slučaju da proces izađe izvan propisanih kontrolnih granica. Za rješavanje ovih problema pogodan je statistički paket Statistica 4.3 koja sadrži opciju Quality Control Charts. Ovaj software omogućava sve proračune i više puta popravljane kontrolne granice. To je primjenjeno na primjeru u kojem je bila prisutna velika nestabilnost proizvodnog procesa.

5. LITERATURA

- [1] Zoran I. Ivković, Matematička statistika, Naučna knjiga, Beograd, 1980.
- [2] Stevan Hadživuković, Statistika, Privredni pregled, Beograd, 1984.
- [3] Joko Stanić, Merenje i kvalitet obrade, Mašinski fakultet Univerziteta u Beogradu, Beograd, 1977.
- [4] Željko Pauše, Uvod u matematičku statistiku, Školska knjiga, Zagreb, 1993.

OZNAKE

\bar{x} , srednja vrijednost,

R_p , rasponi uzoraka,

\bar{R} , srednja vrijednost raspona,

m_θ , očekivana vrijednost,

σ^2 , varijansa,

\bar{x} , ocjena za m_θ ,

K_ϕ donja kontrolna granica,

K_g gornja kontrolna granica,

α , prag značajnosti,

$z_{1-\alpha}$ koeficijent koji zavisi od praga značajnosti.