

Kolarević, M., Dorđević, V., Grković, V., Milunović V.

UNAPREĐENJE KVALITETA PROIZVODA SIGURNOSNIH BLAGAJNI PRIMENOM SPC-a

Rezime: U radu su definisane osnovne karakteristike kvaliteta sigurnosnih blagajni koje je potrebno kontrolisati i neusaglašenosti koje se javljaju u procesu proizvodnje, na osnovu dokumentacije privrednog društva „Primat oprema“ DOO Baljevac. Ocena stabilnosti procesa je izvedena pomoću atributivnih kontrolnih karti kvaliteta. Nakon izvršene analize, greške su klasifikovane po brojnosti pojavljivanja. Unapređenje kvaliteta proizvoda se sprovodi utvrđivanjem najuticajnijih grešaka pomoću Pareto analize i određivanjem korektivnih aktivnosti koje je potrebno sprovesti.

Ključne reči: unapređenje kvaliteta, "c"- karta, "u" – karta, Pareto analiza.

1. UVOD

Statistička kontrola danas zauzima značajno mesto u procesu unapređenja kvaliteta. Početak primene statističkih metoda je vezan za početak dvadesetog veka, ali veća primena počinje tokom Drugog svetskog rata kada se organizuje velikoserijska proizvodnja. Statističke metode pomažu da se kontrola u tehnološkim i poslovnim procesima usmeri na faktore koji najviše utiču na te procese. Na osnovu toga se zaključuje koje korektivne mere treba preduzeti da bi se osigurao stabilan i zadovoljavajući kvalitet.

2. SIGURNOSNE BLAGAJNE

Preduzeće Primat OPREMA DOO - Baljevac proizvodi sigurnosnu opremu koja se koristi za čuvanje dragocenosti kao što su važna dokumenta, novac, nakit i sl. Proizvodi su sertifikovani od strane nemačkog instituta VdS, prema Evropskom standardu EN 1143-1. Ovaj standard definiše visok nivo sigurnosti od protivprovalnih uređaja i meri se u jedinicama otpora RU (Resistant Unit). Značajan deo proizvodnog programa čine sigurnosne blagajne stepena sigurnosti od 1 do 4. Proizvode se u veličinama 17 do 771 l, odnosno, 69 do 1450 kg.

S obzirom na to da se ove blagajne koriste u bankama i kancelarijama potrebno je da pored zahteva sigurnosti i estetskog izgleda zadovolje i neke funkcionalne karakteristike kao što su: lako otvaranje i zatvaranje vrata i pouzdano zaključavanje. Zato je neophodno pratiti greške koje utiču na kvalitet ovih karakteristika i preduzeti odgovarajuće korektivne mere za njihovo otklanjanje i sprečavanje njihovog ponovnog nastanka.

3. STATISTIČKA KONTROLA PROCESA

3.1 Kontrola proizvoda

Preduzeće „PRIMAT OPREMA“ DOO – Baljevac primenjuje QMS i usaglašeno je sa zahtevima standarda ISO 9001:2015. Završna kontrola proizvoda se sprovodi u skladu sa planovima kvaliteta i dokumentovanim procedurama POB-824-100 Procedure za praćenje i merenje karakteristika proizvoda, koja podrazumeva upotrebu atributivnih kontrolnih karti i Pareto analizu. „PRIMAT OPREMA“ DOO Baljevac ne može da isporuči proizvod korisniku, dok se ne obave propisane aktivnosti završnog kontrolisanja i ne kompletira sva dokumentacija. Modeli blagajni koje su analizirane u radu su STARPRIM/N. Proizvodnja ovih blagajni je organizovana kroz 12 procesa koji obuhvataju ukupno 61 radno mesto.

3.2 Klasifikacija grešaka

Greške koje nastaju u procesu sklapanja su klasifikovane po stepenu sigurnosti i iste su za sve modele blagajni u okviru istog stepena sigurnosti. Analiza stabilnosti procesa će biti ilustrovana na blagajnama tipa Starprim 2/N (sl. 1). Kontrolnim planom je definisano 16 različitih vrsta grešaka koje treba kontrolisati 100% (tabela 1).

3.3 Analiza stabilnosti procesa

Kontrolisanje je izvršeno u periodu od 01.06.2017. do 28.02.2018. godine. Kontrolisano je ukupno 160 blagajni i to: 40 blagajni 2040/N, 40 blagajni 2070/N, 20 blagajni 2095/N, 30 blagajni 2175/N, 20 blagajni 2285/N i 10 blagajni 2395/N. Podaci o broju ustanovljenih nedostataka su prikazani u tabeli 2. U istoj tabeli je izvršeno sabiranje ukupnog broja grešaka po proizvodu.



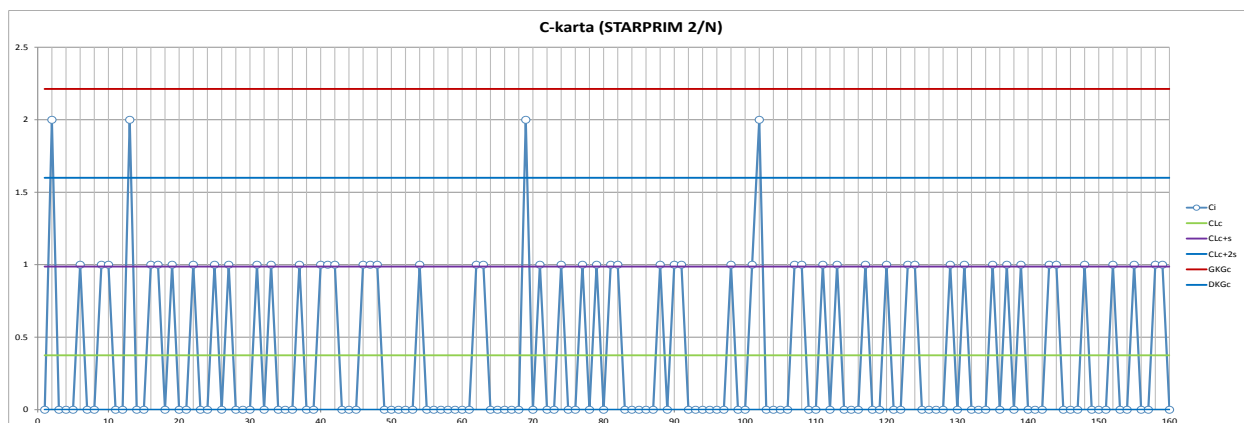
Sl. 1. Model blagajni Starprim 2/N

Tabela 1. Klasifikacija grešaka na modelu kasa Starprim 2/N

Naziv greške	Oznaka
Kontrola perforacija	G1
Detektor zvuka	G2
Zavarivanje tečajnika	G3
Ugaonost blagajne	G4
Ravnost stranica	G5
Fina obrušenost zavara	G6
Očišćenost vrata od ostataka betona	G7
Ravnost vrata	G8
Poravnatost vrata sa kućištem	G9
Zazor između vrata i kućišta	G10
Zazor unutrašnjih vrata	G11
Oštri rubovi	G12
Lažano otvaranje vrata	G13
Postavljanje police	G14
Zatvaranje vrata sa postavljenim litafleksom	G15
Ravnost unutrašnjih površina	G16

Tabela 2. Podaci o greškama u procesu izrade blagajni Starprim 2/N

Производ	Шифра производа	Фабрички број	Датум	GREŠKE																SUM				
				G1	G2	G3	G4	G5	G6	G7	G8	G9	G10	G11	G12	G13	G14	G15	G16					
1	STARPRIM 2/N 2040	21223201959	28892	21/8/2017																			0	
2	STARPRIM 2/N 2040	21223201959	28894	21/8/2017						1				1										2
3	STARPRIM 2/N 2040	21223201959	28895	21/8/2017																				0
4	STARPRIM 2/N 2040	21223201959	28896	21/8/2017																				0
5	STARPRIM 2/N 2040	21223201959	28893	21/8/2017																				0
6	STARPRIM 2/N 2040	21223201959	28891	22/8/2017											1									1
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
157	STARPRIM 2/N 2395	21223210470	28985	11.09.2017																				0
158	STARPRIM 2/N 2395	21223210470	28986	11.09.2017											1									1
159	STARPRIM 2/N 2395	21223210470	28989	11.09.2017																	1			1
160	STARPRIM 2/N 2395	21223210470	28988	12.09.2017																				0
				SUM	0	0	0	0	2	28	1	0	2	11	10	2	2	2	0	0	0	0	60	



Sl. 2. C-kontrolna karta za blagajne Starprim 2/N

Za ocenu stabilnosti proteklog procesa korišćene su c - karta i u - karta.

Vrednost centralne linije za c -karta iznosi:

$$CL_C = \bar{c} = \frac{1}{s} \sum_{i=1}^s c_i = \frac{60}{160} = 0,375 \quad (1)$$

gde je:

s - broj uzoraka ($s = 160$);

c_i - broj defekata po jedinici proizvoda.

Kontrolne granice iznose:

$$GKG_C = \bar{c} + 3 \cdot \sqrt{\bar{c}} = 2,212 \quad (2)$$

$$DKG_C = \bar{c} - 3 \cdot \sqrt{\bar{c}} = 0,000$$

Granice zona „B“ (oblast između prve i druge standardne devijacije) i „C“ (oblast između centralne linije i prve standardne devijacije) su:

$$\bar{c} + \sigma = 0,987$$

$$\bar{c} - \sigma = -0,237 \rightarrow \bar{c} - \sigma = 0 \quad (3)$$

$$\bar{c} + 2\sigma = 1,600$$

$$\bar{c} - 2\sigma = -0,850 \rightarrow \bar{c} - 2\sigma = 0$$

Izgled c -karte sa ucrtanom centralnom linijom, kontrolnim granicama i granicama upozorenja pokazuje da se sve tačke nalaze unutar kontrolnih granica (slika 2) i da su ispoštovana sva pravila za ocenu stabilnosti procesa te se može smatrati da je posmatrani proces bio stabilan.

Ocena stabilnosti ovog procesa je urađena i pomoću u -karte. Podaci za 160 blagajni STARPRIM 2/N su grupisani tako da se dobije 20 uzoraka od 8 komada po uzorku.

Vrednost centralne linije iznosi:

$$CL_u = \bar{u} = \frac{1}{s} \sum_{i=1}^s u_i = \frac{7,5}{20} = 0,375 \quad (1)$$

Kontrolne granice iznose:

$$GKG_u = \bar{u} + 3 \cdot \sqrt{\frac{u}{n}} = 1,024 \quad (2)$$

$$DKG_u = \bar{u} - 3 \cdot \sqrt{\frac{u}{n}} = 0,000$$

$$\bar{u} + 2 \cdot \sqrt{\frac{u}{n}} = 0,808$$

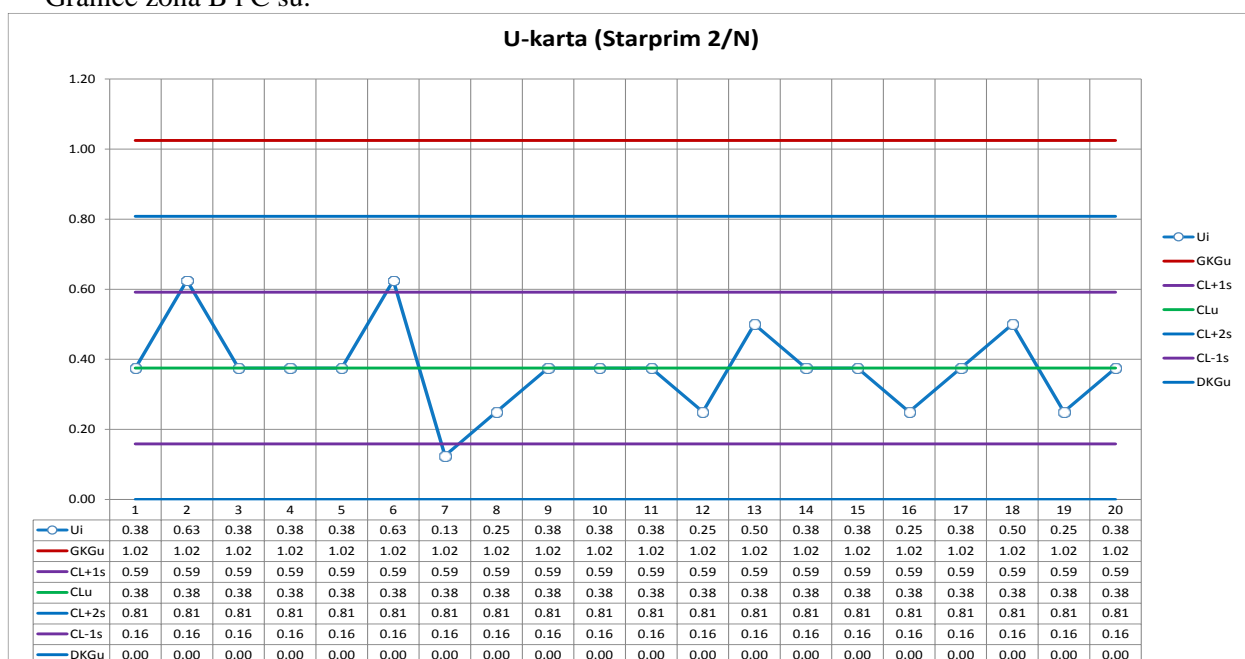
$$\bar{u} + 1 \cdot \sqrt{\frac{u}{n}} = 0,591 \quad (3)$$

$$\bar{u} - 2 \cdot \sqrt{\frac{u}{n}} = 0,000$$

$$\bar{u} - 1 \cdot \sqrt{\frac{u}{n}} = 0,158$$

Izgled u -karte sa pripadajućim podacima i kontrolnim granicama je prikazan na slici 3. Sve tačke su unutar kontrolnih granica, pa se može smatrati da je posmatrani proces stabilan.

Granice zona B i C su:



Sl. 3. U-kontrolna karta za blagajne Starprim 2/N

3.4 Pareto analiza

Na osnovu atributivnih kontrolnih karti može se ustanoviti stabilnost procesa. Međutim, da bi se postiglo unapređenje kvaliteta proizvoda, potrebno je utvrditi koje su greške najbrojnije, otkloniti ih, a u tu svrhu treba primeniti dodatne metode.

Za selekciju uticajnih grešaka primenjena je Pareto analiza. Razvrstavanjem grešaka prema brojnosti pojavljivanja dobija se tabela 3. u kojoj su greške klasifikovane u tri grupe (sl. 4):

- grupa A koja obuhvata 81,67% svih grešaka
 - grupa B koja obuhvata 16,65 % svih grešaka
 - grupa C koja obuhvata 1,67 % svih grešaka
- Najvažnija za analizu je grupa koju čine greške:

- G6 - Fina obrušenost zavara (46,67%)
- G10 - Zazor između vrata i kućišta (18,33%)
- G11 - Zazor unutrašnjih vrata (16,67%)

Njihovim otklanjanjem bi se eliminisalo 81,67% svih grešaka koje se pojavljuju u procesu izrade blagajni „Starprim 2/N“. Pošto se greška G6 najčešće pojavljuje (udeo ove greške je 46,67%), na nju treba obratiti posebnu pažnju i primeniti korektivne mere za njeno otklanjanje.

Potrebno je razmotriti i greške iz grupe B:

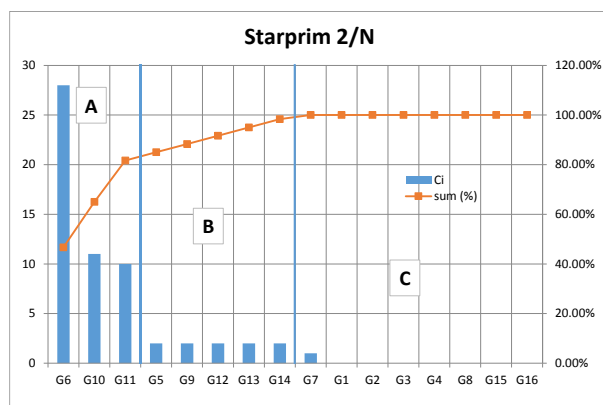
- G5 - Ravnost stranica (3,33%)
- G9 - Poravnatost vrata sa kućištem (3,33%)
- G12 - Oštri rubovi (3,33%)
- G13 - Lagano otvaranje vrata (3,33%)
- G14 - Postavljanje police (3,33%)

koje čine 18,33% svih grešaka i za njih je u sledećoj fazi neophodno preduzeti korektivne mere. Greške iz grupe C čine manje od 2% svih grešaka i u ovoj fazi ih nije potrebno razmatrati.

Istom metodologijom je analizirana stabilnost procesa i izvršena selekcija najuticajnijih grešaka i za ostale blagajne stepena sigurnosti 1, 3 i 4.

Tabela 3. Klasifikacija grešaka prema brojnosti

STARPRIM 2/N					
Gi	Ci	sum	Ci (%)	sum (%)	Grupa
G6	28	28	46.67%	46.67%	A
G10	11	39	18.33%	65.00%	
G11	10	49	16.67%	81.67%	
G5	2	51	3.33%	85.00%	B
G9	2	53	3.33%	88.33%	
G12	2	55	3.33%	91.67%	
G13	2	57	3.33%	95.00%	
G14	2	59	3.33%	98.33%	C
G7	1	60	1.67%	100.00%	
G1	0	60	0.00%	100.00%	
G2	0	60	0.00%	100.00%	
G3	0	60	0.00%	100.00%	
G4	0	60	0.00%	100.00%	
G8	0	60	0.00%	100.00%	
G15	0	60	0.00%	100.00%	
G16	0	60	0.00%	100.00%	
Σ	60				



Sl. 4. Pareto dijagram za model kasa Starprim 2/N

4. PREDLOG UNAPREĐENJA KVALITETA

Analizom je ustanovljeno nekoliko osnovnih razloga zbog kojih nastaju navedene greške. Osnovni problem je nedostatak kvalitetne radne snage i nedovoljna obučanost radnika. Obuka radnika u privrednom društvu „Primat oprema“ DOO, Baljevac se obavlja kontinualno, ali problem je nedovoljan broj instruktora i stalna „hitnost“ radnih naloga, tako da ova aktivnost nije uvek dovoljno kvalitetna.

Iako postoje uputstva za izradu, za sve operacije sklapanja blagajni sa detaljnim opisom operacije, preporuka je da se doda i vizuelni prikaz pojedinih kritičnih delova operacije.

Takođe, problem je i nedovoljna motivisanost radnika, zbog niskih zarada i loših uslova rada, nedostatak radne kulture i sl.

5. ZAKLJUČAK

Sprovedena analiza dovodi do zaključka da je proces izrade blagajni iz proizvodnog programa sigurnosne opreme u privrednom društvu PRIMAT OPREMA DOO Baljevac stabilan, ali da postoje mogućnosti za poboljšanje kvaliteta proizvoda. To potvrđuje korisnost i opravdanost primenjenih statističkih metoda i alata kvaliteta, a primena predloženih mera obezbeđuje unapređenje kvaliteta procesa, a samim tim i poboljšanje konkurentnosti na tržištu.

6. ZAHVALNICA

Ovaj rad je realizovan u okviru istraživanja na projektu TP 37020. Autori se zahvaljuju Ministarstvu prosvete, nauke i tehnološkog razvoja Republike Srbije za podršku ovom istraživanju.

7. REFERENCE

- [1] Oakland, S. J.: *Statistical Process Control*, Sixt Edition, Butterworth Heinemann, 2008.
- [2] Chandra, J. M.: *Statistical Quality Control*, ©2001 CRC Press LLC
- [3] Douglas C. Montgomery, *Introduction to Statistical Quality Control*, John Wiley&Sons, Inc., Seventh Edition, 2013.
- [4] Kolarević M. i dr.: *Improving Product Quality of Security Equipment Using SPC*, 34th International Conference On Production Engineering, Niš 28-30. September 2011.
- [5] Kolarević M. i dr.: *Statistička kontrola procesa sklapanja sigurnosnih blagajni*, Scientific Conference with International Participation ETIKUM 2017, Novi Sad 06-08. December 2017.

Autori: Prof. dr Milan Kolarević, Mast. inž. maš. Vladan Grković, Mast. inž. maš. Vukadin Milunović, Univerzitet u Kragujevcu, Fakultet za mašinstvo i građevinarstvo u Kraljevu, Dositejeva 19, 36000 Kraljevo, Srbija, Tel: +381 36 383 269; Mast. inž. maš. Violeta Đorđević, Visoka Tehnička Mašinska Škola Trstenik, Radoja Krstića 19, 37240 Trstenik, Srbija, Tel: +381 37 714 121, Fax: +381 37 714 121;

E-mail: kolarevic.m@mfkv.kg.ac.rs
vm1728mm1212@gmail.com
grkovic.v@mfkv.kg.ac.rs
vuki.milunovic@gmail.com