



Srbija  
Society of Production  
Engineering

**SPMS 2021**  
38. Savetovanje Proizvodnog mašinstva Srbije

**ICPE -S 2021**  
38<sup>th</sup> International Conference on Production  
Engineering -Serbia



Faculty of technical sciences  
Čačak  
University of Kragujevac

Čačak, Serbia, 14 – 15. October 2021

## EFEKTI UNAPREĐENJA KVALITETA ORMANA ZA ORUŽJE S1 100/10

Milan KOLAREVIĆ<sup>1,\*</sup>, Vladan GRKOVIĆ<sup>1</sup>, Aleksandra PETROVIĆ<sup>1</sup>, Marina IVANOVIĆ<sup>1</sup>, Mladen RASINAC<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Fakultet za mašinstvo i građevinarstvo u Kraljevu, Univerzitet u Kragujevcu, Srbija,

\*kolarevic.m@mfv.kg.ac.rs

**Apstrakt:** Privredno društvo „Primat oprema“ d.o.o. Baljevac proizvodi sigurnosnu opremu koja se koristi za čuvanje dragocenosti. Deo ovog programa su ormani za oružje namenjeni za čuvanje dugocevnog oružja. U skladu sa zahtevima standarda QMS konstantno se radi na unapređenju kvaliteta proizvoda. U radu su prikazani efekti primene alata kvaliteta na unapređenje kvaliteta ormara za oružje S1 100/10.

**Ključne reči:** unapređenje kvaliteta, ormani za oružje, alati kvaliteta

### 1. UVOD

Kvalitet nekog proizvoda određuju njegove proizvodne i upotrebne karakteristike, koje se stvaraju u pojedinim fazama njegovog nastanka. Unapređenje kvaliteta je jedan od osnovnih zahteva standarda ISO 9001:2015. Standard zahteva kontinualna unapređenja, neprekidna merenja performansi i stalna unapređenja usaglašenosti i sposobnosti procesa na bazi rezultata i podataka merenja.

U procesu unapređenja kvaliteta značajno mesto zauzimaju statističke metode jer pomažu da se kontrola u tehnološkim i poslovnim procesima usmeri na faktore koji najviše utiču na te procese. Na osnovu toga se zaključuje koje i kakve korektivne mere treba preduzeti da bi se osigurao stabilan i zadovoljavajući kvalitet.

U ovom radu je na primeru ormara za oružje S1 100/10 iz proizvodnog programa Privrednog društva „Primat Oprema“ d.o.o.-Baljevac prikazan efekat primene statističkih

metoda za unapređenje kvaliteta proizvoda i procesa.

### 2. ORMANI ZA ORUŽJE

Privredno društvo „Primat Oprema“ d.o.o.-Baljevac proizvodi sigurnosnu opremu koja se koristi za čuvanje dragocenosti kao što su: novac, nakit, važna dokumenta i sl. Proizvodni program obuhvata: blagajne, trezore, trezorske prostorije, trezorska vrata i različite vrste sigurnosnih ormara. Sva sigurnosna oprema je sertifikovana od strane nemačkog instituta VdS prema Evropskom standardu EN 1143-1 [1, 2, 3].

U okviru sigurnosnih ormara ova kompanija proizvodi ormane za oružje namenjene za čuvanje dugocevnog oružja tipa TS-1 i TS-2 [2]. U toku 2017/2018. godine je uveden novi tip ormara S1 100/10 (slika 1).

Kućište i vrata ormara su izrađena od kvalitetnog čeličnog lima debljine 4mm. Ormani imaju pripremljena dva otvora na

leđnoj strani i četiri otvora u dnu za pričvršćivanje na zid i u pod. Za zaključavanje se koriste brave sigurnosnog stepena A po EN 1300 [2]. Opremljeni su sa držačima za 10 pušaka, imaju 4 mesta za odlaganje na unutrašnjim bočnim stranama ormara i imaju jednu odvojivu policu. Osnovne karakteristike su prikazane u tabeli 1.



Slika 1. Ormani za oružje S1 100/10

Tabela 1. Osnovne karakteristike modela ormara S1 100/10 [2]

Model	Spoljne dimenzije V x Š x D [mm]	Unutrašnje dimenzije V x Š x D [mm]	Odlaganje za maks. br. pušaka	Težina [kg]
TS - 2	1450 x 430 x 350	1407 x 422 x 286	10	84

### 3. STATISTIČKA KONTROLA PROCESA

Privredno društvo „Primat Oprema“ d.o.o. primenjuje QMS usaglašen sa zahtevima standarada ISO 9001:2015. Kontrola proizvoda i način evidentiranja rezultata sprovodi se po proceduri za kontrolu koja podrazumeva upotrebu atributivnih kontrolnih karti kvaliteta i Pareto analizu. Kontrolnim planom je definisano 16 defekata koje treba kontrolisati 100% (tabela 2).

#### 3.1. Klasifikacija defekata

Početno kontrolisanje je izvršeno na prvoj seriji koja je proizvedena u novembru 2017. godine. Urađeno je 120 komada proizvoda. Podaci su grupisani u 20 uzoraka od po 6 komada. Podaci o broju ustanovljenih defekata (neusaglašenosti) su prikazani u tabeli 3. U istoj tabeli je izvršeno sabiranje ukupnog broja defekata a dobijene vrednosti su prikazane u poslednjoj koloni tabele.

Za analizu stabilnosti proteklog procesa je korišćena *u*-kontrolna karta. Da bi se ocenila stabilnost proteklog procesa, pored vrednosti centralne linije i kontrolnih granica računaju se

i granice zona upozorenja  $\bar{u} \pm 1\sigma$  i  $\bar{u} \pm 2\sigma$ , tj. granice zona A, B i C [4].

Tabela 2. Klasifikacija defekata na ormanu S1 100/10

Naziv defekta	Oznaka
Zaštita šarke na poklopcu	G1
Poravnatost krova sa omotačem	G2
Zavarivanje krova	G3
Zavarivanje dna	G4
Zazor između kućišta i vrata	G5
Poravnatost vrata sa kućištem	G6
Ravnost stranica	G7
Brušenje zavora na vratima i kućištu	G8
Pravilno okrenut nosač brave	G9
Zavarivanje uglova u vratima	G10
Zavarivanje nosača naslona puške	G11
Otvaranje vrata	G12
Pozicioniranje naslona puške	G13
Zavarenost i ugaonost police	G14
Zavijen vijak na donjoj šarki	G15
Zavarivanje manganske ploče za vrata	G16

**Tabela 3.** Prikaz dobijenih podataka za model ormana S1 100/10 za prvu seriju

	ОПИС ГРЕШКЕ	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	Σ		
G1	Заштита шарке на поклопцу	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
G2	Поравнатост крова са омотачем	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
G3	Заваривање крова	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
G4	Заваривање дна	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
G5	Зазор између кућишта и врата	2	1	3	3	1	2	3	2	1	2	3	1	1	2	2	4	3	4	2	1	43		
G6	Поравнатост врата са кућиштем	1	2	1	0	1	2	1	0	0	0	2	0	2	1	0	0	0	0	0	0	0	13	
G7	Равност страница	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	
G8	Брушење завара на вратима и кућишту	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	
G9	Правилно окренут носач браве	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
G10	Заваривање углова у вратима	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	
G11	Заваривање носача наслона пушке	1	0	0	0	1	0	1	1	1	0	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0	0	9	
G12	Отварање врата	1	0	2	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	5	
G13	Позиционирање наслона пушке	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	2	
G14	Завареност и угаоност полице	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	2	
G15	Завијен вијак на доњој шарки	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
G16	Заваривање манганске плоче за врата	1	3	1	2	3	2	1	0	0	0	1	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	17	
	ΣUi	7	7	7	5	6	6	8	3	4	3	7	4	6	4	4	5	5	5	2	1	99		

Vrednost centralne linije se izračunava na osnovu jednačine:

$$CLu = \bar{u} = \frac{1}{s} \sum_{i=1}^s u_i \quad (1)$$

Vrednosti kontrolnih granica se računa na osnovu sledećih jednačina:

$$GKGu = \bar{u} + 3 \cdot \frac{\sqrt{\bar{u}}}{\sqrt{n_i}} \quad (2)$$

$$DKGu = \bar{u} - 3 \cdot \frac{\sqrt{\bar{u}}}{\sqrt{n_i}} \quad (3)$$

pri čemu se u slučaju negativne vrednosti za donju kontrolnu granicu dobijena vrednost zamenjuje sa nulom.

Vrednosti centralne linije i kontrolnih granica za analizirani period su:

$$CLu = 0,83$$

$$GKGu = 1,94$$

$$DKGu = 0,00$$

Granice zona „B“ i „C“ su:

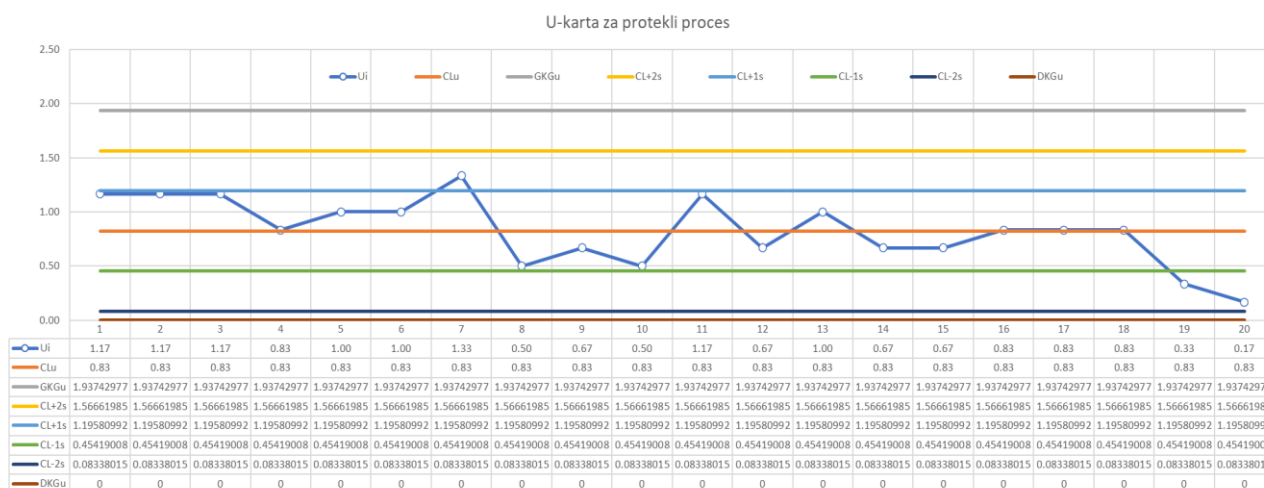
$$\bar{u} + 1\sigma = 1,20$$

$$\bar{u} - 1\sigma = 0,45$$

$$\bar{u} + 2\sigma = 1,57$$

$$\bar{u} - 2\sigma = 0,08$$

Izgled *u*- karte sa ucrtanom centralnom linijom i kontrolnim granicama pokazuje da su sve tačke unutar kontrolnih granica (slika 2) i da su zadovoljena sva 4 uslova stabilnosti proteklog procesa [4], pa se može smatrati da je protekli proces bio stabilan.



**Slika 2.** U-kontrolna karta za prvu seriju ormana za oružje S1 100/10

Pošto je protekli proces bio stabilan, usvojena je reprezentativna vrednosti za

prosečan broj defekata i centralna linija i kontrolne granice za tekući proces (tabela 4).

**Tabela 4.** Centralna linija i kontrolne granice za tekući proces

CENTRALNA LINIJA I KONTROLNE GRANICE ZA TEKUĆI PROCES	
$CL_{u'} = u' = 0,83$	$GKG_{u'} = u' + 3 \cdot \sqrt{u'} = 1,94$ $DKG_{u'} = u' - 3 \cdot \sqrt{u'} = 0,00$

### 3.2. Analiza brojnosti grešaka i selekcija uticajnih grešaka

Dalji postupak analize podataka podržan je primenom Pareto dijagrama kojim se selektuju kritični defekti čije uzroke nastanka treba utvrditi kako bi se sprovele korektivne aktivnosti za njihovo otklanjanje. Primenom Pareto dijagrama prikazuje se, u opadajućem redosledu, relativni značaj (učestće, uticaj) posmatrane veličine ili grupe veličina u skupu veličina čija se analiza izvodi.

Defekti su razvrstani po brojnosti pojavljivanja i formirana je tabela 5 u kojoj su defekti klasifikovani u tri grupe:

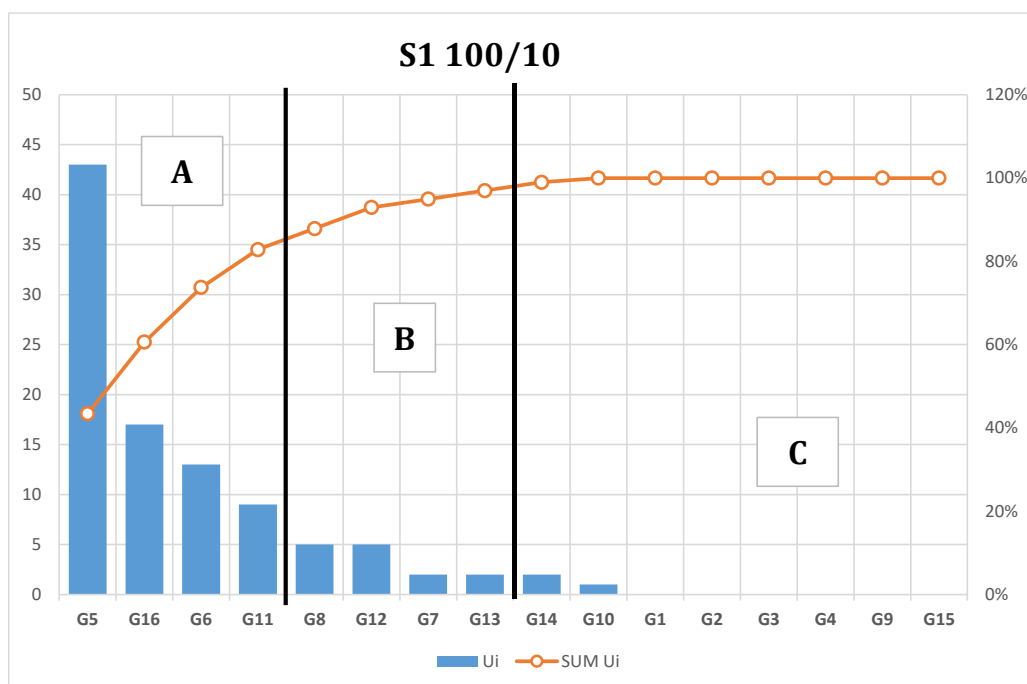
- grupa A koja obuhvata 82,8 % svih defekata,
- grupa B koja obuhvata 14,2 % svih defekata,
- grupa C koja obuhvata 3,0 % svih defekata.

Pareto dijagram dobijen na osnovu tabele 5 je prikazan na slici 3.

**Tabela 5.** Klasifikacija defekata prema brojnosti za prvu seriju

Gi	Ui	SUM	Ui (%)	SUM (%)	GRUPA
G5	43	43	43.4%	43.4%	A
G16	17	60	17.2%	60.6%	
G6	13	73	13.1%	73.7%	
G11	9	82	9.1%	82.8%	
G8	5	87	5.1%	87.9%	B
G12	5	92	5.1%	92.9%	
G7	2	94	2.0%	94.9%	
G13	2	96	2.0%	97.0%	C
G14	2	98	2.0%	99.0%	
G10	1	99	1.0%	100.0%	
G1	0	99	0.0%	100.0%	
G2	0	99	0.0%	100.0%	
G3	0	99	0.0%	100.0%	
G4	0	99	0.0%	100.0%	
G9	0	99	0.0%	100.0%	
G15	0	99	0.0%	100.0%	
Σ	99				

Nakon analize sprovedene su korektivne mere za eliminisanje defekata iz grupe A.



**Slika 3.** Pareto dijagram za prvu seriju ormara S1 100/10

#### 4. EFEKTI UNAPREĐENJE KVALITETA PROIZVODA I PROCESA

Počev od prve serije, unapređenje procesa izrade i sklapanja ormana za oružje tipa S1 100/10 se sprovodilo u skladu sa Metodom sedam koraka za rešenje problema [5]:

- Selekcija problema.
- Prikupljanje i analiza podataka.
- Analiza uzroka.
- Planiranje i uvođenje rešenja.
- Ocena efekata.
- Standardizacija.
- Refleksija ili odziv.

Za svaku sledeću seriju ormana je primenjena ista procedura. Na osnovu

**Tabela 6.** Klasifikacija podataka za U-kontrolnu kartu po serijama

Seriya br.	1	2	3	4	5	6	7
Mesec	Decembar	Januar	Maj	Jun	Jul	Avgust	Decembar
n - vel. uzorka	6	6	18	12	12	12	12
s - br. uzoraka	20	38	25	25	25	25	25
N=ns	120	228	450	300	300	300	300

**Tabela 7.** Centralna linija i kontrolne granice za tekući proces za sve serije

Jednačine	Mesec						
	Decembar	Januar	Maj	Jun	Jul	Avgust	Decembar
$CL_{u'} = u'$	0,83	0,41	0,44	0,40	0,30	0,15	0,14
$GKG_{u'} = u' + 3 \cdot \sqrt{u'}$	1,94	1,19	0,90	0,95	0,77	0,49	0,46
$DKG_{u'} = u' - 3 \cdot \sqrt{u'}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

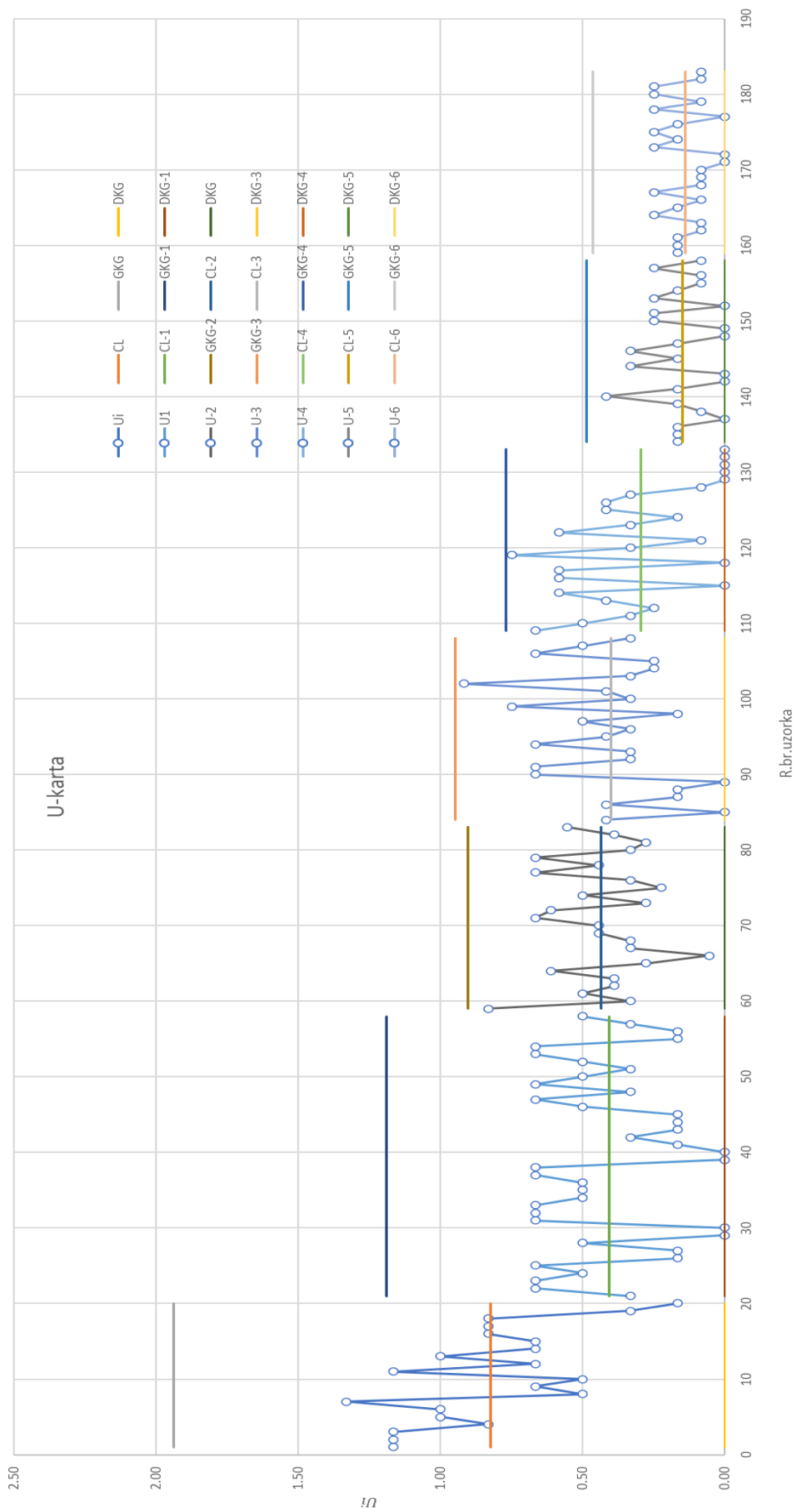
Opisana poboljšanja se bolje mogu uočiti ukoliko se kontrolne karte koje su analizirane po serijama u posmatranoj godini prikažu uzastopno jedna za drugom. Na slici 4 se

proteklog procesa su utvrđene centralne linije i kontrolne granice za tekući proces, pomoću Pareto analize su selektovani kritični defekti, analizirani su uzroci njihovog nastanka i sprovedene korektivne aktivnosti za njihovo otklanjanje.

U posmatranom periodu (decembar 2017. - decembar 2018.) ukupno je proizvedeno 1998 komada ormana S1 100/10 lansiranih u 7 serija. Pregled broja proizvedenih komada po serijama i klasifikacija veličine i broja uzoraka za U-kontrolnu kartu je prikazana u tabeli 6.

Iz tabele 7 je vidljivo da je iz serije u seriju vrednost centralne linije (prosečni broj defekata po komadu) sve manja a kontrolne granice sve uže.

uočava kako su se kretale centralna linija i kontrolne granice i da je kvalitet proizvoda iz meseca u mesec bio sve bolji uz konstantno održavanje stabilnosti procesa.



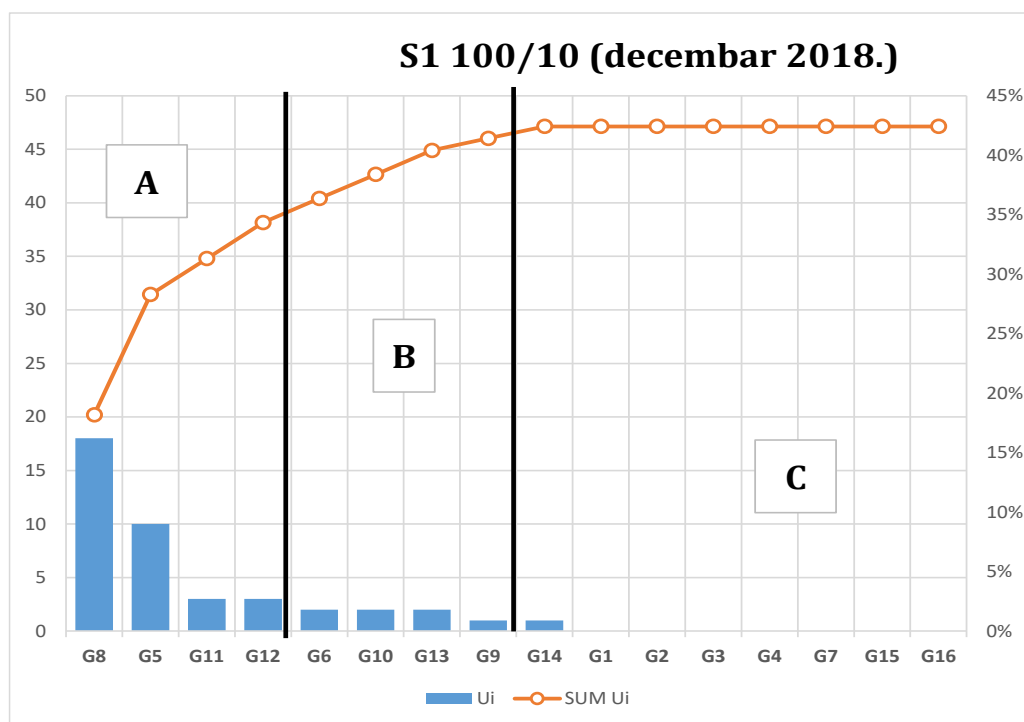
Slika 4. Izgled kontrolnih karti u posmatranom periodu

Pareto analiza za poslednju seriju (tabela 8 i slika 5) pokazuje sledeće:

- U decembru 2017. je na 120 komada ormana ukupno detektovano 99 defekata tj. 0,825 defekata po komadu a u decembru sledeće godine je na 300 komada detektovano samo 42 defekata tj. 0,14 defekata po komadu. Broj defekata po komadu je smanjen oko 6 puta.
- Najbrojniji defekt u prvoj seriji je G5 koji je detektovan 43 puta na 120 komada proizvoda tj. 0,35 defekata po komadu a na poslednjoj seriji samo 10 puta na 300 komada proizvoda tj. 0,033 defekata/komadu.
- Defekt G16 je kompletno eliminisan tj. sa 0,14 defekata/komadu je sveden na 0 defekata/komadu.
- Defekt G6 je smanjen sa 0,108 na 0,007 defekata/komadu.
- Defekt G11 je smanjen sa 0,075 na 0,010 defekata/komadu itd.

**Tabela 8.** Klasifikacija defekata po brojnosti na poslednjoj seriji

Gi	Ui	SUM	Ui (%)	SUM (%)	GRUPA
G8	18	18	18.2%	18.2%	A
G5	10	28	10.1%	28.3%	
G11	3	31	3.0%	31.3%	
G12	3	34	3.0%	34.3%	
G6	2	36	2.0%	36.4%	B
G10	2	38	2.0%	38.4%	
G13	2	40	2.0%	40.4%	
G9	1	41	1.0%	41.4%	C
G14	1	42	1.0%	42.4%	
G1	0	42	0.0%	42.4%	
G2	0	42	0.0%	42.4%	
G3	0	42	0.0%	42.4%	
G4	0	42	0.0%	42.4%	
G7	0	42	0.0%	42.4%	
G15	0	42	0.0%	42.4%	
G16	0	42	0.0%	42.4%	
Σ	42				



**Slika 5.** Pareto dijagram za poslednju seriju ormana S1 100/10

## 5. ZAKLJUČAK

Sprovedena analiza je pokazala da kontinualan rad na unapređenju procesa uvek

daje pozitivne efekte. Ostvareni efekti u procesu izrade i sklapanja ormana za oružje S1 100/10 su rezultat sledećih preduzetih korektivnih mera:

- Konstantno praćenje i upravljanje procesom primenom kontrolnih karti;
- Kontinualna obuka radnika;
- Stalna kontrola, popravka i unapređenje šablona tj. pribora za zavarivanje kao bi se ostvarila dimenziona tačnost proizvoda;
- Izrada i unapređenje uputstva za izradu sa vizuelnim prikazima za sve operacije sklapanja ormana.

Osim navedenog, treba istaći i da je i vreme učinilo svoje i da su iz meseca u mesec radnici imali sve više iskustva i rutine u obavljanju operacija.

Napred izloženo potvrđuje ispravnost primene statističkih metoda i alata kvaliteta za unapređenje sistema kvaliteta proizvoda i procesa, smanjenje troškova kvaliteta i obezbeđenje veće konkurentnost na tržištu.

## ZAHVALNOST

Autori se zahvaljuju Ministarstvu prosvete, nauke i tehnološkog razvoja Republike Srbije za podršku u realizaciji i finansiranju naučnoistraživačkog rada u 2021. godini na osnovu Ugovora br. 451-03-9/2021-14/200108.

## LITERATURA

- [1] Štefanec E., *Trezorski prostori*, Maribor, 2003  
 [2] Primat a.d. Maribor; [Electronic resource], URL: <http://www.primat.si> (accessed: 15.09.2021)

- [3] Standard EN 1143-1, *Secure Storage Units - Requirements, Classification and Methods of Test for Resistance to Burglary - Part 1: Safes, ATM Safes, Strongroom Doors and Strongrooms*, European committee for standardization, 2012, p. 42  
 [4] Kolarević M.: *Upravljanje kvalitetom I - praktikum*, Mašinski fakultet, Kraljevo, 2008.  
 [5] Lazić M., Metod sedam koraka za unapređenje kvaliteta – put ka savršenstvu kvaliteta?, Festival kvaliteta 2005, Kragujevac, 2005.  
 [6] Chandra, J. M.: *Statistical Quality Control*, © 2001 CRC Press LLC.  
 [7] Montgomery C. D.: *Introduction to Statistical Quality Control*, Seventh Edition, John Wiley & Sons, Inc., Arizona State University, 2013.  
 [8] Oakland, S. J.: *Statistical Process Control*, Fifth Edition, Butterworth Heinemann, 2003.  
 [9] Kolarević M., Radičević B., Vukićević M., Bjelić M., Cvetković Lj., Improving Product Quality of Security Equipment Using SPC, *34th International Conference on Production Engineering*, Niš 28-30. September 2011.  
 [10] Kolarević M., Grković V., Petrović A., Radičević B., Statistical Control of the Assembly Process of Gun Cabinet, *The 4th International Conference Mechanical Engineering in XXI Century*, Niš, 2018.  
 [11] Kolarević M., Đorđević V., Milunović V., Grković V., Statistička kontrola procesa sklapanja sigurnosnih blagajni, ETIKUM 2017, Novi Sad, 2017.  
 [12] Kolarević M., Đorđević V., Grković V., Milunović V., Unapređenje kvaliteta proizvoda sigurnosnih blagajni primenom SPC-a, ETIKUM 2018, Novi Sad, 2018.

## THE EFFECTS OF A QUALITY IMPROVEMENT IN THE CASE OF THE GUN CABINET S1 100/10

**Abstract** : Company "Primat oprema" d.o.o. Baljevac produces safety equipment used for storing valuables securely. One part of the company's product portfolio is a gun cabinet used for the safe storage of long-barreled guns. Continuous improvement of the product quality is made under the requirements of the QMS standard. This article presents the effects of the application of quality tools for quality improvement in the case of the gun cabinet S1 100/10.

**Keywords** : quality improvement, gun cabinets, quality tools