

**OSIGURANJE KVALITETA PROCESA MAŠINSKE OBRAD  
KOČIONOG DISKA 1J0 615 601 KORIŠTENJEM SPC TEHNIKA  
KVALITETA**

**QUALITY ASSURANCE OF MACHINING PROCESS OF BRAKING  
DISK 1J0 615 601 BY USING SPC QUALITY TECHNIQUES**

**Ismar Alagić**

**Factory of automobile parts, FAD d.d. Jelah /  
Faculty of Mechanical Engineering in Zenica  
Bosnia and Herzegovina**

**Key words:** Osiguranje kvaliteta (OK), proces mašinske obrade, kočioni disk, statistička kontrola procesa (SPC).

**REZIME**

*U svijetu je sve više raširena globalizacija u vezama između vodećih svjetskih proizvođača vozila. Takva praksa je prisutna i kod proizvođača dijelova i dobavljača koji moraju proizvoditi proizvode, suočeni sa najvišim konstrukcionim i tehnološkim zahtjevima. Zbog toga, proizvođači dijelova kočionog sistema (dijelovi sa D karakteristikom) moraju osigurati implementaciju stalnih poboljšanja u svom sistemu osiguranja kvaliteta i podići proces mašinske obrade na višu razinu.*

*Cilj ovoga rada je da prikaže primjer osiguranja kvaliteta procesa mašinske obrade kočionog diska 1J0 615 601 u Fabrici automobilskih dijelova, FAD d.d. Jelah, Bosna i Hercegovina. Ovaj proces je baziran na prikupljenim podacima iz procesa proizvodnje. Ovaj rad prezentuje metodologiju za osiguranje kvaliteta procesa mašinske obrade kočionog diska korištenjem statističke kontrole procesa (SPC).*

**Key words:** Quality assurance (QA), machining process, braking disk, statistical process control (SPC).

**ABSTRACT**

*A globalization of relations of a worldwide known leading vehicles manufacturers is increasingly spreading in the world. Such a practice is followed by the components manufacturers and suppliers (subcontractors), who have to produce their products by meeting the demands of a highest designing and technological requirements. Therefore, manufacturers of braking system parts (parts with D characteristic) have to provide implementation of continuous improvement in their quality assurance system and increasing of machining process on higher process.*

*The aim of this article is to present an example of quality assurance of machining process of braking disk 1 J0 615 601 applying at Factory of automobile parts, FAD d.d. Jelah, Bosnia and Herzegovina based on the data donated by the manufacturing. This article presents methodology for quality assurance in machining process of braking disk by using Statistical process control (SPC).*

## 1. UVOD

Sistemski zasnovan i vođen postupak stalnog poboljšanja kvaliteta sa ciljem otklanjanja sistemskih odstupanja od projektovanih efekata, predstavlja vazan dio politike projektovanja, uvođenja i održavanja sistema kvaliteta. Pošto se kvalitet proizvoda i usluga ugrađuje u svim fazama procesa rada, od istraživanja tržišta, preko razvoja, projektovanja, pripreme proizvodnje i upravljanja, do plasmana i servisiranja, jasno je da se proces poboljšanja kvaliteta odnosi na sve funkcije preduzeća. U tom kontekstu postupci unapređenja i poboljšanja kvaliteta procesa rada, proizvoda i usluga su od posebnog značaja. Proizvodni proces, kao složen sistem sa velikim brojem uticajnih faktora, zahtjeva permanentno praćenje i analizu djelovanja faktora i njihov uticaj na proces sa svrhom njegovog održavanja u zahtjevanim granicama.

## 2. PRIMJENA SPC (STATISTICAL PROCESS CONTROL) METODE

Područje primjene SPC metode je višestruko i to:

- Upravljanje preduzećem (analiza osnovnih pokazatelja rezultata poslovanja);
- Marketing (istraživanje uslova okoline-tržišta, analiza karakterističnih trendova u plasmanu proizvoda odnosno nabavci materijala);
- Projektovanje proizvoda, proizvodnja i unapređenje kvaliteta (prikupljanje i prikazivanje podataka, određivanje oblika i mjera rasipanja rezultata mjerenja);
- Srednja vrijednost, mod, medijana, raspon, devijacija, oblikovanje kontrolnih karata za opisane kvantitativne karakteristike kvaliteta, progresione i korelacione analize, analiza sposobnosti procesa i dr.).

SPC metoda kao statistička kontrola procesa obuhvata pored upotrebe statističkih metoda, poznavanje i korištenje niza drugih postupaka, metoda i tehnika (ABC, Ishikawa, Brainstorming, FMEA, FMECA itd.). Ključni aspekt SPC programa je dobijanje predviđenog procesa rada, a time i predviđenog rezultata. Osnovu za ocjenu o predvidljivosti procesa predstavljaju podaci izdvojeni i obrađeni na način koji omogućava donošenje relevantnih zaključaka.

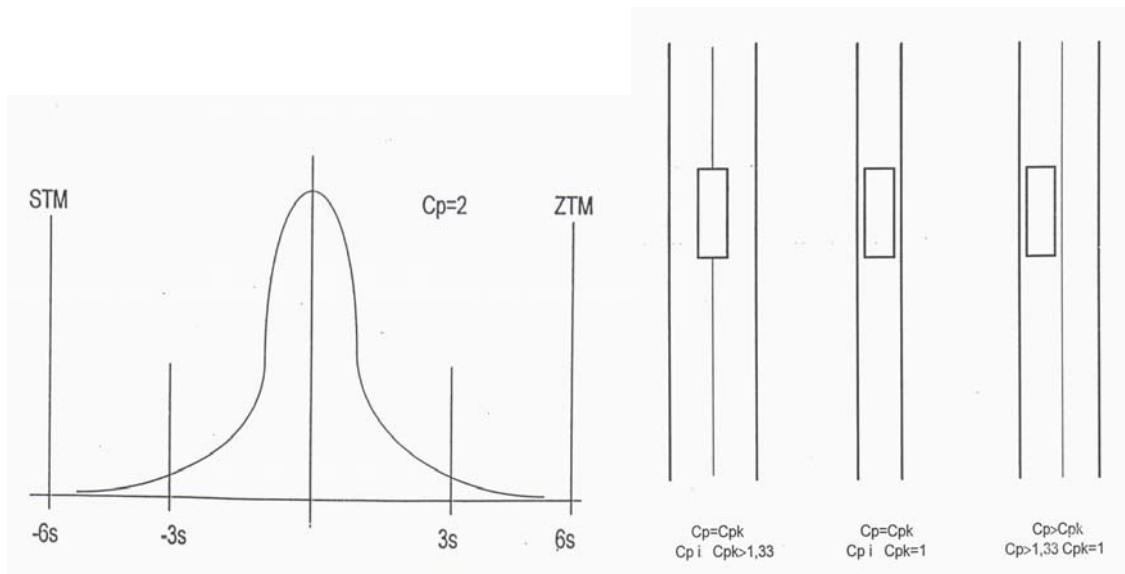
## 3. SPOSOBNOST PROCESA

Osnovnih pet elementi svakog proizvodnog procesa su sljedeći: radnici, mašine i alati, materijal, metode i radna sredina. Svaki od navedenih osnovnih elemenata mora od početka proizvodnje da ispunjava odgovarajuće uslove kojim se omogućava efikasno i kvalitetno odvijanje procesa proizvodnje. Ne postoji proizvodni proces koji se odvija u idealnim uslovima, stoga svaki proces pokazuje odgovarajuću promjenljivost koja se dijeli u sljedeće tri vrste procesa:

- Izvan statističke kontrole;
- Pod statističkom kontrolom i nestabilan;
- Pod statističkom kontrolom i stabilan.

Svaki privredni subjekt –preduzeće teži da svoje proizvodne procese realizuje kao procese pod statističkom kontrolom i stabilne. Da bi to postigli preporučuje se uvođenje statističke

regulacije procesa, a sa njom i odgovarajući proces upravljanja glavnim parametrima statističke regulacije procesa-sposobnošću i stabilnošću procesa.



SLIKA 1. SPOSOBNOST RADNOG PROCESA. SLIKA 2. PRIKAZ VEZE IZMEĐU KOEFICIJENATA  $C_p$  i  $C_{pk}$ .

Sposobnost je mjera sprovedenog poređenja ostvarenih parametara mašine ili procesa u odnosu na parametre utvrđene specifikacijom. Razlikuje se sposobnost mašine, sposobnost procesa i sposobnost podešavanja proizvodne opreme.

Sposobnost mašine je mjera za kratak vremenski period odvijanja procesa, rada mašine i njen uticaj na parametre proizvoda, jer je mašina osnovni element operacije. Najmanji zahtjev za rasipanje procesa pri snimanju sposobnosti mašine iznosi  $X \pm 4\sigma$  i obuhvata 99,994 % proizvedenih proizvoda uz istovremeno zauzimanje  $0,6 \div 0,7$  raspona tolerancije karakteristika proizvoda.

Sposobnost procesa je mjera za duži vremenski period uticaja parametara procesa jer proces u sebi obuhvata uticaj radnika, mašine, materijala, metoda i radnih uslova. Najmanji zahtjev za rasipanje procesa proizvodnje iznosi  $X \pm 3\sigma$  obuhvatajući 99,73 % proizvedenih proizvoda koji se nalaze u granicama  $0,6 \div 0,7$  polja tolerancije karakteristika proizvoda.

Sposobnost podešavanja proizvodne opreme je mjera za utvrđivanje rasipanja elemenata podešavanja proizvodne opreme. Najmanji zahtjev za rasipanje procesa podešavanja proizvodne opreme je  $X_{ppo} = \pm 3\sigma$  proizvedenih proizvoda u toku podešavanja i isti mora da leži u granicama specifikacije za podešavanje proizvodne opreme određuje se na osnovu prirodne mašine ( $T_{natm}$ ) i obuhvata 0,9 njene vrijednosti.

Stabilnost je mjera sprovedenog poređenja procesa u odnosu na specifikaciju za jedan duži vremenski period, odnosno mjera koja nam pokazuje koliki je stepen stabilnosti održavanja sposobnosti procesa da proizvodi proizvode u odgovarajućem kvalitetu. Ova mjera se izračunava i prati samo preko analize kontrolnih karata i u slučaju kada je proces pod kontrolom i tačan. U okviru stabilnosti procesa razlikujemo sposobnosti podešavanja proizvodne i opreme i sposobnosti proizvodnog procesa.

Osnovna mjera sposobnosti je index sposobnosti odgovarajućeg procesa i on pokazuje rasipanja mašine ili procesa u odnosu na specifikaciju i izračunava se:

- Index sposobnosti mašine ili procesa

$$C_m = \frac{GGT - DGT}{8\sigma} \quad \text{ili} \quad C_p = \frac{GGT - DGT}{6\sigma} = \frac{T_{pre}}{T_{nat}} \geq 1,33$$

- Indeks sposobnosti podešavanja proizvodne opreme:

$$C_{ppo} = \frac{GGT_{ppo} - DGT_{ppo}}{6\sigma} = \frac{T_{ppo}}{T_{nat}} \geq 1,1$$

Pri čemu je:

GGT; DGT – gornja i donja granica specifikacije;

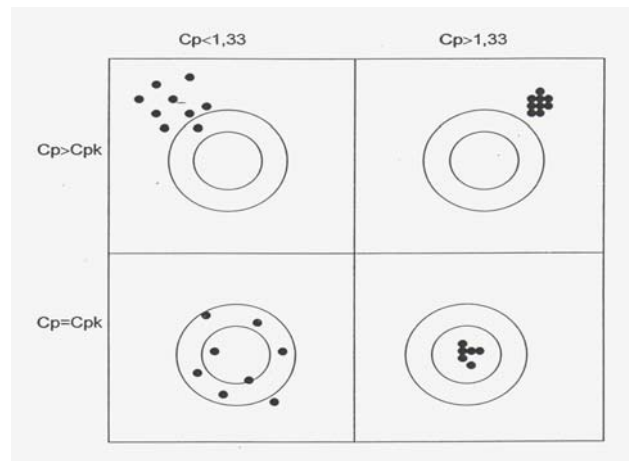
$T_{pre}$ -tolerancija karakteristika proizvoda – specifikacija;

$T_{nat}$ -prirodna tolerancija mašine, procesa ili procesa podešavanja proizvodne opreme;

$\Sigma$ -standardno odstupanje dobijeno iz istraživanja sposobnosti mašine, procesa ili procesa podešavanja proizvodne opreme;

$GGT_{ppo}$  i  $DGT_{ppo}$ -gornja i donja kontrolna granica specifikacije za podešavanje proizvodne opreme;

$T_{ppo}$ -tolerancija ili karakteristike utvrđena za podešavanje proizvodne opreme.



SLIKA 3. SPOSOBNOST PROCESA U ZAVISNOSTI OD VRIJEDNOSTI KOEFICIJENATA  $C_p$  i  $C_{pk}$ .

#### 4. PRIMJENA SPC METODE U OCJENI SPOSOBNOSTI PROCESA U FIRMI FAD

Fabrika automobilskih dijelova FAD d.d. Jelah, kao proizvođač dijelova kočionog sistema i upravljačke transmisije za putnička vozila, u svom svakodnevnom poslu primjenjuje različite metode i tehnike. Primarni cilj ovoga preduzeća predstavlja vraćanje na ranije pozicije i osvajanje novih tržišta u zemlji i inostranstvu. Na putu ostvarivanja ove poslovne politike prvi korak je bio razvoj sistema kvaliteta prema zahtjevima standarda ISO 9001. Preduzeće FAD posjeduje certifikat za razvijen sistem kvaliteta prema zahtjevima standarda DIN EN ISO 9001:1994 izdat od strane akreditovane kuće TÜV Management Service GmbH. Fabrika automobilskih dijelova FAD Jelah-Tešanj, bila je u bivšoj Jugoslaviji jedini proizvođač dijelova kočionog sistema za putnička vozila njemačkog auto koncerna VW AG i član njegovog lanca dobavljača. O navedenoj činjenici najbolje svjedoči činjenica da je 1990.

godine, FAD dobio status A dobavljača koncerna VW sa dijelovima iz kočionog sistema namijenjenih programu putničkih vozila.

Naredni korak je bio uspostavljanje poslovne saradnje sa dugogodišnjim inostranim partnerom FAD-a, poznatim njemačkim proizvođačem vozila Volkswagen AG. Krajnji proizvođači vozila u svijetu postavljaju veoma stroge zahtjeve i kriterijume za uvođenje novih dobavljača shodno zahtjevima standarda kvaliteta u autoindustriji kao što su: ISO/TS 16949, VDA 6, QS 9000, AVSQ i EAQF. Prema tome, cilj FAD-a je da u narednom periodu usaglasi vlastiti sistem kvaliteta sa zahtjevima gore navedenih standarda autoindustrije.

Kontrolom stabilnosti završnog procesa izrade kočionog diska se stvaraju uslovi za kontrolu stabilnosti u cjelokupnom procesu, jer se na osnovu nje određuju:

- Reprezentativne vrijednosti i
- Standardne vrijednosti.

Upoređenjem odnosa reprezentativne vrijednosti i propisanih granica tolerancija se utvrđuju da li reprezentativne vrijednosti odgovaraju sljedećim zahtjevima:

a) za simetričnu normalnu raspodjelu

$$DGT\langle(X_0 - 3\sigma_0) \text{ i } GGT\rangle(X_0 + 3\sigma_0)$$

b) kada je zadata samo jedna od granica

$$DGT\langle(X_0 - 3\sigma_0) \text{ ili } GGT\rangle(X_0 + 3\sigma_0)$$

c) za nesimetričnu normalnu raspodjelu, uzimajući u obzir i smjer pomjerenosti krive raspodjele

$$DGT\langle(X_0 - 3\sigma_0) \text{ i } GGT\rangle(X_0 + 4\sigma_0) \text{ ili}$$

$$DGT\langle(X_0 - 4\sigma_0) \text{ i } GGT\rangle(X_0 + 3\sigma_0)$$

d) kada je zadata samo jedna od granica

$$DGT\langle(X_0 - 3\sigma_0) \text{ ili } GGT\rangle(X_0 - 4\sigma_0) \text{ ili}$$

$$DGT\langle(X_0 + 4\sigma_0) \text{ ili } GGT\rangle(X_0 + 3\sigma_0)$$

Ako su zahtjevi zadovoljeni, standardne vrijednosti su jednake reprezentativnim i na osnovu njih se određuju centralne vrijednosti i kontrolne granice za kontrolu stabilnosti u procesu. U suprotnom, se pokreće postupak za izmjene u regulisanju procesa ili promjenu granica tolerancije.

Stabilnost u procesu se prati preko  $\bar{x}, \bar{R}$  ili  $\bar{x}, \sigma$  karti. U kontrolnim kartama su ucrtane kontrolne granice i centralna linija.

Kako je poznato, proces može biti stabilan, a pri tome neprecizan i netačan. Da bi se utvrdila sposobnost procesa, određuju se sljedeći statistički parametri procesa:

- relativna širina rasipanja procesa;
- indeks preciznosti procesa  $C_p$ ;
- indeks tačnosti procesa  $C_{pk}$ .

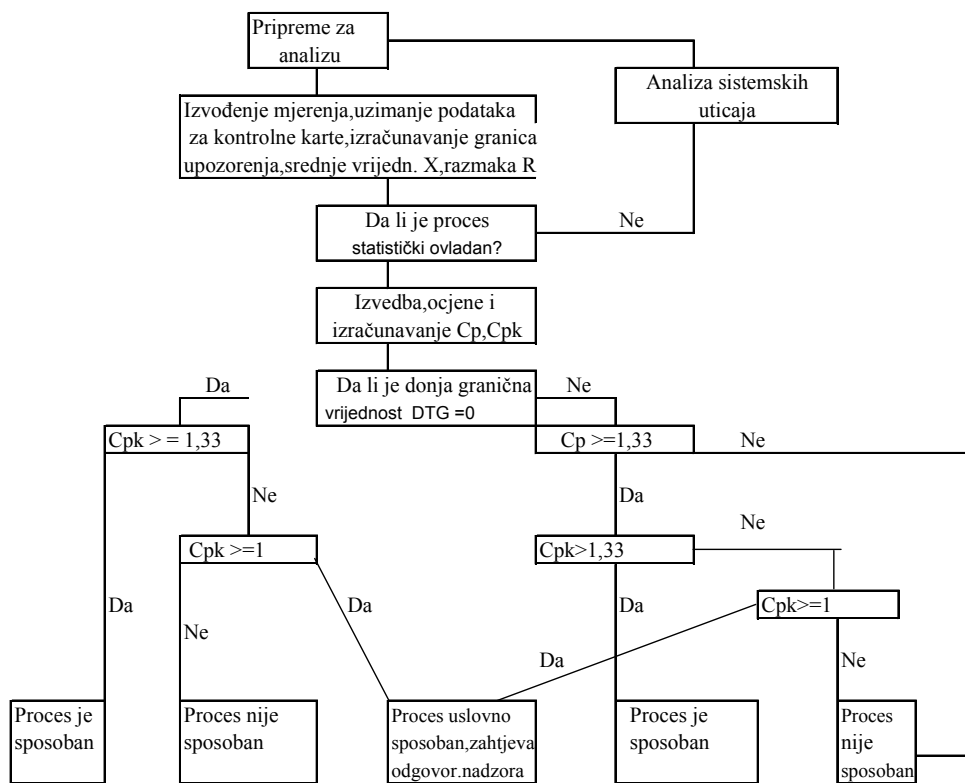
Preciznost procesa se određuje na osnovu sljedećih kriterija:

- a)  $C_p < 1$ , proces neprecizan;
- b)  $1 < C_p < 1,33$  proces kritično precizan;
- c)  $C_p > 1,33$  proces precizan.

Tačnost procesa je određena istim kriterijumima za parametar  $C_{pk}$ .

Kada je proces netačan, pomoću krive normalne raspodjele izračunava se procenat uzoraka (mjerjenja) iznad gornje i donje granice tolerancije i greška regulacije procesa.

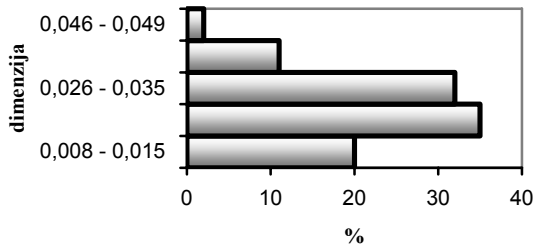
### Klasifikacija sposobnosti procesa (prema VDA metodologiji)



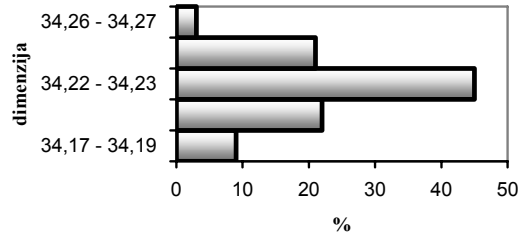
SLIKA 4. PRIKAZ KLASIFIKACIJE SPOSOBNOSTI PROCESA PREMA VDA METODOLOGIJI.

TABELA 1. SPC KONTROLA PROCESA IZRADE KOČIONOG DISKA 1J0 615 601.

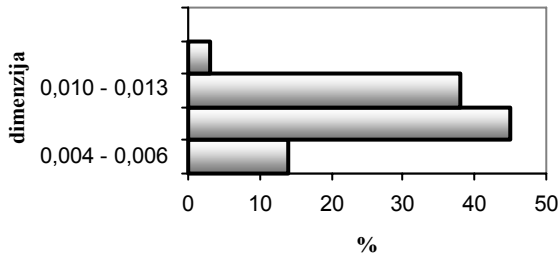
Parametri SPC	n	m	$\bar{x}$	$\bar{R}$	$S_R$	$C_P$	$C_{pk}$
Vitalne kote							
9 <sub>-0,2</sub>	5	50	8,961	0,03	0,012	2,77	1,06
65 <sup>0,046</sup>	5	50	65,016	0,011	0,0043	1,78	2,32
5,4 <sub>-0,4</sub>	5	50	5,232	0,031	0,0133	5,0	4,2
34,17 <sup>+0,1</sup>	5	50	34,122	0,0368	0,0158	2,1	3,1
↗ 0,07	5	50	0,031	0,026	0,017	1,39	1,74
↗ 0,06	5	50	0,024	0,021	0,009	1,11	1,34
□ 0,05	5	50	0,0161	0,0094	0,004	2,08	2,82
// 0,1	5	50	0,028	0,0274	0,0117	1,42	2,06
Razlika debljina 0,02	5	50	0,00905	0,00522	0,002245	1,48	1,62



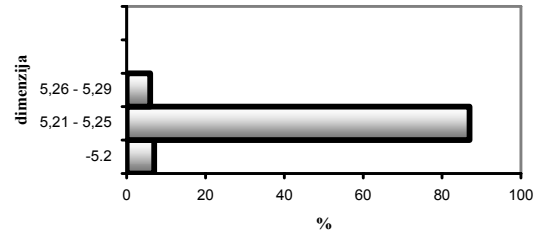
SLIKA 5. SPC ZA ZAHTJEV  $\nearrow$  0,06



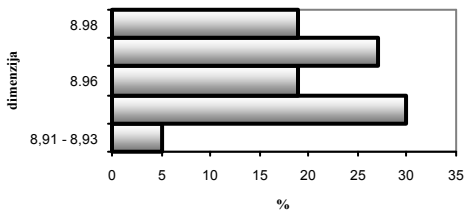
SLIKA 6. SPC ZA ZAHTJEV  $34,17^{\pm 0,1}$



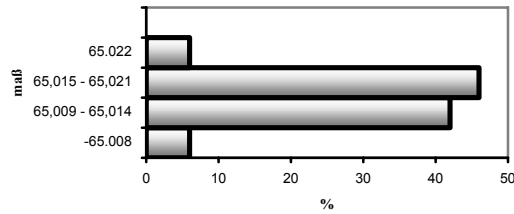
SLIKA 7. SPC ZA ZAHTJEV – RAZLIKA DEBLJINA 0,02



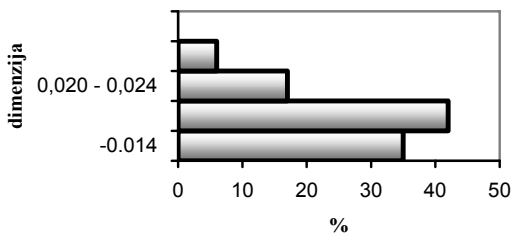
SLIKA 8. SPC ZA ZAHTJEV  $5,4_{0,4}$



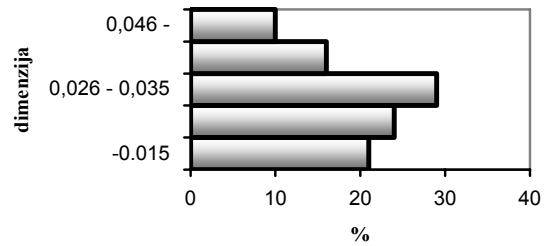
SLIKA 9. SPC ZA ZAHTJEV  $9_{0,2}$



SLIKA 10. SPC ZA ZAHTJEV  $65^{0,046}$



SLIKA 11. SPC ZA ZAHTJEV  $\square$  0,05.



SLIKA 12. SPC ZA ZAHTJEV  $\parallel$  0,1.

## 5. ZAKLJUČAK

Iz prezentovanog primjera provedene SPC procesa mašinske obrade kočionog diska 1J0 615 601, mogu se izvesti sljedeći osnovni zaključci:

- Proveden je postupak ocjene sposobnosti procesa mašinske obrade kočionog diska 1 J0 615 601 korištenjem SPC metode.
- Značaj provodivosti analize sposobnosti procesa mašinske obrade kočionog diska proističe iz visokih zahtjeva koji se postavljaju spram njegove funkcionalnosti i sigurnosti u radu. On spada u grupu životno važnih dijelova (dio sa D karakteristikom).
- Praćenje stabilnosti procesa je obavljeno na 9 vitalnih zahtjeva analiziranog kočionog diska sa prikazom računskim putem dobijenih vrijednosti za koeficijente  $c_p$  i  $c_{pk}$ . Sve navedene vrijednosti su date u tabeli 1.
- Prezentovan je histogramski prikaz rasipanja vrijednosti za svih 9 vitalnih konstruktivnih zahtjeva kočionog diska 1 J0 615 601 (vidi slike od 5 do 12).
- Proces je stabilan pošto srednja vrijednost uzorka leži između utvrđenih granica.
- Sposobnost procesa definiraju indeksi  $C_p$  i  $C_{pk}$  koji kažu da li je proces sposoban, centriran i stabilan za rad u određenim tolerancijama.

## 6. REFERENCE

- [1] Alagić Ismar :”Alati za upravljanje kvalitetom u primjeni”, Naučno stručni skup “KVALITET 99”,str.149-160, Mašinski fakultet, Zenica,1999.