

Sposobnost i tačnosti procesa

1. U procesu proizvodnje PVC profila kontroliše se karakteristika kvaliteta težina po metru profila. Projektovana karakteristika kvaliteta definisana je specifikacijom $X_g=2,74$ kg/m i $X_d=2,54$ kg/m. Pretpostavka je da se vrednosti ove karakteristike kvaliteta ponašaju prema zakonu normalne raspodele. Praćenjem procesa na dovoljno velikom uzorku izvršen je proračun parametara $\bar{X} = 2,6$ kg/m, $\sigma = 0,025$ kg/m.

Potrebno je:

- Oceniti sposobnost procesa stvaranja ove karakteristike kvaliteta;
- Oceniti tačnost procesa;
- Proceniti očekivanu količinu (%) loših komada, po ovoj karakteristici kvaliteta, a koji se može očekivati pri serijskoj proizvodnji;
- Za slučaj centriranog procesa proceniti očekivanu količinu (%) loših komada, po ovoj karakteristici kvaliteta;
- Ako se očekuje variranje početno centriranog procesa u odnosu na sredinu tolerantnog polja, usled uticaja većeg broja faktora tokom serijske proizvodnje, za vrednosti $\pm 1,5\sigma$ proračunati maksimalni procenat loših profila kao mogući izlaz iz ovog procesa.

Rešenje:

a) Da bi se ocenila sposobnost procesa koristimo analitičku metodu i proračun koeficijenta:

$$C_p = \frac{T}{T_p} = \frac{0,2}{0,15} = 1,333$$

gde je:

$$T = X_g - X_d = 2,74 - 2,54 = 0,2 \text{ kg/m}$$

$$T_p = 6\sigma = 6 \cdot 0,025 = 0,15 \text{ kg/m}$$

Na osnovu proračunate vrednosti od $1,333 > 1$ može se zaključiti da je proces SPOSOBAN!

* Za proces se može reći da je sposoban ako je $C_p \geq 1$ **I USLOV TAČNOSTI**.

b) Da bi se ocenila tačnost procesa procenjuje se njegova sposobnost u odnosu na gornju, tj. donju granicu mera:

$$C_{pk} = \min(C_{pg}, C_{pd}) = \min(1,8667; 0,8) = 0,8 \quad C_{pk} \geq 1 \text{ **II USLOV TAČNOSTI** .}$$

Gde su:

$$C_{pg} = \frac{X_g - \bar{X}}{3\sigma} = \frac{2,74 - 2,6}{3 \cdot 0,025} = 1,8667$$

$$C_{pd} = \frac{\bar{X} - X_d}{3\sigma} = \frac{2,6 - 2,54}{3 \cdot 0,025} = 0,8$$

Na osnovu proračunate vrednosti $C_{pk} = 0,8 < 1$ može se zaključiti da je proces NETAČAN u odnosu na donju granicu mera.

c) Za proračun ukupnog broja loših proizvoda koji nastaju iz procesa koriste se formule za proračun količine dobrih komada, zapravo proračunavamo verovatnoću da se vrednost X pronađe između zadatih vrednosti X_g i X_d . Ako se primeni Laplasova funkcija za proračun površine ispod krive normalne raspodele onda se ova verovatnoća može u parametarskom obliku definisati kao:

$$P = \Phi(t_2) - \Phi(t_1)$$

Gde je:

$$t_2 = \frac{X_g - \bar{X}}{\sigma} = \frac{2,74 - 2,6}{0,025} = 5,6, \text{ a iz tablice za normalnu raspodelu se očitava vrednost za } \Phi(t_2) = 0,5$$

$$t_1 = \frac{X_d - \bar{X}}{\sigma} = \frac{2,54 - 2,6}{0,025} = -2,4, \text{ a iz tablice za normalnu raspodelu se očitava vrednost za } \Phi(t_1) = 0,4918$$

gde se za potrebe proračuna (Tablica 1.1 daje vrednosti integrala od 0 do t) može smatrati * $\Phi(-t) = 1 - \Phi(t)$

$$P = \Phi(t_2) - \Phi(t_1) = 0,5 - (-0,4918) = 0,9918 = 99,18\%$$

Procenat loših komada je $100 - P = 100 - 99,18 = 0,82\%$

d) Za proračun ukupnog broja loših proizvoda koji nastaju iz centriranog procesa mogu da se koriste formule ako se pretpostavi da je $\bar{X} = X_{sr} = \frac{X_g + X_d}{2} = 2,64$:

$$P = \Phi(t_2) - \Phi(t_1) = 0,49997 - (-0,49997) = 0,99994 = 99,94\%$$

Gde je:

$$t_2 = \frac{X_g - \bar{X}}{\sigma} = \frac{2,74 - 2,64}{0,025} = 4, \text{ a iz tablice za normalnu raspodelu se očitava vrednost za } \Phi(t_2) = 0,49997$$

$$t_1 = \frac{X_d - \bar{X}}{\sigma} = \frac{2,54 - 2,64}{0,025} = -4, \text{ a iz tablice za normalnu raspodelu se očitava vrednost za } \Phi(t_1) = -0,49997$$

Procenat loših komada je $1 - P = 1 - 0,99994 = 0,00006 = 0,06\%$

e) Za proračun ukupnog broja loših proizvoda koji nastaju iz pomećenog procesa u odnosu na sredinu tolerantnog polja X_{sr} mogu da se pretpostave dva slučaja da je $\bar{X}_2 = X_{sr} + 1,5\sigma = 2,6775$ i $\bar{X}_1 = X_{sr} - 1,5\sigma = 2,6025$, pri čemu je $X_{sr} = 2,64$. Vrednosti količine loših dovoljno je da se proračuna za jedan slučaj, jer je u drugom pomeranja procesa isti procenat neusaglašenih.

$$p = \Phi(t_2) - \Phi(t_1)$$

Gde je:

$$t_2 = \frac{X_g - \bar{X}}{\sigma} = \frac{2,74 - 2,6775}{0,025} = 2,5, \text{ a iz tablica T1.1 se očitava vrednost za } \Phi(t_2) = 0,4838$$

$$t_1 = \frac{X_d - \bar{X}}{\sigma} = \frac{2,54 - 2,6775}{0,025} = -5,5, \text{ a iz tablica T1.1 se očitava vrednost za } \Phi(t_1) = 0,5$$

$P = \Phi(t_2) - \Phi(t_1) = 0,4838 - (-0,5) = 0,9838 = 98,38\%$ dobrih, odnosno maksimalan procenat loših komada je $1 - P = 1 - 0,9838 = 0,0162 = 1,62\%$

2. Hemijska laboratorija proizvodi i pakuje određenu supstancu koja se koristi u procesu proizvodnje krema za ruke. Za količinu od 1 kg kreme pod proizvođačkom oznakom K023, po recepturi potrebna je količina supstance u iznosu od 10g. Supstanca značajno poboljšava kvalitet kreme, ali ako se doda više od 11g na navedenu količinu kremi se smanjuje rok trajanja, a karakteristike zbog kojih se supstanca i dodaje ostaju iste. Da bi izbegao potrebu za merenjem ove supstance, proizvođač kreme traži od dobavljača, hemijske laboratorije da ovu supstancu pakuje u kesice od 10g. Dozer kojim se puni supstanca u kesice tokom ispitivanja je pokazao rezultate prikazane u tabeli. Da li je proces punjenja supstance u kesice sposoban da zadovolji korisnikove zahteve? Proračunati tačnost procesa.

Redni broj uzorka	Vreme	Xi1	Xi2	Xi3	Xi4	Ri	Xsri
1	07:00	11,1	10,9	10,8	10,8	0,3	10,9
2	08:30	11,2	11,1	11,3	10,8	0,5	11,1
3	10:00	10,9	11,1	11,2	11,1	0,3	11,075
4	11:30	10,8	10,9	11,1	11,1	0,3	10,975
5	12:00	10,7	10,8	11,1	11,1	0,4	10,925

Rešenje:

Proračun sposobnosti

$$C_p = \frac{T}{T_p}$$

Gde je $T = X_g - X_d = 11 - 10 = 1$

$T_p = 6\sigma = 6 \cdot 0,175 = 1,049$

gde je:

$$\sigma = \frac{\bar{R}}{d_2} = \frac{0,36}{2,059} = 0,175$$

i

$$\bar{R} = \frac{\sum_{i=1}^k R_i}{k} = \frac{0,3 + 0,5 + 0,3 + 0,3 + 0,4}{5} = 0,36$$

a za $n=4$, iz tabele 3.1 mogu se očitati vrednost za $d_2=2,059$

Na osnovu prethodnih podataka moguće proračunati C_p kao:

$$C_p = \frac{1}{1,049} = 0,953$$

Proces nije sposoban jer nije zadovoljen uslov da je $C_p \geq 1$. Ovim je i proces NETAČAN!!!

Proračun tačnosti: $C_{pk} = \min(C_{pg}, C_{pd}) \geq 1$

$$C_{pg} = \frac{X_g - \bar{X}}{3\sigma} = \frac{11 - 10,995}{3 \cdot 0,175} = 0,01$$

$$C_{pd} = \frac{\bar{X} - X_d}{3\sigma} = \frac{10,995 - 10}{3 \cdot 0,175} = 1,897$$

gde je

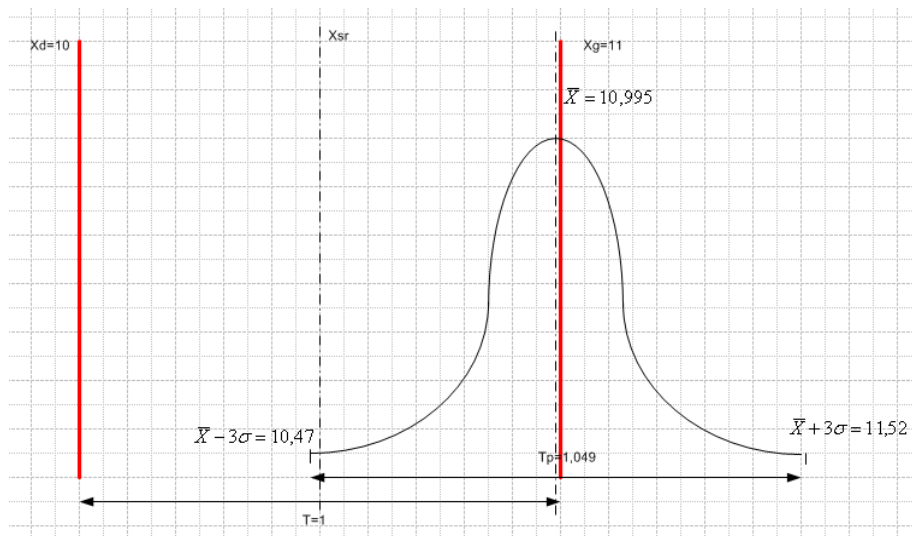
$$\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^k \bar{X}_i}{k} = \frac{10,9 + 11,1 + 11,075 + 10,975 + 10,925}{5} = 10,995$$

$Cpk = \min(Cpg, Cpd) = 0,01 < 1$ Proces je netačan u odnosu na gornju granicu Xg .

3. Za slučaj prethodnog zadatka prikazati grafički odnos tolerantnih polja tj. sposobnosti i tačnosti procesa. Proračunati procenat loših proizvoda iz ovog procesa.

Rešenje:

Odnos specifikacijom zadatog tolerantnog polja i prirodne tolerancije procesa prikazan je slikom 1.



Slika 1. Odnos tolerantnih polja tj. sposobnosti i tačnosti procesa

Procenat dobro proizvedenih komada iz procesa u okviru definisanih specifikacija računa se kao:

$$P = \Phi(t2) - \Phi(t1)$$

Gde je:

$$t2 = \frac{Xg - \bar{X}}{\sigma} = \frac{11 - 10,995}{0,175} = 0,0286, \text{ a iz tablice za normalnu raspodelu se očitava vrednost za } \Phi(t2) = 0,012$$

$$t1 = \frac{Xd - \bar{X}}{\sigma} = \frac{10 - 10,995}{0,175} = -5,69, \text{ a iz tablice za normalnu raspodelu se očitava vrednost za } \Phi(t1) = -0,5$$

$$P = \Phi(t2) - \Phi(t1) = 0,012 - (-0,5) = 0,512 = 51,2\%$$

Procenat loših komada je $100 - P = 100 - 51,2 = 48,8\%$

4. Izvršen je generalni remont dozera iz prethodnog zadatka i izvršeno njegovo ponovno ispitivanje. Rezultati su prikazani u tabeli u nastavku.

a) Da li dozer u ovom slučaju može da zadovolji zahteve tj. zadatu specifikaciju?

b) Kako bi podesili otvor na ovom dozeru da bi rezultati njegove upotrebe bili optimalni u pravcu potrebe za njegovim čišćenjem i održavanjem. (Napomena: prilikom punjenja supstance u kesice dolazi do zgrušavanja i nagomilavanja supstance na otvoru dozera čime se prečnik otvora smanjuje i potrebno je zaustavljanje procesa i njegovo čišćenje.)

c) Ovaj optimalan slučaj prikazati i grafički.

Redni broj uzorka	Vreme	Xi1	Xi2	Xi3	Xi4	Ri	Xsri
1	07:00	11,1	11	11	11	0,1	11,025
2	08:30	11,2	11,1	11,3	11	0,3	11,15
3	10:00	11	11,1	11,2	11,1	0,2	11,1
4	11:30	11	11	11,1	11,1	0,1	11,05
5	12:00	11	11	11,1	11,1	0,1	11,05

Rešenje:

a) Da bi se sagledalo da li proces može da zadovolji zadatku specifikaciju neophodno je izvršiti proračun sposobnosti procesa:

$$C_p = \frac{T}{T_p}$$

Gde je $T = Xg - Xd = 11 - 10 = 1$

$T_p = 6\sigma = 6 \cdot 0,078 = 0,466$

Gde je:

$$\sigma = \frac{\bar{R}}{d_2} = 0,078$$

$$\text{Gde je } \bar{R} = \frac{\sum_{i=1}^k R_i}{k} = 0,16$$

a za $n=4$, iz tabele 3.1 mogu se očitati vrednost za $d_2=2,059$

$$C_p = \frac{1}{0,466} = 2,14$$

Proces je sposoban jer je zadovoljen uslov da je $C_p \geq 1$.

Proračun tačnosti: $C_{pk} = \min(C_{pg}, C_{pd}) \geq 1$

$$C_{pg} = \frac{Xg - \bar{X}}{3\sigma} = \frac{11 - 11,075}{3 \cdot 0,078} = -0,322$$

$$C_{pd} = \frac{\bar{X} - Xd}{3\sigma} = \frac{11,075 - 10}{3 \cdot 0,078} = 4,611$$

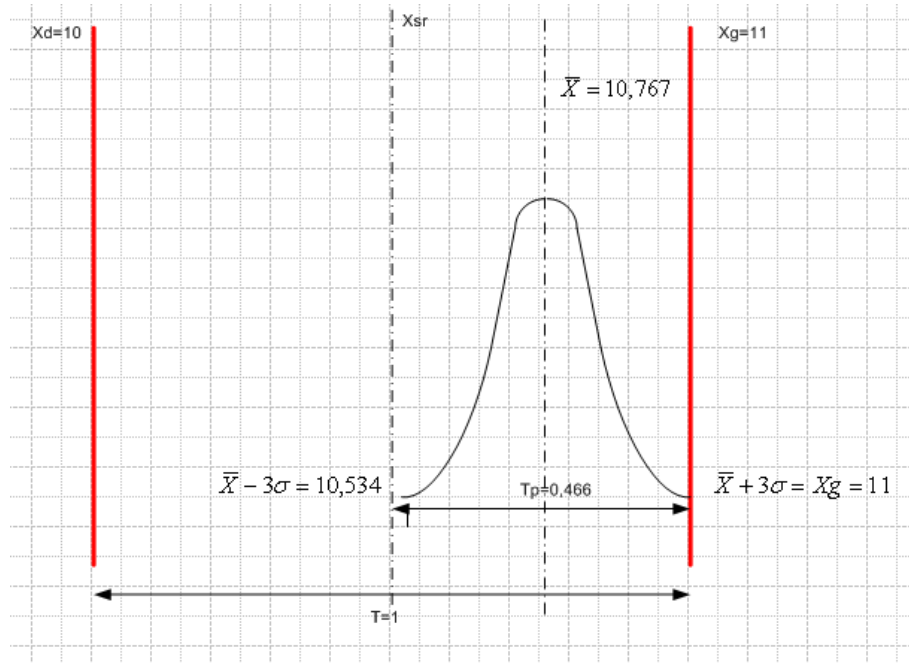
gde je

$$\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^k \bar{X}_i}{k} = 11,075$$

$Cpk = \min(Cpg, Cpd) = -0,322 < 1$ Proces je netačan u odnosu na gornju granicu Xg .

b) Proces treba podesiti tako da gornja granica rasipanja vrednosti iz procesa u okviru njegovih prirodnih granica Tp se poklapa sa gornjom granicom specifikacije od 11g. Prilikom nagomilavanja supstance na otvoru dozera smanjivaće se količina napunjenosti kesica sve dok donja granikca rasipanja Tp se ne poklopi sa donjom granicom tolerancije 10g, kada je neophodno zaustaviti proces i izvršiti čišćenje otvora dozera.

c) Videti sliku 2.



Slika 2. Grafički prikaz sposobnosti i tačnosti optimalno regulisanog procesa