

KATEDRA ZA PROIZVODNO MAŠINSTVO
 UPRAVLJANJE KVALITETOM PROIZVODA (0109)
 UPRAVLJANJE KVALITETOM PROIZVODA I (0117)

APRIL 2001. god.

I i II grupa

PISMENI ISPIT

1. U jednoj fabrici je izvršena kontrola karakteristika kvaliteta nekog obradnog procesa na jednomesečnom obimu proizvodnje. Svakog radnog dana je izvučen po jedan uzorak. Dobijeni rezultati su prikazani u tabeli 1. Potrebno je:
- Konstruisati kontrolne karte za procenat defektnih delova. Tokom narednih kontrola pomenutog obradnog procesa usvojena je prosečna veličina uzorka iz prethodnih kontrola; i
 - Odrediti verovatnoću da u čitavoj seriji delova napravljenih tog meseca neće biti više od 5 % defektnih delova.

TABELA 1.

RB	Veličina uzorka	Broj loših delova	RB	Veličina uzorka	Broj loših delova	RB	Veličina uzorka	Broj loših delova	RB	Veličina uzorka	Broj loših delova	RB	Veličina uzorka	Broj loših delova
1.	841	22	6.	2161	83	11.	2094	96	16.	955	45	21.	1094	54
2.	1490	63	7.	2033	65	12.	1737	81	17.	887	37	22.	1969	93
3.	1465	57	8.	2099	59	13.	1414	51	18.	1116	39	23.	1851	81
4.	1291	35	9.	1975	40	14.	1766	47	19.	1546	48	24.	1813	68
5.	1815	78	10.	1823	66	15.	1981	36	20.	1339	36	25.	1481	59

2. Na CNC strugu se izrađuje, karakteristika kvaliteta $X = \varnothing 60 \pm 0.1$ mm, alatom čija je postojanost 30 min.

Potrebno je, pri prvom periodičnom regulisanju alata:

- Ispitati mogućnost regulisanja alata metodom probnih komada, ako je $n_{PK} = 9$; i
- Ako je regulisanje moguće, izračunati granice aritmetičke sredine probne grupe, pod uslovom da je regulisanje pravilno izvedeno.

Poznati su sledeći podaci:

- Merenje je izvršeno mikrometrom, klase tačnosti 2;
- Greška postavljanja alata iznosi 0.015 mm;
- Apsolutne vrednosti grešaka usled elastičnosti i toplotnih dilatacija elemenata obradnog sistema su jednake;
- Zakon promene parametra habanja u vremenu glasi: $B_r = 0.7 \cdot t^{1.1}$ [μm];
- Osnovni skup se pokorava zakonu normalne raspodele, sa standardnim odstupanjem $\sigma = 0.012$ mm.

PRVA I DRUGA GRUPA**1. ZADATAK**

a) U prvom delu zadatka se traži da se kontroliše procenat defektnih delova u uzorku; dakle, crtamo p-karte. U tu svrhu će nam poslužiti sledeća tabela:

Tabela 3.

RB uzorka	n_i	broj defektnih delova	p_i [%]	Δp_{bar} [%]	$DKG_{p_{\text{bar}}}$ [%]	$GKG_{p_{\text{bar}}}$ [%]
1.	841	22	2.616	1.926	1.669	5.520
2.	1490	63	4.228	1.447	2.148	5.041
3.	1465	57	3.891	1.459	2.135	5.053
4.	1291	35	2.711	1.554	2.040	5.149
5.	1815	78	4.298	1.311	2.284	4.905
6.	2161	83	3.841	1.201	2.393	4.796
7.	2033	65	3.197	1.239	2.356	4.833
8.	2099	59	2.811	1.219	2.375	4.813
9.	1975	40	2.025	1.257	2.338	4.851
10.	1823	66	3.620	1.308	2.286	4.902
11.	2094	96	4.585	1.220	2.374	4.815
12.	1737	81	4.663	1.340	2.254	4.934
13.	1414	51	3.607	1.485	2.109	5.079
14.	1766	47	2.661	1.329	2.265	4.923
15.	1981	36	1.817	1.255	2.340	4.849
16.	955	45	4.712	1.807	1.787	5.401
17.	887	37	4.171	1.875	1.719	5.469
18.	1116	39	3.495	1.672	1.923	5.266
19.	1546	48	3.105	1.420	2.174	5.015
20.	1339	36	2.689	1.526	2.068	5.120
21.	1094	54	4.936	1.688	1.906	5.283
22.	1969	93	4.723	1.259	2.336	4.853
23.	1851	81	4.376	1.298	2.296	4.892
24.	1813	68	3.751	1.312	2.283	4.906
25.	1481	59	3.984	1.451	2.143	5.045
	40036		90.513			

Centralne linije i kontrolne granice u prethodnoj tabeli su dobijene na osnovu sledećih obrazaca:

- centralna linija:

$$CL_p = \bar{p} = \frac{1}{25} \sum_{i=1}^{25} p_i = \frac{90.513}{25} = 3.621 \%$$

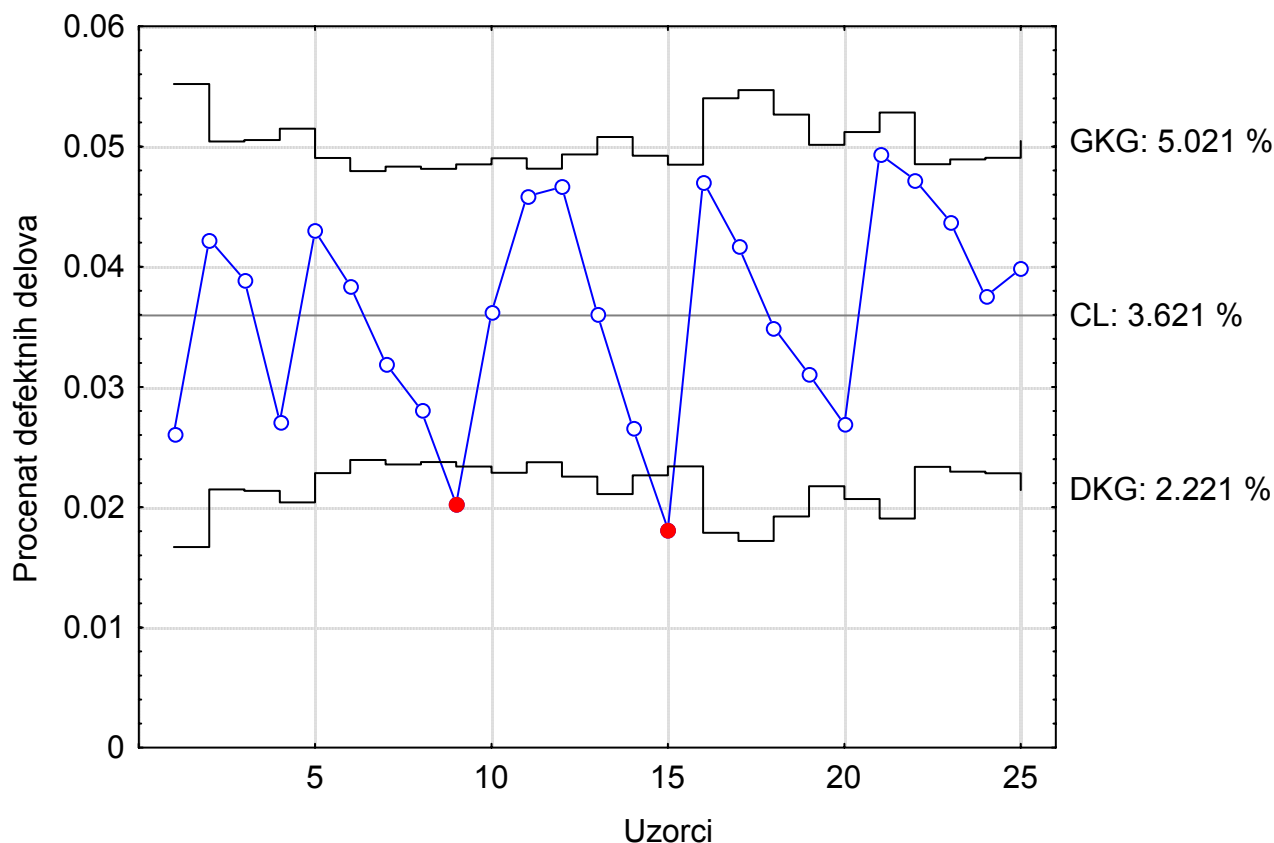
- gornja kontrolna granica:

$$GKG_p = \bar{p} + \Delta \bar{p} = \bar{p} + 3 \sqrt{\frac{\bar{p}(100 - \bar{p})}{n_i}} = 3.621 + 3 \sqrt{\frac{3.621 \cdot (100 - 3.621)}{n_i}} = 3.621 + \frac{56.044}{\sqrt{n_i}} \%$$

- donja kontrolna granica:

$$DKG_p = \bar{p} - \Delta \bar{p} = \bar{p} - 3 \sqrt{\frac{\bar{p}(100 - \bar{p})}{n_i}} = 3.621 - 3 \sqrt{\frac{3.621 \cdot (100 - 3.621)}{n_i}} = 3.621 - \frac{56.044}{\sqrt{n_i}} \%$$

Na osnovu dobijenih podataka crtamo kontrolnu p-kartu za protekli proces (slika 1.)



Slika 1. Kontrolna p-karta za protekli proces

Sa kontrolne karte za protekli proces vidi se da su tačke 9 i 15 prekoračile donju kontrolnu granicu, a to označava povišen kvalitet, tako da se one ne eliminišu i protekli proces se smatra stabilnim i tačnim.

Dakle, zadovoljeni su uslovi za crtanje kontrolne p-karte za tekući proces. Prema uslovu zadatka, za sve naredne kontrole će relevantan biti prosečan obim uzorka iz prethodnih ispitivanja, koji iznosi:

$$n = \frac{1}{25} \sum_{i=1}^{25} n_i = \frac{1}{25} \cdot 40036 = 1601.44 \approx 1602.$$

Sledi izračunavanje kontrolnih vrednosti za p-kartu za tekuće procese.

- Reprezentativna vrednost procenta defektnih delova:

$$p_r = \bar{p} = 3.621 \%$$

- Centralna linija:

$$CL_{\bar{p}}(\text{tek.}) = p' = p_r = 3.621 \%$$

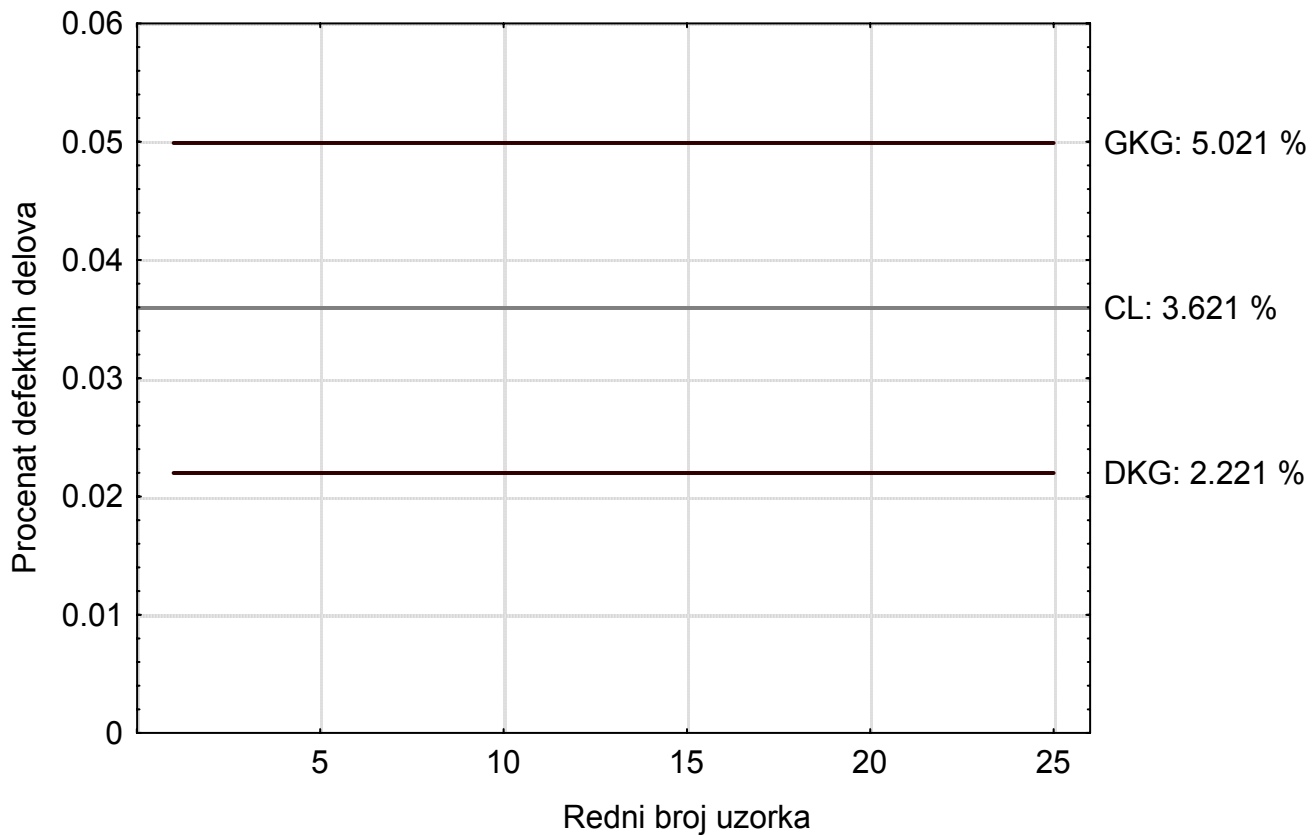
- Gornja kontrolna granica (za $n = 1602$):

$$GKG_{\bar{p}}(\text{tek.}) = p' + 3 \sqrt{\frac{p'(100 - p')}{n}} = 3.621 + 3 \sqrt{\frac{3.621 \cdot (100 - 3.621)}{1602}} = 5.021 \%$$

- Donja kontrolna granica (za $n = 1602$):

$$DKG_{\bar{p}}(\text{tek.}) = p' - 3\sqrt{\frac{p'(100-p')}{n}} = 3.621 - 3\sqrt{\frac{3.621 \cdot (100 - 3.621)}{1602}} = 2.221 \%$$

Sada možemo nacrtati i kontrolnu p-kartu za tekući proces (slika 2).



Slika 2. Kontrolna p-karta za tekući proces

b) U drugom delu zadatka je potrebno izračunati verovatnoću da u čitavoj seriji delova izrađenoj tog meseca neće biti više od 5 % defektnih delova. Pošto se ovde radi o dvoslojnom skupu (u njemu postoje samo ispravni i defektni delovi), koristimo odgovarajući obrazac za ocenu standardne devijacije osnovnog skupa:

$$s_p = \sqrt{\frac{p_r \cdot (100 - p_r)}{n}} = \sqrt{\frac{3.621 \cdot (100 - 3.621)}{1602}} = 0.467 \%$$

Tražena verovatnoća se izračunava iz sledećeg sistema jednačina:

$$P(p_o < 5 \%) = 0.5 + \phi(t), \text{ i}$$

$$p_r + t \cdot s_p = 5 \%$$

Iz druge jednačine dobijamo:

$$3.621 + t \cdot 0.467 = 5$$

$$t = \frac{5 - 3.621}{0.467} = 2.953$$

Kad dobijenu vrednost parametra t unesemo u prvi uslov, dobijamo:

$$P(p_o < 5 \%) = 0.5 + \phi(t) = 0.5 + 0.498425 = 0.998425$$

Dakle, tražena verovatnoća iznosi 99.84 %.

2. ZADATAK

a) Ispitivanje mogućnosti regulisanja alata metodom probnih komada

Dopuštena tolerancija regulisanja alata se dobija prema obrascu:

$$Tr_{dop} = T - (a + b) - 6\sigma \left(1 + \frac{1}{\sqrt{n_{PK}}} \right) = 200 - (0 + 59) - 6 \cdot 12 \cdot \left(1 + \frac{1}{\sqrt{9}} \right)$$

$$Tr_{dop} = 45 \text{ } \mu\text{m}$$

u kome figurišu sledeće veličine:

- $T = 0.1 + 0.1 = 0.2 \text{ mm} = 200 \text{ } \mu\text{m}$;
- $a = \Delta_e - \Delta_\theta = 0$ (iz uslova zadatka: $|\Delta_e| - |\Delta_\theta|$);
- $b = \Delta_h = 2 \cdot 0.7 \cdot t^{1.1} = 1.4 \cdot 30^{1.1} = 59.01 \approx 59 \text{ } \mu\text{m}$;
- $\sigma = 12 \text{ } \mu\text{m}$ (zadato);
- $n_{PK} = 9$ (zadato).

Računska vrednost tolerancije (greške) regulisanja se određuje prema obrascu:

$$Tr_{rac} = \sqrt{\Delta_p^2 + \Delta_m^2} = \sqrt{15^2 + 36^2} = 39 \text{ } \mu\text{m}$$

u kome figurišu sledeće veličine:

- $\Delta_p = 15 \text{ } \mu\text{m}$ (zadato);
- $\Delta_m = 36 \text{ } \mu\text{m}$ (UKP M1, tab.6.4, str.168).

Vidimo da je matematički uslov regulisanja alata metodom probnih komada ispunjen, jer je računski vrednost tolerancije regulisanja manja od dopuštene:

$$Tr_{rac} = 39 \text{ } \mu\text{m} < 45 \text{ } \mu\text{m} = Tr_{dop}$$

b) Određivanje raspona u kome se sme kretati aritmetička sredina probne grupe za slučaj pravilno izvedenog regulisanja:

$$\bar{x}_{min} = A_d + a + 3\sigma \cdot \left(1 + \frac{1}{\sqrt{n_{PK}}} \right) = 60 + 0 - 0.1 + 3 \cdot 0.012 \cdot \left(1 + \frac{1}{\sqrt{9}} \right) = 59.948 \text{ mm}$$

$$\bar{x}_{max} = A_g - b - 3\sigma \cdot \left(1 + \frac{1}{\sqrt{n_{PK}}} \right) = 60 - 0.059 + 0.1 - 3 \cdot 0.012 \cdot \left(1 + \frac{1}{\sqrt{9}} \right) = 59.993 \text{ mm}$$

Dakle, aritmetička sredina probne grupe za slučaj pravilnog regulisanja se sme kretati u intervalu:

$$59.948 \text{ mm} < \bar{x} < 59.993 \text{ mm} .$$