



ВЕЖБА 3

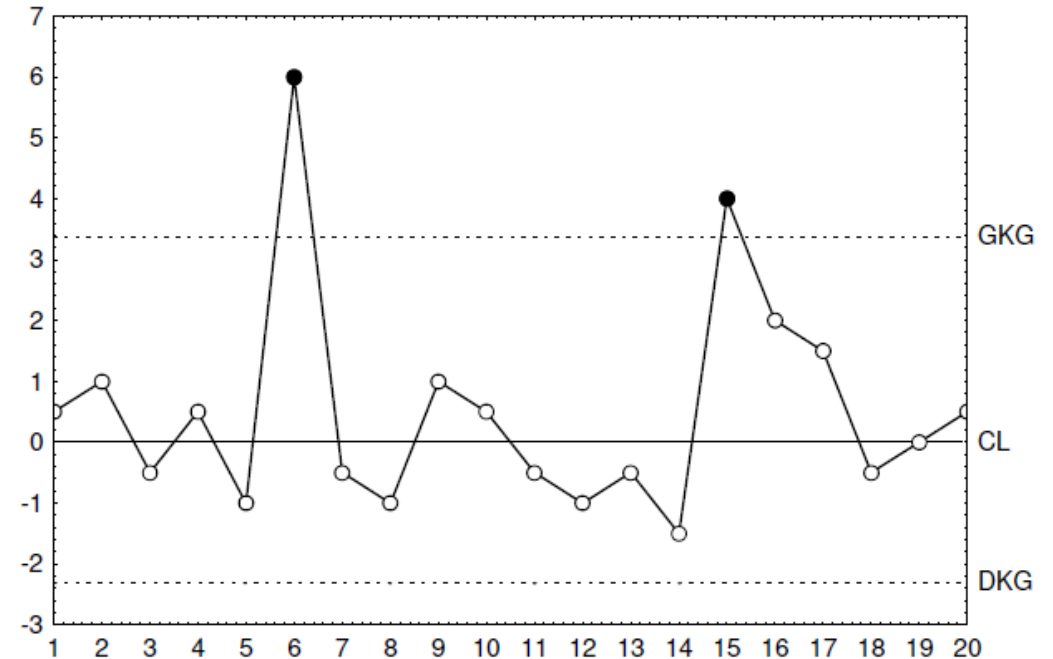
Контролне карте



Контролне карте - Општи преглед

Користе се за:

- ☐ Праћење варијабилности производних процеса
- ☐ Анализу стања производних процеса
- ☐ Откривање места где настаје варијабилност
- ☐ Превенција проблема у производњи



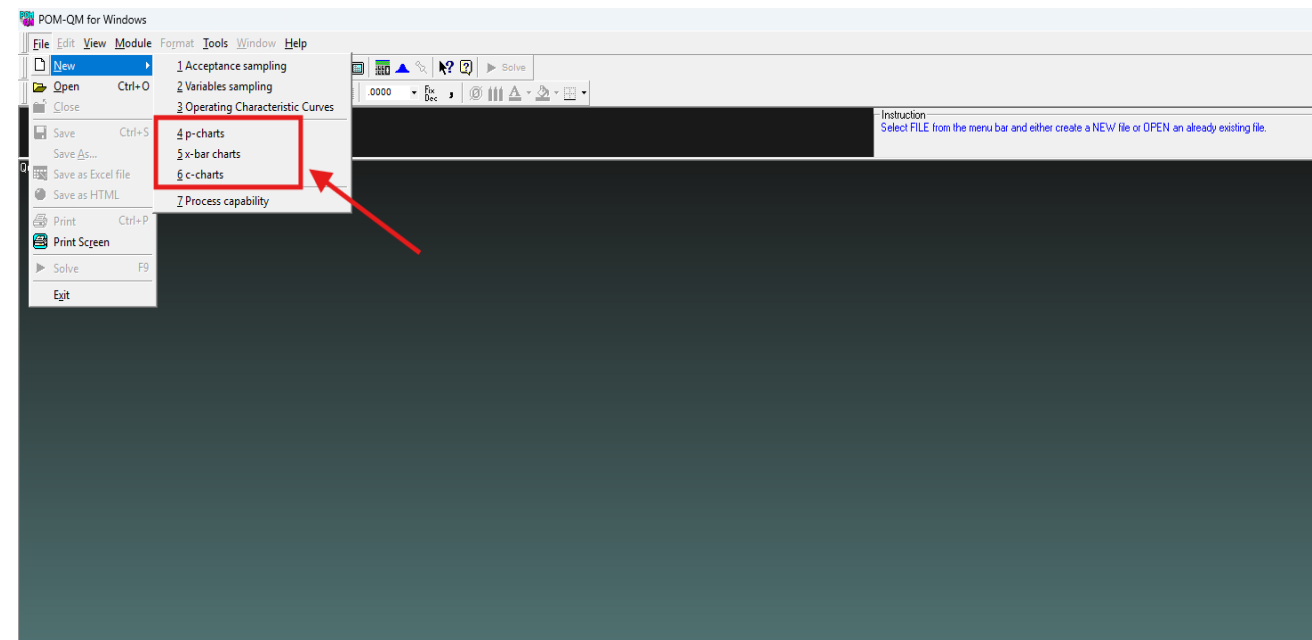
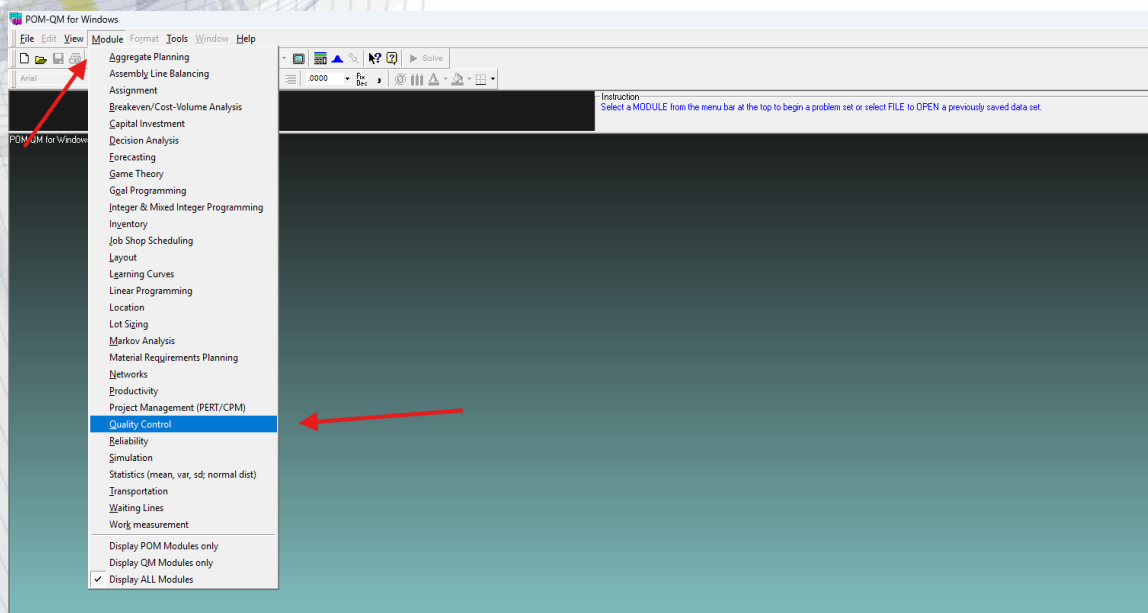
Слика 1. Општи изглед контролне карте

GKG – Горња контролна граница

CL – Централна линија (номинална вредност)

DKG – Доња контролна граница

Креирање контролних карти коришћењем софтвера – POM-QM for Windows



- Корак 1: Одабрати модул Quality Control
- Корак 2: У зависности од потребе из падајућег мениа одабрати X - карту, P – карту или C - карту



p карте – општа правила

- Испитује ниво шкарта када се предпоставља да се они распоређују по **биномној** **расподели**

$$GKG = \bar{p} + 3 \cdot \sqrt{\frac{\bar{p} \cdot (1 - \bar{p})}{n}}$$

$$CL = \bar{p}$$

$$DKG = \bar{p} - 3 \cdot \sqrt{\frac{\bar{p} \cdot (1 - \bar{p})}{n}}$$



Пример 1

Потребно је конструисати p карту за процес производње керамичких плочица. Подаци 20 узорака од по 100 мерења приказани су у табели.

uzorak	no.šk	uzorak	no.šk
1	44	11	36
2	48	12	52
3	32	13	35
4	50	14	41
5	29	15	42
6	31	16	30
7	46	17	46
8	52	18	38
9	44	19	26
10	48	20	30

Корак 1.

Create data set for Quality Control/p-charts

Title: **P karta - pr ploica** Modify default title

Number of Samples: **20**

Row names:

- ☐ Sample 1, Sample 2, Sample 3,...
- ☐ a, b, c, d, e, ...
- ☐ A, B, C, D, E, ...
- ☒ **1, 2, 3, 4, 5, ...**
- ☐ January, February, March, April, ...
- ☐ Other

Click here to set start month

Cancel Help OK

Корак 2.

File Edit View Module Format Tools Window Help

Method: **3 sigma (99.73%)** Sample Size: **100**

Sample Number	Defects
Sample 1	44
Sample 2	48
Sample 3	32
Sample 4	50
Sample 5	29
Sample 6	31
Sample 7	46
Sample 8	52
Sample 9	44
Sample 10	48
Sample 11	36
Sample 12	52
Sample 13	35
Sample 14	41
Sample 15	42
Sample 16	30
Sample 17	46
Sample 18	38
Sample 19	26
Sample 20	30

Резултати:

File Edit View Module Format Tools Window Help

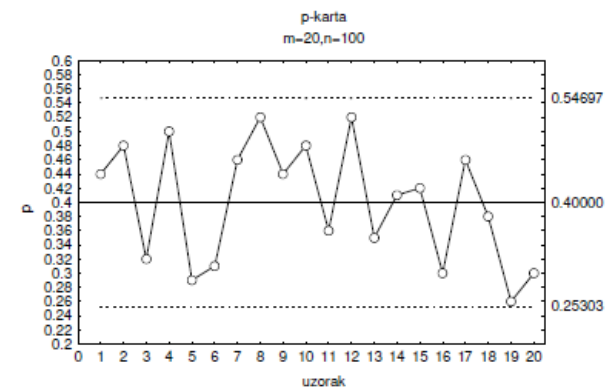
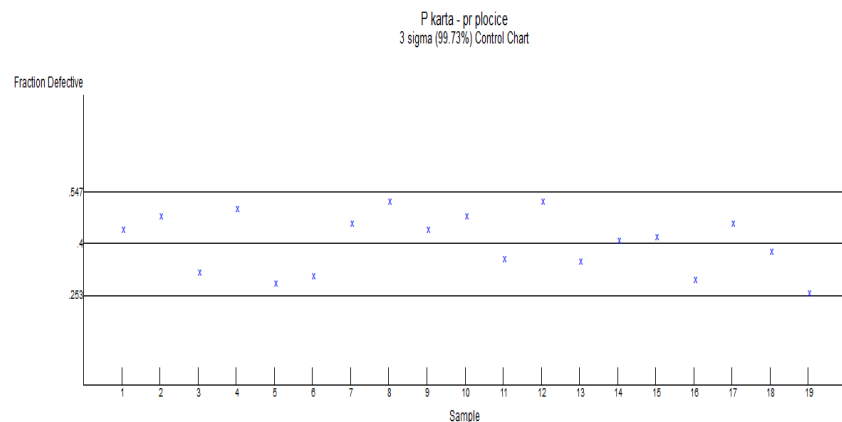
Method: 3 sigma (99.73%) Sample Size: 100

Quality Control Results

Sample	Number of Defects	Fraction Defective	3 sigma (99.73%)
Sample 1	44	.44	
Sample 2	48	.48	
Sample 3	32	.32	
Sample 4	50	.50	
Sample 5	29	.29	
Sample 6	31	.31	
Sample 7	46	.46	
Sample 8	52	.52	
Sample 9	44	.44	
Sample 10	48	.48	
Sample 11	36	.36	
Sample 12	52	.52	
Sample 13	35	.35	
Sample 14	41	.41	
Sample 15	42	.42	
Sample 16	30	.30	
Sample 17	46	.46	
Sample 18	38	.38	
Sample 19	26	.26	
Sample 20	30	.30	

Summary Statistics:

Total Defects	800
Total units sampled	2000
Defect rate (pbar)	.4
Std dev of proportions	.049
UCL (Upper control limit)	.547
CL (Center line)	.4
LCL (Lower Control Limit)	.253





С карте – општа правила

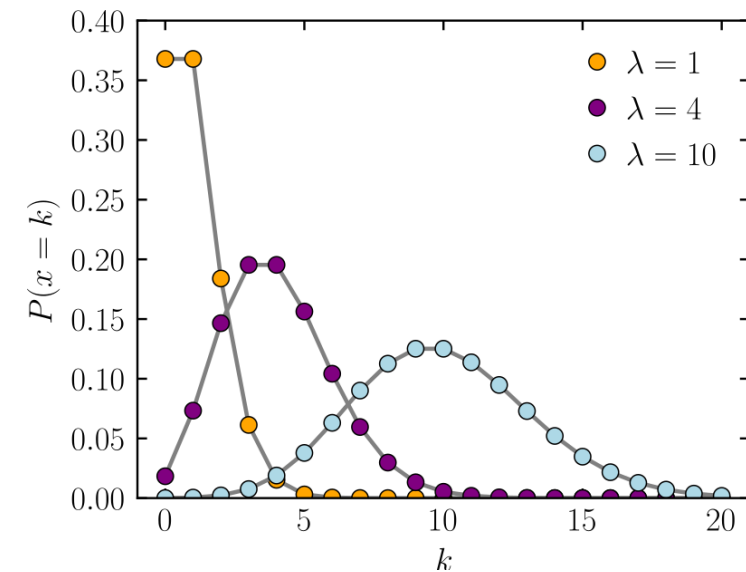
- Праћење стабилности процеса, испитивањем броја дефеката, када се претпоставља да се процес понаша по **Поасоновој** **расподели**, са параметром λ

$$\bar{C} = \frac{1}{m} \cdot \sum_{i=1}^m c_i$$

$$GKG = \bar{C} + 3 \cdot \sqrt{\bar{C}}$$

$$CL = \bar{C}$$

$$DKG = \bar{C} - 3 \cdot \sqrt{\bar{C}}$$



$$P_{(X=x)} = \frac{(\lambda^r e^{-\lambda})}{r!}$$



Пример 2

Штампана кола се склапају комбинацијом ручне и аутоматске монтаже. Аутоматска машина се користи за производњу механичких и електронских компоненти, тако да је процес скоро континуалан. Сваких сат времена, бира се 5 табли и врши се њихова контрола. Табела испод приказује резултате мерења за 20 узорака (дана). Конструисати C карту.

uzorak	no.šk	uzorak	no.šk	uzorak	no.šk	uzorak	no.šk
1	6	6	12	11	9	16	2
2	4	7	16	12	15	17	7
3	8	8	2	13	8	18	1
4	10	9	3	14	10	19	7
5	9	10	10	15	8	20	13

Корак 1.

Create data set for Quality Control/c-charts

Title: Modify default title

Number of Samples:

Row names

- ☒ Sample 1, Sample 2, Sample 3, ...
- ☐ a, b, c, d, e, ...
- ☐ A, B, C, D, E, ...
- ☐ 1, 2, 3, 4, 5, ...
- ☐ January, February, March, April, ...
-
- ☐ Other

Cancel Help OK

Корак 2.

Method: 3 sigma (99.73%)

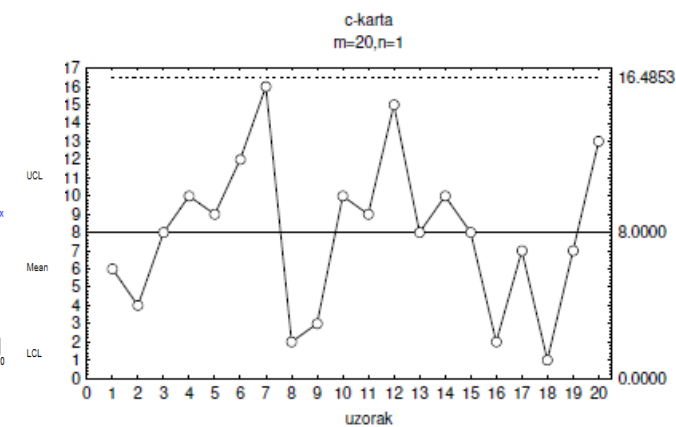
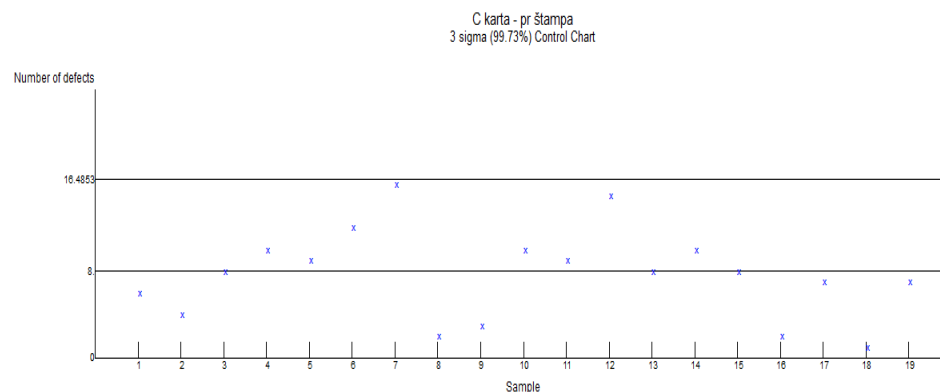
Center line (0 = use mean):

sample #	# defects
Sample 1	6
Sample 2	4
Sample 3	8
Sample 4	10
Sample 5	9
Sample 6	12
Sample 7	16
Sample 8	2
Sample 9	3
Sample 10	10
Sample 11	9
Sample 12	15
Sample 13	8
Sample 14	10
Sample 15	8
Sample 16	2
Sample 17	7
Sample 18	1
Sample 19	7
Sample 20	13

Резултати:

Quality Control Results

Sample	Number of Defects		3 sigma (99.73%)
Sample 1	6	Total Defects	160
Sample 2	4	Total units sampled	20
Sample 3	8	Defect rate (lambda)	8
Sample 4	10	Std dev	2.8284
Sample 5	9	UCL (Upper control limit)	16.4853
Sample 6	12	CL (Center line)	8
Sample 7	16	LCL (Lower Control Limit)	0
Sample 8	2		
Sample 9	3		
Sample 10	10		
Sample 11	9		
Sample 12	15		
Sample 13	8		
Sample 14	10		
Sample 15	8		
Sample 16	2		
Sample 17	7		
Sample 18	1		
Sample 19	7		
Sample 20	13		





X карте – општа правила

Указују на одступање појединих мерења понашања процеса од **номиналне вредности**

Нека је:

$$\bar{X}_i = \frac{1}{n} \cdot \sum_{j=1}^n X_{ij}$$

Средња вредност i -тог узорка у коме је извршено n мерења.

Тада је средња вредност мерења добијена на основу свих узорака :

$$\bar{\bar{X}} = \frac{1}{m} \cdot \sum_{i=1}^m \bar{X}_i = \frac{1}{m} \cdot \sum_{i=1}^m \left(\frac{1}{n} \cdot \sum_{j=1}^n X_{ij} \right)$$

$$GKG = \bar{\bar{X}} + \frac{3}{d_2 \cdot \sqrt{n}} \bar{R}$$

$$DKG = \bar{\bar{X}} - \frac{3}{d_2 \cdot \sqrt{n}} \bar{R}$$

=

Ранг i -тог узорка представља разлику највећег и најмањег мерења у оквиру тог узорка:

$$R_i = \max(X_{ij}) - \min(X_{ij})$$

Средња вредност ранга процеса:

$$\bar{R} = \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m R_i$$

а оцењена вредност стандардне девијације процеса:

$$\hat{\sigma} = \frac{\bar{R}}{d_2}$$

$$GKG = \bar{\bar{X}} + A_2 \cdot \bar{R}$$

$$CL = \bar{\bar{X}}$$

$$DKG = \bar{\bar{X}} - A_2 \cdot \bar{R}$$



R карте – општа правила

- Користе се за приказ степена варијабилности производног процеса
- У пракси се најчешће конструише уз X карту

Контролне границе се израчунавају као:

$$GKG = \bar{R} + 3 \cdot \frac{\sigma_w}{d_2} \cdot \bar{R} = \left(1 + 3 \cdot \frac{\sigma_w}{d_2}\right) \cdot \bar{R} = D_4 \cdot \bar{R}$$

$$DKG = \bar{R} - 3 \cdot \frac{\sigma_w}{d_2} \cdot \bar{R} = \left(1 - 3 \cdot \frac{\sigma_w}{d_2}\right) \cdot \bar{R} = D_3 \cdot \bar{R},$$

Односно:

$$GKG = D_4 \cdot \bar{R}$$

$$CL = \bar{R}$$

$$DKG = D_3 \cdot \bar{R},$$

где су D_4 и D_3 вредности добијене из таблица на основу броја мерења у узорку.



Table X Factors for Constructing Variables Control Charts

n^*	Factor for Control Limits						
	$\bar{X}$ Chart			R Chart		S Chart	
	A_1	A_2	d_2	D_3	D_4	c_4	n
2	3.760	1.880	1.128	0	3.267	0.7979	2
3	2.394	1.023	1.693	0	2.575	0.8862	3
4	1.880	.729	2.059	0	2.282	0.9213	4
5	1.596	.577	2.326	0	2.115	0.9400	5
6	1.410	.483	2.534	0	2.004	0.9515	6
7	1.277	.419	2.704	.076	1.924	0.9594	7
8	1.175	.373	2.847	.136	1.864	0.9650	8
9	1.094	.337	2.970	.184	1.816	0.9693	9
10	1.028	.308	3.078	.223	1.777	0.9727	10
11	.973	.285	3.173	.256	1.744	0.9754	11
12	.925	.266	3.258	.284	1.716	0.9776	12
13	.884	.249	3.336	.308	1.692	0.9794	13
14	.848	.235	3.407	.329	1.671	0.9810	14
15	.816	.223	3.472	.348	1.652	0.9823	15
16	.788	.212	3.532	.364	1.636	0.9835	16
17	.762	.203	3.588	.379	1.621	0.9845	17
18	.738	.194	3.640	.392	1.608	0.9854	18
19	.717	.187	3.689	.404	1.596	0.9862	19
20	.697	.180	3.735	.414	1.586	0.9869	20
21	.679	.173	3.778	.425	1.575	0.9876	21
22	.662	.167	3.819	.434	1.566	0.9882	22
23	.647	.162	3.858	.443	1.557	0.9887	23
24	.632	.157	3.895	.452	1.548	0.9892	24
25	.619	.153	3.931	.459	1.541	0.9896	25

* $n > 25$: $A_1 = 3/\sqrt{n}$ where n = number of observations in sample.

Табела константи за прорачун контролних граница



Пример 3

Мерени су отвори за лопатице код производње авионских мотора у циљу испитивања статистичке стабилности процеса. Мерено је у 20 временских интервала по 5 мерења и подаци су приказани у табели. Конструисати $\bar{X}$ и R карту.

Табела прикупљених података:

n	x_1	x_2	x_3	x_4	x_5	$\bar{x}$	r
i	2	3	4	5	6	7	8
1	33	29	31	32	33	31.6	4
2	33	31	35	37	31	33.4	6
3	35	37	33	34	36	35	4
4	30	31	33	34	33	32.2	4
5	33	34	35	33	34	33.8	2
6	38	37	39	40	38	38.4	3
7	30	31	32	34	31	31.6	4
8	29	39	38	39	39	36.8	10
9	28	33	35	36	43	35	15
10	38	33	32	35	32	34	6
11	28	30	28	32	31	29.8	4
12	31	35	35	35	34	34	4
13	27	32	34	35	37	33	10
14	33	33	35	37	36	34.8	4
15	35	37	32	35	39	35.6	7
16	33	33	27	31	30	30.8	6
17	35	34	34	30	32	33	5
18	32	33	30	30	33	31.6	3
19	25	27	34	27	28	28.2	9
20	35	35	36	33	30	33.8	6

Вредности:

Sample Number	Mean	Range
Sample 1	31.6	4
Sample 2	33.4	6
Sample 3	35	4
Sample 4	32.2	4
Sample 5	33.8	2
Sample 6	38.4	3
Sample 7	31.6	4
Sample 8	36.8	10
Sample 9	35	15
Sample 10	34	6
Sample 11	29.8	4
Sample 12	34	4
Sample 13	33	10
Sample 14	34.8	4
Sample 15	35.6	7
Sample 16	30.8	6
Sample 17	33	5
Sample 18	31.6	3
Sample 19	28.2	9
Sample 20	33.8	6

Корак 1.

Create data set for Quality Control/x-bar charts

Title: X-R Karta - pr Lopatice aviona Modify default title

Number of Samples: 20

Row names:
☒ Sample 1, Sample 2, Sample 3, ...
☐ a, b, c, d, e, ...
☐ A, B, C, D, E, ...
☐ 1, 2, 3, 4, 5, ...
☐ January, February, March, April, ...

☐ Other

Data format:
☒ Mean, range
☐ Raw data
☐ Mean, std dev

Cancel Help OK

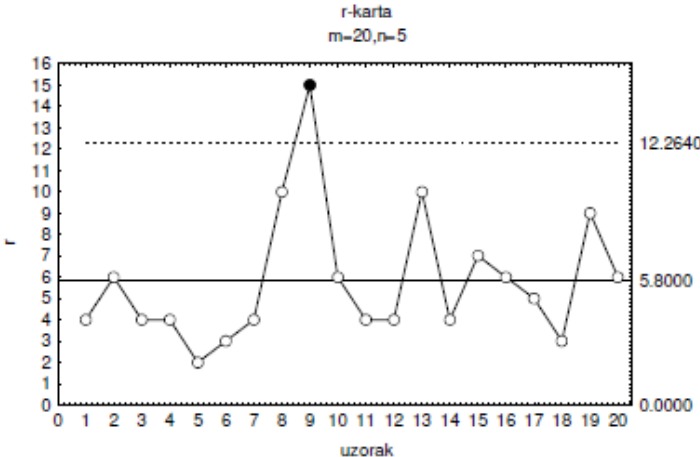
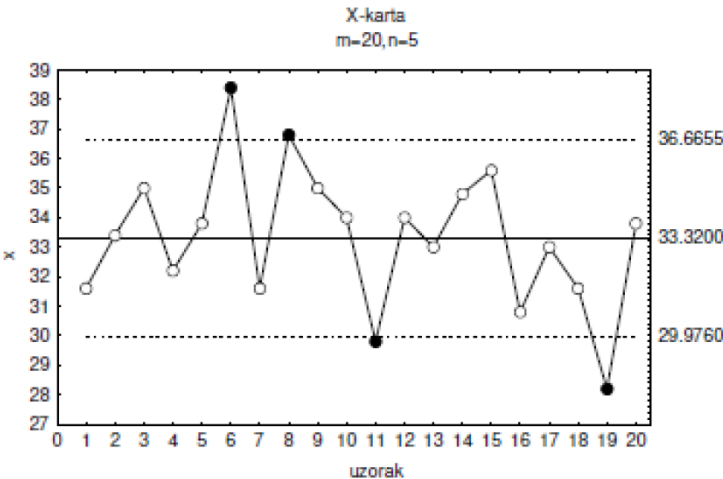
Корак 2.

Solve

Method: 3 sigma (99.73%) Sample Size: 5

Sample Number	Mean	Range
ample 1	31.6	4
ample 2	33.4	6
ample 3	35	4
ample 4	32.2	4
ample 5	33.8	2
ample 6	38.4	3
ample 7	31.6	4
ample 8	36.8	10
ample 9	35	15
ample 10	34	6
ample 11	29.8	4
ample 12	34	4
ample 13	33	10
ample 14	34.8	4
ample 15	35.6	7
ample 16	30.8	6
ample 17	33	5
ample 18	31.6	3
ample 19	28.2	9
ample 20	33.8	6

Резултати:







Пројектни задатак 3

- Одабрати одређену карактеристику производа или индикатор у процесу производње (број дефеката, број производа...) и за њега креирати одговарајућу контролну карту (x-R, p, c). Ако предузеће пружа одређену услугу, креирати КК за елемент који ће бити од значаја како би се донео закључак о стабилности процеса.