



**Ispitivanje uzoraka**

v.as.mr. Samir Lemeš  
slemes@mf.unze.ba



## Ispitivanje uzoraka

- Koriste se različite strategije za ispitivanje proizvoda, zavisno od vrste proizvodnog procesa i od troškova koji time nastaju
- Vrste ispitivanja:
  - Ispitivanje od strane operatora
  - Ispitivanje tokom proizvodnog procesa
  - Završna i fazna kontrola
  - Automatizirano ispitivanje
  - 100% ispitivanje
  - Računarom vođeno ispitivanje (CAI)

## Ispitivanje uzoraka

- Alati koji se koriste za ispitivanje kvaliteta proizvoda:
  - Ispitivanje uzoraka (*Acceptance Sampling*)
  - Kontrolni dijagrami (*Control Charts*)
- Ispitivanje uzoraka je statistička tehnika za kontrolu, kod koje se slučajni uzorak uzme iz lota, a zatim se na osnovu rezultata ispitivanja uzorka donosi odluka o prihvatanju ili odbacivanju cijelog lota proizvoda

## Statistički uzorci

- Uzorkovanje je metod prikupljanja informacija o cijeloj populaciji bez ispitivanja svakog člana populacije
- Izbor odgovarajuće tehnike uzorkovanja značajno utiče na tačnost rezultata
- Statistika dijeli uzorkovanje na 5 tipova: slučajno, sistematsko, uzorkovanje po klasama, klasterima i izborno uzorkovanje

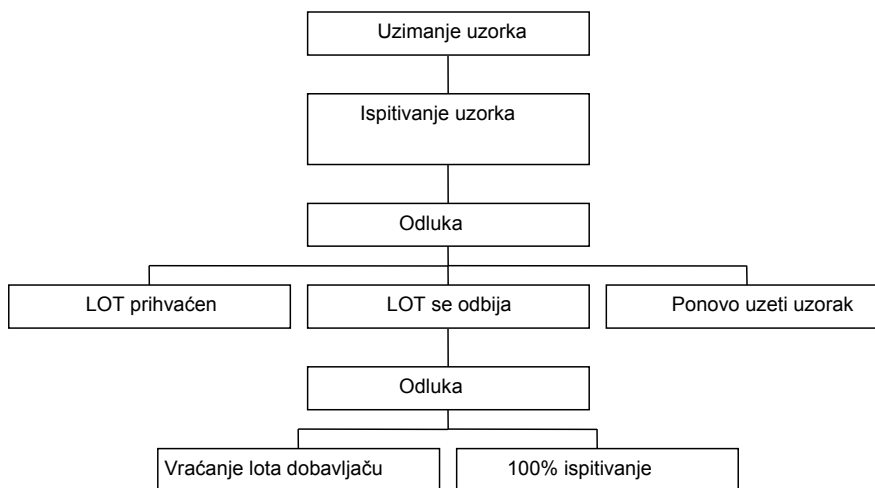
## Statistički uzorci

- Slučajno uzorkovanje: svi članovi populacije imaju istu šansu da budu ispitani
- Sistematsko uzorkovanje: svaki k-ti član se ispituje
- Uzorkovanje po klasama: populacija se podijeli na 2 ili više klasa, a zatim se svaka klasa ispituje slučajno
- Uzorkovanje po klasterima: samo se neke klase ispituju
- Izorno uzorkovanje: dopušteni su izuzeci

## Ispitivanje uzoraka

- Cilj ispitivanja uzoraka:
  - Odrediti nivo kvaliteta skupa proizvoda
  - Obezbijediti da nivo kvaliteta bude unutar unaprijed zadatih granica
- 100% kontrola se provodi kad bi neispravni proizvodi doveli do neprihvatljive štete
- Kontrola na ulazu (sirovine, komponente, materijal) i na izlazu (gotovi proizvodi)

## Ispitivanje uzoraka



## Ispitivanje uzoraka

- Problemi sa 100% kontrolom:
- Visoki troškovi
- Dugo vrijeme ispitivanja
- Nemoguće je provesti ako se proizvod uništava ispitivanjem
- Potrebna velika pažnja i oprez kako se ne bi desilo da neispravan proizvod prođe kontrolu

## Ispitivanje uzoraka

- Kad se ispituju samo uzorci?
  - Kad se proizvodi lako oštete tokom upotrebe
  - Nakon promjene dobavljača
  - Kod uvođenja novih proizvoda
  - Kad se sumnja u dobavljača
  - Kad se ne može provesti 100% ispitivanje

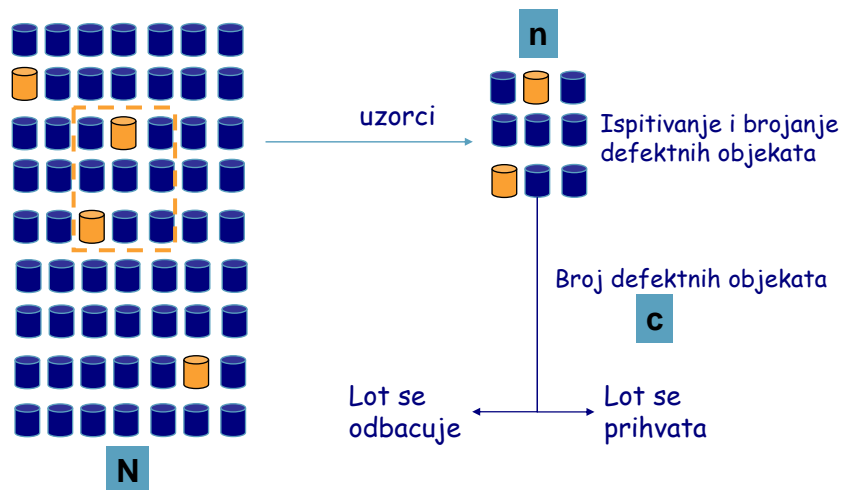


## Ispitivanje uzoraka

- Na početku je potrebno odrediti:
- Koliko jedinica ( $n$ ) će sadržati uzorak iz jednog lota?
- Koji je najveći broj defektnih proizvoda ( $c$ ) koji dovodi do odbacivanja cijelog lota?



## Ispitivanje uzoraka



## Ispitivanje uzoraka

- *Acceptable Quality Levels (AQL)*
- Procenat defekata koji je dozvoljen u lotu koji se i dalje može smatrati prihvatljivim (greška tipa I)
- *Lot Tolerance Percent Defective (LTPD)*
- Broj defekata koje će sadržati lot proizvoda (greška tipa II)

## Ispitivanje uzoraka

- $\alpha$ : Rizik proizvođača: vezan za lot koji ima prihvatljiv kvalitet, a odbačen je kao defektan (greška tipa I)
- $\beta$ : Rizik korisnika: vezan za pogrešnu pretpostavku da je proizvod zadovoljavajućeg kvaliteta (greška tipa II)

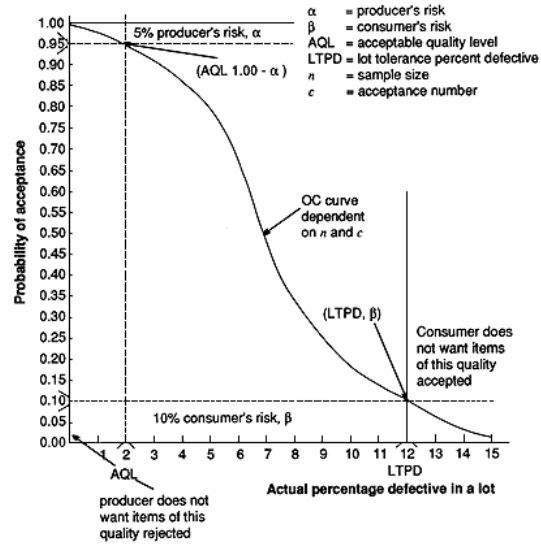


## Ispitivanje uzoraka

- Statistička tehnika razvijena za vrijeme 2. svjetskog rata od strane američke vojske za ispitivanje municije
- Ne mjeri se kvalitet lota, nego se odlučuje da li se lot prihvaća ili odbacuje
- Obično:  
 $\alpha=1...20$  (5) %  
 $\beta=1...20$  (10)%

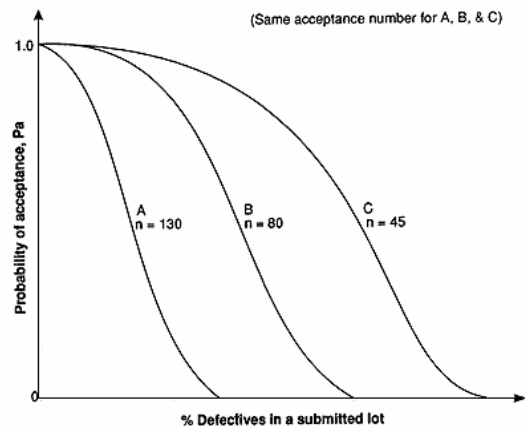
# Ispitivanje uzoraka

- Krivulja radnih karakteristika
- Operating Characteristics (OC) curve



# Ispitivanje uzoraka

- A-Redukovano kad su lotovi ujednačenog kvaliteta
- B-Normalno
- C-Pooštreno kad kvalitet opadne





## Ispitivanje uzoraka

- Kako izabrati n, c?
- Korištenje tabela (MIL 105E, ISO 2859)
- Interpolacija između para n,c

Sample size ratio	Sample size	Acceptable Quality Level (Normal Inspection)																			
		0.010	0.015	0.020	0.025	0.030	0.035	0.040	0.045	0.050	0.055	0.060	0.065	0.070	0.075	0.080	0.085	0.090	0.095	1.000	
100%	1000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
100%	2000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
100%	3000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
100%	4000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
100%	5000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
100%	6000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
100%	7000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
100%	8000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
100%	9000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
100%	10000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
100%	11000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
100%	12000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
100%	13000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
100%	14000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
100%	15000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
100%	16000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
100%	17000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
100%	18000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
100%	19000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
100%	20000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	

<-> = Use first sampling plan below arrow, if sample size equals or exceeds, lot or batch size, do 100 percent inspection  
 <-> = Use first sampling plan above arrow  
 Ac = Acceptance number  
 Re = Rejection number

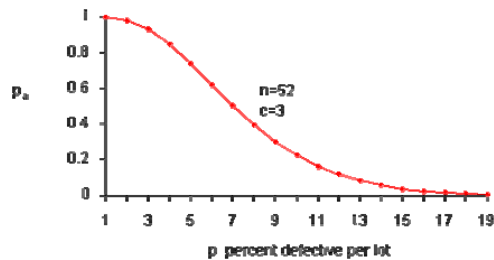
- <http://www.sqconline.com/mil-std-105.html>

## Ispitivanje uzoraka

- Koraci ispitivanja prema MIL 105E:
  1. Usvojiti AQL
  2. Usvojiti nivo ispitivanja
  3. Odrediti veličinu lota
  4. Naći slovnu oznaku veličine uzorka
  5. Pronaći odgovarajuću tabelu sa planom uzimanja uzoraka
  6. Započeti normalno ispitivanje, prateći pravila za prekid i promjene tokom ispitivanja

## Ispitivanje uzoraka

- Interpolacija između para  $n, c$
- $d$ -ukupni broj defekata
- $p$ -broj defekata u lotu
- $p_a$ -vjerovatnoća prihvatanja



$$P(d) = f(d) = \frac{n!}{d!(n-d)!} p^d (1-p)^{n-d}$$

$$1 - \alpha = \sum_{d=0}^c \frac{n!}{d!(n-d)!} p_1^d (1-p_1)^{n-d}$$

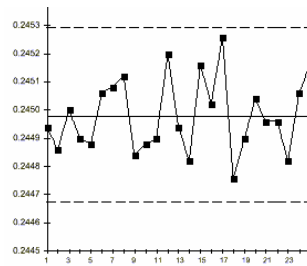
$$\beta = \sum_{d=0}^c \frac{n!}{d!(n-d)!} p_2^d (1-p_2)^{n-d}$$

## Ispitivanje uzoraka

- Primjeri ispitivanja uzoraka:
- <http://www.itl.nist.gov/div898/handbook/pmc/section2/pmc2.htm>
- <http://www.samplingplans.com/modern3.htm>
- <http://www.statcan.ca/english/edu/power/ch13/sample/sample.htm>

## Kontrolni dijagrami

- Zavisno od tipa podataka koji se dobiju mjerenjem, razlikuju se diskretni (*attribute data*) i kontinuirani (*variable data*) kontrolni dijagrami
- Kontrolni dijagram (control chart) se koristi za prikaz promjene procesa tokom vremena

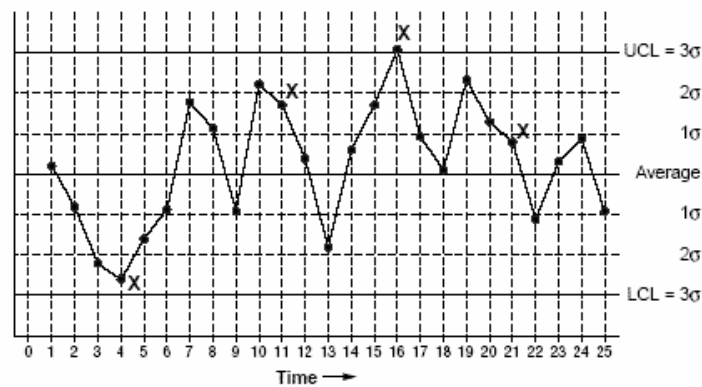


## Kontrolni dijagrami

- Kontrolni dijagram uvijek ima centralnu liniju za prosjek, gornju i donju kontrolnu granicu (upper/lower control limit)
- Položaj linija se određuje iz ranijej određenih podataka
- Poređenjem izmjerenih podataka sa ovim granicama, donose se odluke o konzistentnosti procesa

# Kontrolni dijagrami

- Primjer kontrolnog dijagrama:



# Kontrolni dijagrami

- Kako nacrtati kontrolni dijagram koristeći MS Excel:
- $G2 = \text{MAX}(A2:E2) - \text{MIN}(A2:E2)$

G31		=AVERAGE(G2:G30)					
	A	B	C	D	E	F	G
1	Uzorak 1	Uzorak 2	Uzorak 3	Uzorak 4	Uzorak 5	Prosjek	Raspon
2	0,558	0,374	0,178	0,936	0,712	0,551	0,758
3	0,512	0,686	0,178	0,247	0,740	0,472	0,562
4	0,551	0,419	0,741	0,113	0,990	0,563	0,877
5	0,281	0,581	0,802	0,364	0,514	0,508	0,521
6	0,073	0,797	0,419	0,740	0,522	0,510	0,724
7	0,872	0,710	0,512	0,978	0,419	0,698	0,558
8	0,809	0,295	0,604	0,324	0,086	0,423	0,723
9	0,843	0,560	0,760	0,953	0,109	0,645	0,844
10	0,070	0,663	0,232	0,176	0,510	0,330	0,593
11	0,719	0,268	0,507	0,329	0,202	0,405	0,517
12	0,172	0,037	0,715	0,668	0,159	0,350	0,678
13	0,347	0,525	0,403	0,433	0,087	0,359	0,438
14	0,385	0,162	0,927	0,568	0,354	0,479	0,765
15	0,972	0,028	0,506	0,337	0,913	0,551	0,944
16	0,866	0,560	0,680	0,717	0,987	0,762	0,427
17	0,904	0,424	0,870	0,160	0,286	0,529	0,744
18	0,731	0,445	0,340	0,838	0,237	0,518	0,601
19	0,182	0,480	0,431	0,777	0,206	0,415	0,595
20	0,924	0,596	0,566	0,360	0,383	0,566	0,564
21	0,796	0,449	0,766	0,349	0,300	0,532	0,496
22	0,070	0,502	0,325	0,897	0,243	0,407	0,827
23	0,951	0,928	0,607	0,448	0,887	0,764	0,502
24	0,922	0,511	0,972	0,465	0,072	0,588	0,900
25	0,194	0,164	0,510	0,211	0,862	0,388	0,699
26	0,153	0,938	0,716	0,434	0,704	0,589	0,785
27	0,593	0,772	0,065	0,108	0,098	0,327	0,708
28	0,779	0,576	0,651	0,768	0,479	0,650	0,299
29	0,060	0,629	0,161	0,351	0,937	0,427	0,877
30	0,481	0,899	0,411	0,392	0,314	0,499	0,585
31						0,511	0,659

## Kontrolni dijagrami

- Iz tabela za uzorak veličine 5, gornja i donja granica su pomaknute za 0,577 od centra
- $I2 = \$F\$31$
- $H2 = I2 + 0,577 * \$G\$31$
- $J2 = I2 - 0,577 * \$G\$31$
- Line Chart: F1:F30;H1:J30

	F	G	H	I	J
1	Prosjek	Raspon	UCL	Centar	LCL
2	0,551	0,758	0,890905	0,511	0,130458
3	0,472	0,562	0,890905	0,511	0,130458
4	0,563	0,877	0,890905	0,511	0,130458
5	0,508	0,521	0,890905	0,511	0,130458
6	0,510	0,724	0,890905	0,511	0,130458
7	0,698	0,558	0,890905	0,511	0,130458
8	0,423	0,723	0,890905	0,511	0,130458
9	0,645	0,844	0,890905	0,511	0,130458
10	0,330	0,593	0,890905	0,511	0,130458
11	0,405	0,517	0,890905	0,511	0,130458
12	0,350	0,678	0,890905	0,511	0,130458
13	0,359	0,438	0,890905	0,511	0,130458
14	0,479	0,765	0,890905	0,511	0,130458
15	0,551	0,944	0,890905	0,511	0,130458
16	0,762	0,427	0,890905	0,511	0,130458
17	0,529	0,744	0,890905	0,511	0,130458
18	0,518	0,601	0,890905	0,511	0,130458
19	0,415	0,595	0,890905	0,511	0,130458
20	0,566	0,564	0,890905	0,511	0,130458
21	0,532	0,496	0,890905	0,511	0,130458
22	0,407	0,827	0,890905	0,511	0,130458
23	0,764	0,502	0,890905	0,511	0,130458
24	0,588	0,900	0,890905	0,511	0,130458
25	0,388	0,699	0,890905	0,511	0,130458
26	0,589	0,785	0,890905	0,511	0,130458
27	0,327	0,708	0,890905	0,511	0,130458
28	0,650	0,299	0,890905	0,511	0,130458
29	0,427	0,877	0,890905	0,511	0,130458
30	0,499	0,585	0,890905	0,511	0,130458
31	<b>0,511</b>	<b>0,659</b>			

## Kontrolni dijagrami

