

Upravljanje kvalitetom proizvoda I **– četvrta nastavna jedinica –** **Planovi prijema**

Prof. dr Vidosav D. Majstorović,
dipl.maš.inž.
Mašinski fakultet u Beogradu

Primena i klasifikacija PP

- PP su efikasniji od MAFR za neke tehnologije i uslove obrade
- Zasnivaju se na testiranju uzoraka,, pomoću kojih se testira hipoteza o nivou kvaliteta celokupne serije delova
- Nivo kvaliteta serije je određen procentom – p , defektnih delova u toj seriji

Oblasti primene PP

- Za velike serije delova, gde je drugi metod kontrole nemoguće primeniti
- Kada se delovi – uzorci razaraju pri kontroli
- Kada su serije delova veće a KK nisu kritične
- Kada su serije delova vrlo velike, a korelacija između propisanog nivoa kvaliteta i KK vrlo stroga, ali je proces potpune kontrole izuzetno skup i dugotrajan

Klasifikacija PP

- Vrši se na osnovu dva kriterijuma:
 - Vrsta karakteristike kvaliteta (numeričke / atributivne)
 - Drugi kriterijum (veličina serije, veličina uzorka, visina troškova kontrole, odnos nivoa kvaliteta serije i propisanog nivoa):
jednostruki, višestruki i sekvencijalni PP

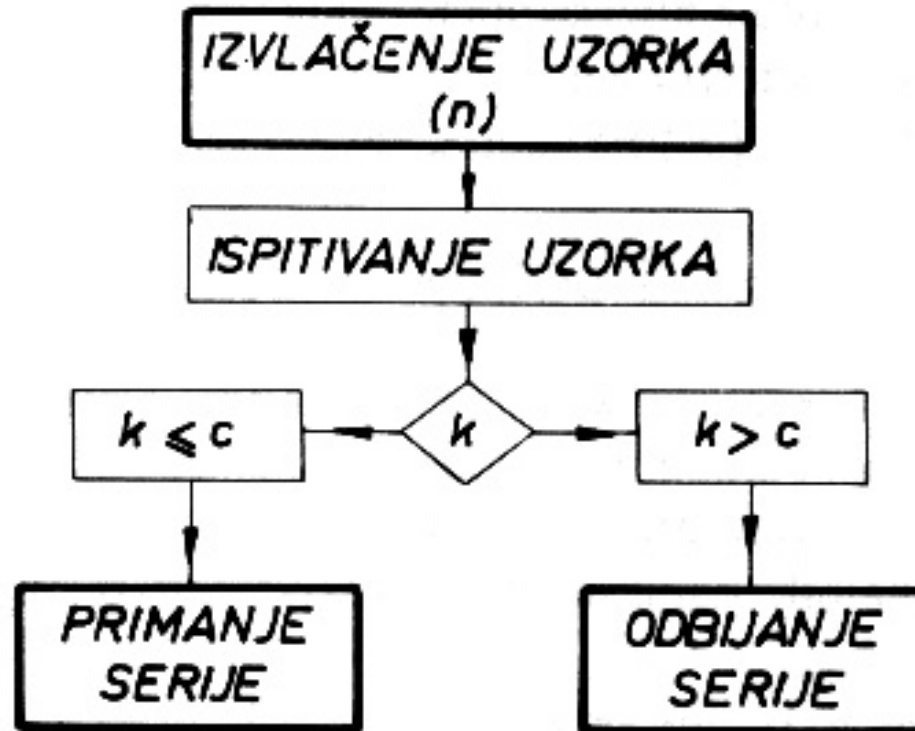
Klasifikacija PP

- U teoriji PP razvijeni su posebno za atributivne i numeričke KK
- Postoji granični slučaj kada se koriste isti: kada se u području vrednosti neke numeričke KK povlače jedna ili dve granice, koje dihotomno klasifikuju numeričke KK i na taj način ih prevode u atributivnu karakteristiku

Jednostruki PP

- Osnovna karakteristika – hipoteza o nivou kvaliteta neke serije delova se testira na osnovu jednog uzorka
- Veličina uzorka za JPP je veća u odnosu na ostale ali je ovaj jednostavniji od ostalih PP
- Struktura jednostrukog plana prijema je prikazana na slici 7.29

Sl. 7.29 Struktura JPP



Sl. 7.29. Struktura jednostrukog plana prijema

Osnovni parametri PP

- Nivo kvaliteta – p (% defektnih delova u seriji ili decimalni razlomak broja defektnih delova)
- Prihvatljivi nivo kvaliteta – $p_1 = p\alpha$, nivo kvaliteta koji se dopušta u toku obradnog / tehnološkog procesa. Definiše se standardima. Određuje je proizvođač a na osnovu zahteva kupca. Ona najčešće iznosi 1%

Osnovni parametri PP - nastavak

- Odbijajući nivo kvaliteta $p_2 = p\beta$, predstavlja granični tolerisani nivo kvaliteta. Definiše ga kupac i on obično iznosi 5%
- Verovatnoća odbijanja serije – αp , čiji je nivo kvaliteta p . Ona predstavlja funkciju jačine plana prijema
- Rizik proizvođača – α , predstavlja verovatnoću odbijanja serije čiji je nivo kvaliteta p_1 . Ovaj rizik je mali, najčešće je 5%, ređe 10%

Osnovni parametri PP - nastavak

- Verovatnoća prihvatanja serije – β_p , predstavlja verovatnoću prihvatanja serije delova nivoa kvaliteta p

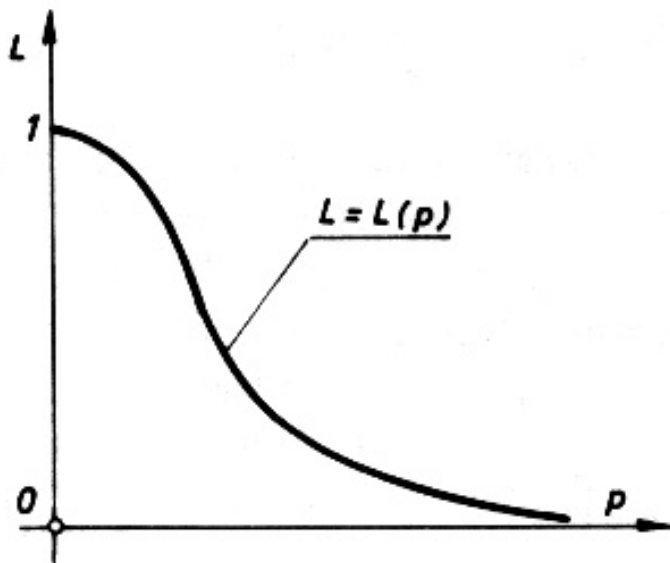
$$\beta_p = f(p) = 1 - \alpha_p$$

- Rizik kupca – β , predstavlja verovatnoću da će kupac prihvatiti seriju delova čiji je nivo kvaliteta p_2 . Veličina ovog rizika najčešće iznosi 10%
- Oštrina plana prijema je $p_2 - p_1 = p\beta - p\alpha$

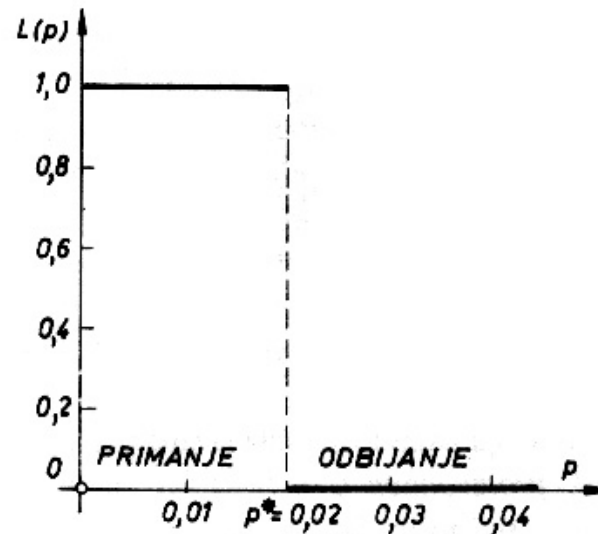
Matematičke osnove jednostrukog PP

- Osnovni elementi JPP su:
 - n – broj elemenata u uzorku
 - c – dozvoljeni broj defektnih delova u uzorku
- Verovatnoća prihvatanja serije je $\beta_p = L = L(p)$, serije delova nivoa kvaliteta p
- Grafički reprezent verovatnoće $L(p;n,c)$ je operativna kriva, slika 7.30 i 7.31

Slike 7.30 i 7.31 Oblici OK

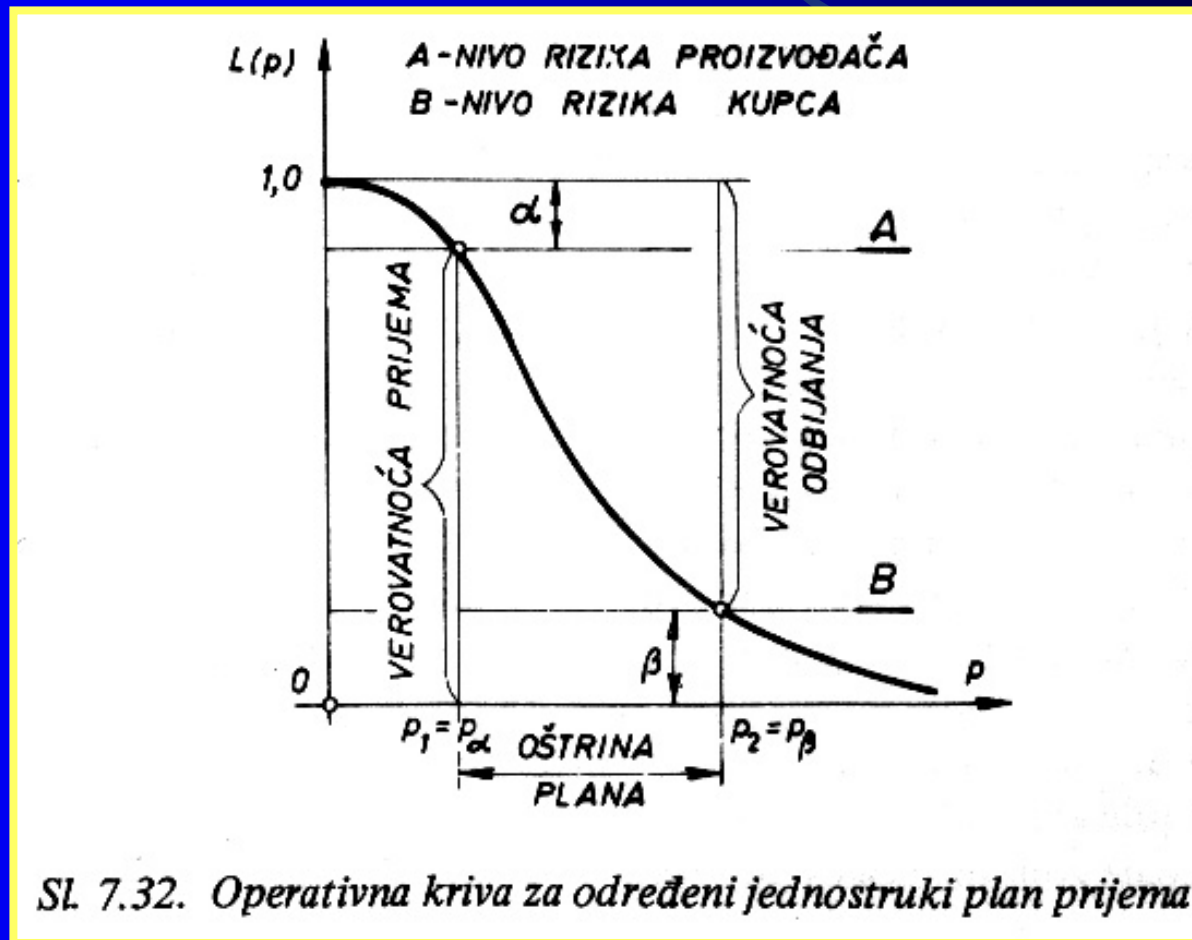


SL 7.30. Oblik funkcije operativne krive



SL 7.31. Operativna kriva pri stoprocentnoj kontroli

Slika 7. 32 Operativna kriva za određeni jednostruki plan prijema



Matematičke osnove jednostrukog PP

- Svakoj kombinaciji n i c odgovara određena operativna kriva
- Kada se koristi sistem uzoraka, vrednost kvaliteta p serije delova nije poznata, a posebno verovatnoća prihvatanja $L(p)$
- Koristeći razvijene teorijske modele distribucije frekvencija i rezultate uzorka, moguća je identifikacija verovatnoća prihvatanja serije delova i konstrukcija OK

Matematičke osnove jednostrukog PP

- Za ove analize se koriste tri osnovna modela distribucije frekvencija $P(p; n, k)$, i to:

$$P(p; n, k) = \binom{n}{k} p^k q^{n-k}, k = 0, 1, 2, \dots$$

1

$$P(p; n, k) = \frac{(np)^k}{k!} e^{-np}, k = 0, 1, 2, \dots$$

2

$$P(p; n, N, k) = \frac{\binom{pN}{k} \binom{N - pN}{n - k}}{\binom{N}{n}}, k = 0, 1, 2, \dots$$

3

Osnovni modeli distribucije frekvencija

1. - Binomna raspodela
2. - Poasonova raspodela
3. - Hipergeometrijska raspodela

p – nivo kvaliteta

k – broj defektnih delova

n – broj primeraka u uzorku

Matematičke osnove jednostrukog PP

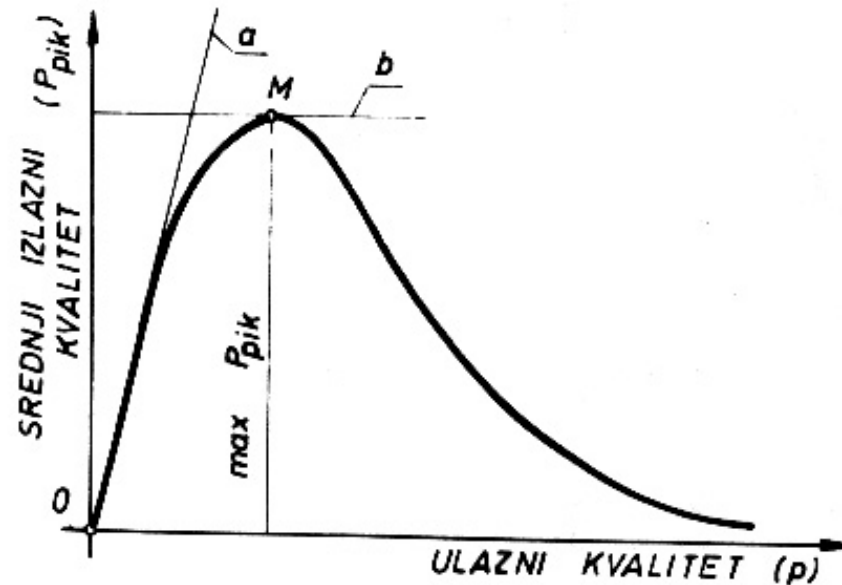
- Koji će se i kad od ovih modela koristiti zavisi od:
 - Stepena međusobne saglasnosti uslova modela i tehnološko-kontrolnih uslova
 - Veličine serije
- Nakon izbora adekvatnog modela formira se j -na verovatnoće prihvatanja serije, tj.

$$\text{OK} \quad P_a = L(p; n, c) = \sum_{k=0}^c P(p; n, k)$$

Prosečni izlazni nivo kvaliteta

- Prosečni izlazni nivo kvaliteta (P_{pik}) je vrlo važna dopunska informacija, jer iskazuje realni nivo kvaliteta prihvaćenih serija delova nakon izvršenih ispitivanja
- Grafička interpretacija PIK, slika 7.34

Slika 7.34 Kriva PIK



Sl. 7.34. Kriva prosečnog izlaznog kvaliteta za određeni plan prijema (n, c) (a – prava linija kontrole sistemom uzorka bez zamene defektnih delova, b – maksimalni nivo prosečnog izlaznog kvaliteta)

Prosečni izlazni nivo kvaliteta

- Opšta jednačina PIK glasi

$$P_{pik} = \left(1 - \frac{n}{N}\right) pL(p; n, c)$$

Dvostruki plan prijema

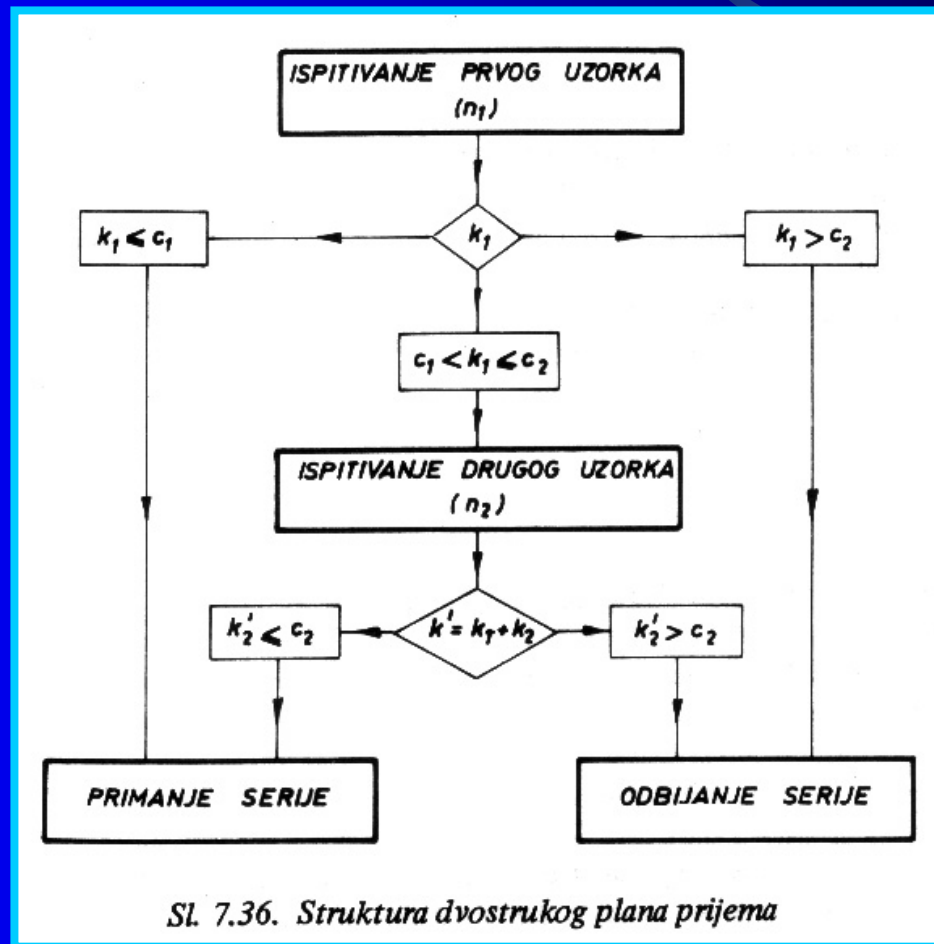
- Strukturna šema DPP je prikazana na slici 7.36
- Ukupan broj defektnih delova u oba uzorka je:

$$k = k_1 + k_2$$

k_1 – broj defektnih delova u prvom uzorku

k_2 – broj defektnih delova u drugom uzorku

Slika 7.36 Struktura DPP



Dvostruki plan prijema

- DPP definišu četiri njegova elementa:
 n_1, n_2, c_1, c_2
uvek je c_2 veće od c_1
kao i n_2 od n_1
- Prednost u odnosu na jednostruki –
realnija ocena kvaliteta serije, zbog dva
uzorka (najčešće)

Dvostruki plan prijema

- Jednačina OK za DPP glasi:

$$L(p) = \sum_{k_1=0}^{c_1} P_{n_1}(X = k_1) + \sum_{k_1=c_1+1}^{c_2} \left[P_{n_1}(X = k_1) \sum_{k_2=0}^{c_2-k_1} P_{n_2}(X = k_2) \right]$$

- Za Poasonov model distribucije frekvencija jednačina OK za DPP glasi:

$$L(p) = \sum_{k_1=0}^{c_1} \frac{(n_1 p)^{k_1}}{k_1!} e^{-n_1 p} + \sum_{k_1=c_1+1}^{c_2} \left[\frac{(n_1 p)^{k_1}}{k_1!} e^{-n_1 p} \sum_{k_2=0}^{c_2-k_1} \frac{(n_2 p)^{k_2}}{k_2!} e^{-n_2 p} \right]$$

Sekvencijalni planovi prijema

- Razvijeni su iz sekvencijalne analize
- Matematičke osnove ove analize čini sistem provere hipoteza, preko kriterijuma odnosa verovatnoća
- Jednačine sekvencijalnih planova prijema zasnivaju se na modelu binomne distribucije frekvencija
- Uslovi za primenu su često ispunjeni jer su serije delova veoma velike u odnosu na veličinu delova, čime je praktično konstantna verovatnoća događaja

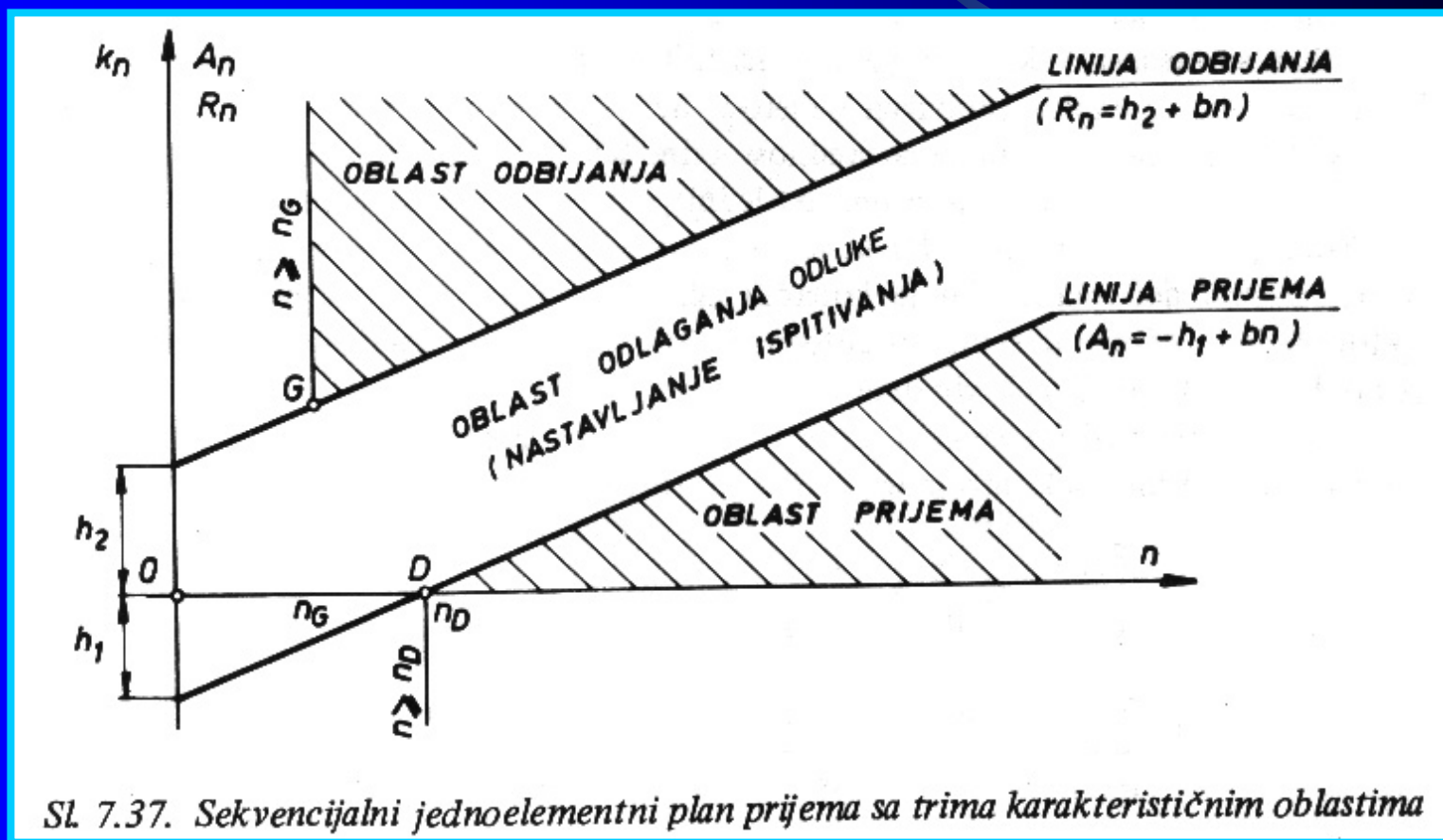
Sekvencijalni planovi prijema

- Sekvencijalni planovi prijema se dele na:
 - Jednoelementne planove prijema
 - Višeelementne planove prijema
- Kod JEPP se sukcesivno, jedan za drugim izvače delovi iz serije, pri čemu se posle svakog izvučenog dela i odgovarajuće analize donosi odluka o prekidu (prihvatanje / odbijanje serije) ili nastavku daljeg ispitivanja

Sekvencijalni planovi prijema

- Znači na kraju svake faze mogu pojaviti tri moguće odluke, od kojih se prihvata samo jedna
- Ovim odlukama odgovaraju tri karakteristične oblasti, sekvencijanog jednoelementnog plana prijema, slika 7.37

Slika 7.37 Sekvencijalni JEPP



Sekvencijalni planovi prijema

- Sekvencijalni višeelementni plan prijema (SVEPP) sadrži iste karakteristike kao i jednoelementni, samo što se kod njega izvlači grupa delova (uzorak od ni delova)
- SVEPP je logični nastavak dvostrukog plana prijema
- Prednost sekvencijalnog jednoelementnog plana prijema u odnosu na sve ostale je u manjem broju izvučenih i ispitivanih delova iz serije

Matematičke osnove sekvencijalnih jednoelementnih planova prijema

- Statističkom analizom se polazi od dve alternativne hipoteze

$$H_1 : p = p_1,$$

$$H_2 : p = p_2$$

od kojih se prihvata samo jedna.

- Glavna karakteristika plana pomoću koga se izvodi testiranje ovih hipoteza i identifikovanje istinite hipoteze, sastoji se u tome, da broj sukcesivno izvučenih i ispitanih delova n iz serije nije unapred utvrđen, već je to promenljiva veličina plana

Neki razvijeni sistemi planova prijema

- PP su standardizovani, posebno oni za primenu u vojnoj industriji
- Najpoznatiji su:
 - Američki vojni standard MIL STD 105D (JUS N,N0.026)
 - Dod-Romingov sistem planova prijema
 - Filipsov sistem planova prijema

Planovi prijema po standardu MIL STD 105D

- Osnova plana je razvijena na prihvatljivom nivou kvaliteta (AQL – acceptable quality level), koji odgovara % defektnih delova
 $p_1 = p\alpha$
- Cilj plana je selekcija serije delova, na osnovu dihotomne podele, na serije dobrog i lošeg kvaliteta
- Primjenjuje se u svim fazama tehnološkog procesa

Planovi prijema po standardu MIL STD 105D

- **Procedura primene ovog PP je:**
 - **Definisanje veličine serije**
 - **Kontrolisanje prema broju defekata (mana) ili broju defektnih delova**
 - **Utvrđivanje nivoa kontrole (I, II i III), na osnovu koga se utvrđuje veličina serije i veličina uzorka**
 - **Utvrđivanje načina kontrole (normalno, pooštreno i redukovano)**
 - **Utvrđivanje prihvatljivog nivoa kvaliteta (p1)**
 - **Definisanje sukcesivnosti serije ili izolovanost serije koja se kontroliše**

Dodž – Romingov sistem planova prijema

- **Procedura primene ovog PP je:**
 - **Definisanje odbijajućeg nivoa kvaliteta ($p_2 = p_t$)**
 - **Definisanje max prosečnog izlaznog nivoa kvaliteta ($\max P_{pik} = \text{AOQL} - \text{average outgoing quality limit}$)**
 - **Definisanje rizika kupca (obično 10%)**
 - **Srednji kvalitet procesa (srednji % defektnih delova ili prosečni škart delova)**
 - **Probiranje odbijenih serija delova (selekcija defektnih delova stoprocentnom kontrolom i zamena defektnih ispravnih delova)**

Dodž – Romingov sistem planova prijema

- **Određivanje optimalne veličine uzorka a to znači min obim ispitivanja (kraće trajanje kontrolne operacije)**
- **Visok stepen tehnološke organizacije i stabilnost procesa proizvodnje iz kojih potiču serije delova**

Dodž – Romingov sistem planova prijema - podela

- Za svaku od osnova (p_2 , $\max P_{pik}$) formirane su dve grupe planova:
 - Grupa jednostrukih i dvostrukih planova razvijenih na osnovu odbijajućeg nivoa kvaliteta p_2
 - Grupa jednostrukih i dvostrukih planova razvijenih na osnovu max prosečnog izlaznog nivoa kvaliteta serije ($\max P_{pik}$)

Hvala Vam na pažnji !

Vaš

Prof. dr Vidosav D. Majstorović

Mašinski fakultet u Beogradu

PITANJA!