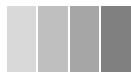


KONTROLA KVALITETA OSNOVNI POJMOVI



1. UVOD U KONTROLU KVALITETA

Kvalitet

"Kvalitet je nivo do kojeg skup karakteristika kvaliteta ispunjavaju potrebe."

Osnovne komponente sadržane u prethodnoj definiciji su :

- potrebe,
- karakteristike kvaliteta.

Kvalitet se ispoljava u momentu upotrebe, odnosno potrošnje, prilikom suočavanja karakteristika i potreba korisnika nekog entiteta.

Da bi definisali i određivali kvalitet nekog entiteta neophodno je definisati i odrediti obe komponente ove definicije za neki posmatrani entitet: proizvod, uslugu i sl.

Potrebe su uobičajeno iskazane preko zahteva (specifikacije, standardi, uzorci i sl.) i/ili sadržane u korisnikovim očekivanjima u vezi sa karakteristikama datog entiteta.

Karakteristika kvaliteta

Svaki entitet čiji se kvalitet definiše ili određuje sastoji se iz skupa karakteristika koje ga čine manje ili više sposobnim da zadovolji potrebe korisnika.

Karakteristikama se definišu osobine na osnovu koje se pravi razlika između dva ili više entiteta. Te karakteristike mogu biti:

- fizičke (npr: mehaničke, električne, hemijske ili biološke karakteristike),
- čulne (npr: one koje se odnose na miris, dodir, ukus, vid, sluh),
- vremenske (npr: tačnost, pouzdanost, raspoloživost),
- ergonomiske (npr: one koje se odnose na bezbednost ljudi),
- funkcionalne (npr: prosečna potrošnja ili zaustavni put kod automobila, ukus hleba, čvrstina laka za kosu, nosivost mosta itd.),
- ekološke,
- itd.

Ako se neka od ovih karakteristika smatra značajnom za korisnika i utiče na bar jednu njegovu potrebu onda se ova karakteristika može nazvati **karakteristikom kvaliteta** (Quality Characteristic). *Veličine na nekom entitetu, koje direktno ili indirektno utiču na kvalitet posmatranog entiteta, značajne za njegovog korisnika, nazivaju se karakteristikama kvaliteta.*

Karakteristike kvaliteta, za slučaj proizvoda, J. Juran definiše kao osnovni građevinski blok iz koga je konstruisan kvalitet. Te karakteristike mogu biti: dimenzije, hemijski sastav, čulno svojstvo (miris, ukus, osećaj, zvuk itd.), dužina trajanja, pouzdanost, održivost i sl. Svako svojstvo proizvoda koje doprinosi podobnosti proizvoda za njegovo korišćenje, predstavlja karakteristiku kvaliteta.

Za potrebe definisanja karakteristika kvaliteta moguće je koristiti različite veličine i merne skale.

Iskazivanje nekim mernim skalamama za neke karakteristike kvaliteta nije moguće i nije racionalno zbog visokih troškova njihovog utvrđivanja u odnosu na značaj

karakteristike kvaliteta. Npr. Postojanje defekata na površini ne može se iskazati ovim skalama, jer ne postoji standardna merna jedinica za defekat površine. Maksimalno što se može uraditi je da se definišu i opišu defekti, a zatim da se vrši njihova identifikacija na površinama produkata (vizuelno ili uz upotrebu odgovarajuće opreme kamere i sl.).

Određivanje kiselosti sredine može se odedjivati, u nekim slučajevima, upotrebom lakumus papira i uočavanja promene njegove boje (crvena boja ukazuje na kiselu, dok plava na baznu sredinu). U ovom slučaju se odredilo prisustvo određene sredine, a intenzitetom boje se može oceniti stepen kiselosti ili bazičnosti sredine. U protivnom moguće je koristiti i odgovarajuće metode ispitivanja koja bi mogle sa rezolucijama i 0,01 pH da određuju pH vrednost sredine, ali su troškovi ovakvog određivanja ove karakteristike kvaliteta sigurno viši nego u prethodno opisanim slučajevima.

Ako bi posmatrali defekte na nekoj površini onda se uglavnom uočavaju oni vidljivi "golim" okom, ali rilikom analize defekata u nekoj npr. Molekularnoj ili ćelijskoj strukturi neophodno je koristiti mikroskope. Sigurno je da majstor koji pregleda neki deo nameštaja pre pakovanja, neće koristiti mikroskop prilikom kontrole kvaliteta karakteristike kvaliteta površinskog izgleda.

Dakle, koju mernu skalu ćemo opределити за definisanje neke karakteristike kvaliteta zavisi, pored ostalog, i od значаја те карактеристике квалитета, као и од трошка нjenog одређивања.

Kvantitativna (numerička) karakteristika kvaliteta

Kvantitativna (numerička) karakteristika kvaliteta je karakteristika kvaliteta koja se iskazuje kontinualnim veličinama bilo ratio ili intervalnim skalamama. Ove karakteristike kvaliteta obično se mogu izraziti u mernim jedinicama SI sistema (s, m, kg, A, ${}^{\circ}\text{C}$, mol, K i dr.).

Kvalitativna (atributivna) karakteristika kvaliteta

Kvalitativna (atributivna) karakteristika kvaliteta je karakteristika kvaliteta koja se iskazuje nominalnim i ordinalnim skalamama ili diskretnim veličinama. To su kategorije tipa: dobro/loše; ide/ne ide, ocene (1-5), tvrdoća (1-10), svetlije/tamnije ili količine: defekata, defektnih proizvoda, dana, reklamacija i sl.

Mana, defekt

Moguća odstupanja ostvarenih vrednosti karakteristika kvaliteta u odnosu na specifikaciju ili njene projektovane vrednosti nazivaju se manama. Na jednoj karakteristici kvaliteta može se identifikovati jedna ili više odnosnih mana.

Npr. za karakteristiku kvaliteta 10 ± 1 mm sve vrednosti iznad 11 ili ispod vrednosti 9 se smatraju manama. Pri čemu treba razlikovati ove dve zone mogućeg ispoljavanja mana, jer za određene karakteristike kvaliteta mogu imati različit značaj.

Od značaja mana zavisi i značaj određene karakteristike kvaliteta. Npr. vrednosti ostvarenih karakteristike kvaliteta preko 11mm mogu da dovedu u pitanje funkcionalnost nekog proizvoda, a vrednosti ispod 9 do možda povremene pojave vibracija na proizvodu. Ovde se može uočiti pojava različitog značaja mana za istu karakteristiku kvaliteta.

Uobičajen broj kategorija koje određuju nivo značajnosti mana i karakteristike kvaliteta je (3-4 kategorije)

Moguće kategorije su:

- karakteristike kvaliteta: kritične, važne, manje važne
- mane: nedozvoljene, veće, manje

Kategorizacija mana

Nivo I: Nedozvoljene mane - direktno uzrokuju vrlo ozbiljne povrede ili katastrofalne ekonomske gubitke; mana koja predstavlja odstupanje na karakteristici tako da, ako postoji, može dovesti u opasnost ili nesigurnost lice koje koristi proizvod, održava ga ili od njega zavisi.

Nivo II: Veće mane - uzrokuju značajne probleme u pogledu uobičajene ili druge ostvarive upotrebe; mana koja predstavlja odstupanje na karakteristici koja će

verovatno dovesti do greške ili materijalnog umanjivanja upotrebe sposobnosti jedinice proizvoda u namenjene svrhe.

Nivo III: Manje mane - uzrokuju minorne probleme u pogledu uobičajene ili druge ostvarive upotrebe; mana koja predstavlja odstupanje, a za koju nije verovatno da će materijalno smanjiti upotrebljivost jedinice proizvoda za određenu svrhu.

Kategorizacija karakteristika kvaliteta

Nivo I: Kritične - one karakteristike kvaliteta na proizvodu/usluzi koje sadrže nedozvoljene mane na njima verovatno dovode u pitanje bezbednost i zdravlje: korisnika, potrošača, lice koje održava ili drugu kategoriju lica koja dolaze u dodir sa produktom ili rezultatima njegovog korišćenja.

Nivo II: Važne - one karakteristike kvaliteta na proizvodu/usluzi koje sadrže veće ili manje mane na njima verovatno dovode u pitanje osnovne funkcionalne osobine proizvoda/usluge.

Nivo III: Manje važne - one karakteristike kvaliteta na proizvodu/usluzi koje sadrže manje mane na njima verovatno dovode u pitanje osobine proizvoda/usluge koje nisu u vezi sa osnovnim funkcionalnim osobinama, poskupljaju proizvodnju, manipulaciju, održavanje i sl.

Potreban kvalitet (PoQ)

Pojavni oblik kvaliteta, koji polazi od korisnikovih potreba (iskazuje ga korisnik ili definiše isporučilac, ako nisu iskazane) i predstavlja početnu specifikaciju u vezi sa budućim kvalitetom proizvoda, naziva se **potrebni kvalitet (PoQ)**.

Ovaj kvalitet prestavlja "glas korisnika/potrošača" u vezi sa budućim karakteristikama nekog proizvoda.

Potrebni kvalitet sastoji se od specifikacije potreba korisnika u vezi sa budućim proizvodom i njegovim značajem za korisnika. Potrebni kvalitet se može smatrati "spiskom želja" u vezi sa budućim proizvodom i iskazuje se uglavnom opisno, jezikom bliskim korisniku.

Potrebni kvalitet proizvoda, koji je iskazan jezikom korisnika, potrebno je prevesti na jezik razumljiv ljudima u proizvodnji. Potrebni kvalitet može da se prevodi u **projektovan kvalitet (PrQ)**, nizom složenih aktivnosti razvoja i projektovanja

proizvoda. U slučaju kada korisnik specifikacijom iskazuje sopstvene potrebe, onda se PoQ može jednostavnije prevesti u PrQ (dostavljen uzorak, crtež dela itd.)

Projektovan kvalitet (PoQ)

Projektovan kvalitet je pojarni oblik kvaliteta koji se iskazuje u konstrukciono-tehnološkoj dokumentaciji. Projektovan kvalitet proizvoda je skup određenog broja veličina oje se iskazuju odgovarajućim skalama (nominalna, ordinalna, intervalna, ratio)

Ostvareni kvalitet (OQ)

U procesu stvaranja proizvoda unutar organizacije, kroz ceo niz nesavršenosti u procesima i njihovim resursima, može se doći do odstupanja u željenim vrednostima projektovanog kvaliteta. Iz ovog razloga uvodi se pojam **ostvarenog kvaliteta (OQ)** definisanog kao kvalitet koji utvrđuje proizvođač kroz procese kontrole kvaliteta.

Potreba za definisanjem ostvarenog kvaliteta je posledica (ne)usaglašenosti projektovanih karakteristika kvaliteta nekog proizvoda i njegovih stvarnih vrednosti koje se utvrđuju na završnom ispitivanju proizvoda. Kroz skup aktivnosti koje čine proces proizvodnje stvaraju se karakteristike kvaliteta proizvoda i direktno se utiče na nivo ostvarenog kvaliteta proizvoda.

Upotrebski kvalitet (UQ)

Realna slika kvaliteta nekog proizvoda se ispoljava tek u trenutku upotrebe ili potrošnje, kada se korisnik/potrošač susreće sa proizvodom i kad započinje njegovo korišćenje ili potrošnja. Pojavni oblik kvaliteta kojim se određuje kvalitet u momentu korišćenja ili potrošnje nekog proizvoda naziva se **upotrebskim kvalitetom (UQ)**. Upotrebskim kvalitetom određuje se nivo zadovoljstva korisnika.

Upotrebski kvalitet proizvoda korisnik ocenjuje u odnosu na svoje potrebe u vezi sa datim proizvodom. Prilikom sučeljavanja ostvarenih karakteristika kvaliteta proizvoda i potreba korisnika ili njihovih specifikacija ispoljava se upotrebski

kvalitet. Ako je potrebni kvalitet specifikacija potreba korisnika, onda je upotrebljeni kvalitet specifikacija uspešnosti ispunjavanja ovih potreba. Ocena upotrebnog kvaliteta može da se vrši, najčešće, kroz intervjuisanje i anketiranje, kao i druge oblike ispitivanja nivoa zadovoljstva korisnika.

Specifikacija kvaliteta i tolerancija

Specifikacija kvaliteta odnosi se na definisanje karakteristika kvaliteta objekta kontrole. Zapravo to je projektovani kvalitet PrQ ili standard ili zadata vrednost karakteristike kvaliteta.

Planirana vrednost karakteristika kvaliteta obično je definisana „nazivnom vrednošću“.

Zbog prisutnih faktora uticaja (materijal, sredstvo za rad, ljudski faktor, okruženje i sl.) na procese u proizvodnji i pružanju usluga, ostvarene vrednosti karakteristika kvaliteta variraju u odnosu na planirane vrednosti. Ova odstupanja od planiranih vrednosti se nazivaju **VARIJACIJE**.

Definisana dozvoljena odstupanje tj. rasipanje vrednosti karakteristike kvaliteta u odnosu na planiranu vrednost naziva se i **TOLERANCIJA**. Tolerancija (slovna oznaka T) je jednaka razlici najveće i najmanje dozvoljene vrednosti.

Karakteristike kvaliteta, za potrebe kontrole kvaliteta, može se smatrati specificiranim ako je određena:

- veličinom, njenom oznakom i/ili nazivom karakteristike kvaliteta (npr. dužina, Vp- zapremina prtljažnika, deo voća u soku, boja površine),
- mernom jedinicom ili opisom preko koje se definiše i iskazuje (npr. mm, l, %, prema paleti boja),
- planiranim vrednošću, koja često uključuje i određenu toleranciju (npr. max 25 mm; 59l-60l; min 95%; nijansa C5 iz palete crvenih boja).

Ovako definisana karakteristike kvaliteta naziva se specifikacijom ili projektovanom karakteristikom kvaliteta.

Kvalitet usluga

Karakteristike kvaliteta za slučaj usluga podeljene u dve osnovne grupe, koje čine i osnovu za njihovu identifikaciju su:

- karakteristike kvaliteta resursa koji su u kontaktu sa korisnikom,
- karakteristike kvaliteta koje su rezultat međudejstva resursa i ispoljavaju se na nivou usluge.

Koje će karakteristike i u kom značaju i broju biti identifikovane, za slučaj neke od usluga, zavisi od učešća i zastupljenosti resursa u procesu pružanja usluga.

Karakteristike kvaliteta koje se najčešće identifikuju za različite usluge i pripadaju drugoj grupi karakteristika kvaliteta su:

- brzina usluge (vreme od prihvatanja zahteva do njegovog ispunjenja),
- raspoloživost usluge (vreme čekanja na prihvatanje zahteva),
- pouzdanost usluge (verovatnoća da će zahtev biti ispunjen, ako je prihvaćen),
- kompletnost usluge (stepen slaganja ponude sa očekivanim zahtevom korisnika ili specifikacijom),
- tačnost usluge (stepen slaganja zahteva korisnika sa uslugom ili njenim rezultatima).

Nešto složeniji problem, za tako identifikovane karakteristike kvaliteta usluge, kao i za slučaj proizvoda, jeste definisati ove karakteristike kvaliteta i razviti metode i sredstva za određivanje vrednosti veličina koje ih reprezentuju (ljubaznost, urednost osoblja, ukus hrane, prijatnost ambijenta itd.).

Integralni kvalitet

Karakteristike kvaliteta proizvoda su direktna posledica međusobnog dejstva karakteristika kvaliteta njegovih elemenata sastavnih delova: sklopova, podsklopova, elemenata, komponenti i sl. Od karakteristika kvaliteta motora zavise neke od karakteristika kvaliteta automobila kao proizvoda, od karakteristika kvaliteta papira zavisi karakteristika kvaliteta časopisa, čiji je on sastavni deo itd.

Agregiranje karakteristike kvaliteta delova proizvoda (sklopovi, podsklopovi, delovi, komponente i sl) tj. karakteristika kvaliteta resursa sa uticajem na korisnika tokom pružanja usluga naziva se Integralnim kvalitetom.

Karakteristike kvaliteta delova proizvoda utiču na ukupan kvalitet proizvoda.

Karakteristike kvaliteta resursa utiču na ukupan kvalitet usluge.



2. KONTROLA KVALITETA

Kontrola kvaliteta

Kontrola se može definisati kao proces poređenja karakteristika predmeta (objekta) kontrole sa unapred poznatim zadatim karakteristikama.

Najjednostavnija definicija kontrole kvaliteta proističe iz prethodne definicije kontrole i može se iskazati kao **proces poređenja karakteristika kvaliteta predmeta (objekta) kontrole sa unapred poznatim zadatim karakteristikama kvaliteta**.

Kontrola kvaliteta - uža definicija

Prethodna definicija se može nazvati i „užom definicijom“ kontrole kvaliteta gde se pod njom podrazumevaju: identifikacija (merenje) i komparacija (poređenje) stanja i tendencija kvaliteta tokom ili na kraju procesa (Joko Stanić).

Kontrola kvaliteta (Inspection) – pasivna kontrola - uža definicija obuhvata:

- a. utvrđivanje vrednost karakteristike kvaliteta,
- b. njen poređenje sa projektovanim (planiranim) vrednostima, ciljevima, standardima, specifikacijom,
- c. izveštavanje o rezultatima.

Međutim, prethodna definicija daje kontroli kvaliteta čisto pasivnu ulogu u proizvodnom procesu, što često nije slučaj, jer je kontrola kvaliteta aktivni deo proizvodnog procesa i svojim delovanjem utiče na njegovo unapređenje. Kontrolu kvaliteta čine i ljudi čije mišljenje na osnovu utvrđenih vrednosti i analize mogu biti dragoceni u pravcu izbegavanja ili predupređenja budućih grešaka u procesu i na proizvodu.

Kontrola kvaliteta - šira definicija

Kontrola kvaliteta obuhvata skup aktivnosti planiranih i sprovedenih u cilju smanjenja rasipanja izlaznih vrednosti karakteristika kvaliteta u odnosu na planiranu vrednost.

Moderan koncept poimanja procesa kontrole kvaliteta proširuje njegovu ulogu i na proces utvrđivanja uzorka problema i njihovog eliminisanja, za razliku od ranijeg koncepta koji se ograničavao na poređenje karakteristika kvaliteta.

J. Juran i F. Gryna, kada govore o kontroli kvaliteta, podrazumevaju ne samo odluku o prihvatanju proizvoda, nego regulisanje u proizvodnom procesu. Na nivou teničkog, determinističkog sistema ovo se može smatrati i upravljanjem pa se pojma kontrole kvaliteta može naći i kao upravljanje kvalitetom proizvoda. Ovom definicijom se izjednačava pojma kontrole sa pojmom upravljanja kvalitetom (videti Joko Stanić).

Stoga je moguće definisati i širu definiciju kontrole kvaliteta koja podrazumeva ne samo utvrđivanje specificiranog nivoa kvaliteta (inspekcijska funkcija) neko i operativne postupke i aktivnosti usmerene na praćenje procesa i uklanjanje uzroka lošeg kvaliteta.

Kontrola (Upravljanje) kvalitetom - (Quality Control) – aktivna kontrola - šira definicija obuhvata:

- a. planiranje potrebe i načina sprovođenja kontrole kvaliteta,
- b. utvrđivanje vrednost karakteristike kvaliteta,
- c. poređenje sa projektovanim (planiranim) vrednostima, ciljevima, standardima,
- d. iniciranje aktivnosti u slučaju mogućnosti za nastanak ili nastanka odstupanja (izveštavanje o rezultatima),
- e. preduzimanje korekcije i korektivne mera,
- f. analizu rezultata.

Elementi procesa kontrole kvaliteta

Da bi proces kontrole kvaliteta mogao da se realizuje neophodno je da su definisani i obezbeđeni sledeći osnovni elementi procesa kontrole kvaliteta:

- (1) „Objekat (predmet)“ kontrole kvaliteta
- (2) „Senzor“ - za određivanje vrednosti karakteristika kvaliteta objekta kontrole kvaliteta
- (3) “Standard” – projektovani kvalitet, zadata vrednost, specifikacija karakteristike kvaliteta
- (4) „Komparator“ – osoba i/ili uređaj koji poredi (2) i (3). Identifikuje odstupanje ili mogućnost od odstupanja i određuje potrebu za korekcijom.
- (5) „Aktuator“ – osoba i/ili uređaj koji deluje na proces stvaranja karakteristike u cilju njegovog regulisanja.

Komponente kontrole kvaliteta

Osnovne komponente kontrole kvaliteta su:

1. Informacije o ostvarenom kvalitetu tj. ostvarenim karakteristikama kvaliteta objekta kontrole,
2. Informacije o projektovanom kvalitetu, tj. projektovanim, poznatim - zadatim karakteristikama kvaliteta.

Informacije o karakteristikama kvaliteta utvrđuju se procesima merenja, ispitivanja ili ocenjivanja značajnih veličina objekta kontrole kvaliteta.

Informacije o projektovanim kvalitetu predstavljaju standard ili specifikaciju koju je neophodno zadovoljiti u procesu prizvodnje ili pružanja usluga.

Kontrolu kvaliteta u elementarnom smislu moguće je izvršiti kroz proces poređenja ove dve komponente i donošenja odluke u vezi sa statusom objekta kontrole kvaliteta.

Uloga kontrole kvaliteta

Uloga kontrole kvaliteta na nivou regiona i države sastoji se u:

- sprečavanju ulaska/izlaska nebezbednih proizvoda,

- sprečavanju ulaska/izlaska neusaglašenih proizvoda (tehnički propisi, standardi, deklaracije).

Uloga sistema kontrole kvaliteta na nivou organizacionog sistema sastoji se u:

- sprečavanje odlaska "lošeg kvaliteta" na narednu operaciju ili ka tržištu, (Radford 1917.) – uža definicija
- održavanje vrednosti karakteristike kvaliteta unutar definisanih granica, (Juran) - šira definicija
- održavanje nivoa vrednosti izlaza sa ciljem ispunjavanja ciljeva sistema. (James G March; Herbert A Simon) - šira definicija

Podela kontrole kvaliteta

Podela kontrole kvaliteta može se izvršiti prema više kriterijuma i to:

1. Prema fazama tehnološkog procesa
2. Prema broju kontrolisanih proizvoda i/ili karakteristika kvaliteta
3. Prema karakteru preventivnosti
4. Prema nosiocu kontrole kvaliteta

Prema fazama tehnološkog procesa kontrola kvaliteta se može podeliti n:

- Ulaznu kontrolu kvaliteta
- Procesnu kontrolu kvaliteta
- Završnu kontrolu kvaliteta

Uloga ulazne kontrole kvaliteta je da u sadejstvu sa drugim procesima (nabavka, priprema proizvodnje i sl.) obezbedi usaglašenost svih materijalnih resursa neophodnih za proces proizvodnje. Ova kontrola se može odnositi na sirovine, materijale, poluproizvode i proizvode koji se transformišu ili ugrađuju tokom procesa proizvodnje, ali i ostale ulaze u proces proizvodnje kao što su alati, uređaji, pribori, sredstva za rad, infrastrukturni elementi, energenti itd.

Procesna kontrola kvaliteta uočajeno obuhvata sprovođenje aktivnosti kontrole kvaliteta tokom ili nakon proizvodnih operacija. Može se odnositi na kontrolu procesnih parametara ili karakteristika kvaliteta produkata. Obim procesne

kontrole uslovljen je obezbeđenjem kontinuiteta usaglašenosti ulaznih elemenata procesa proizvodnje i nivoa ovlađanosti operacijama proizvodnje.

Završna kontrola kvaliteta realizuje se nakon završetka proizvodnih operacija, a pre zaštite, pakovanja, uskladištenja i isporuke proizvoda. Obim završne kontrole uslovljen je pouzdanošću prethodnih procesa kontrole kvaliteta i proces proizvodnje.

Prema broju kontrolisanih proizvoda i/ili karakteristika kvaliteta kontrola kvaliteta može biti:

- 100% KONTROLA KVALITETA
- KONTROLA KVALITETA UZORKOVANJEM
- KOMBINOVANA

Prema karakteru preventivnosti kontrola kvaliteta može biti:

- PREVENTIVNA (aktivna) – održavati vrednosti izlaza unutar granica
- SELEKTIVNA (pasivna) – sprečiti odlazaka lošeg kvaliteta

Sselektivna kontrola kvaliteta na ulazu ili tokom odvijanja procesa je preventivna u odnosu na završnu kontrolu.

Prema nosiocu kontrole kvaliteta ista se može podeliti na:

- KLASIČNU KONTROLU KVALITETA (kontrolor nije i stvaralac karakteristika kvaliteta)
- SAMOKONTROLU (kontrolor je stvaralac karakteristika kvaliteta.)

Procesi kontrole kvaliteta (šira definicija)

1. Planiranje kontrole kvaliteta
2. Priprema za vršenje kontrole kvaliteta*
3. Kontrolisanje*
4. Izveštavanje*
5. Definisanje i sprovođenja korektivnih mera

* procesi pripadaju užoj definicije kontrole kvaliteta

Pretpostavke za funkcionisanje kontrole kvaliteta

1. Definisane karakteristike kvaliteta na objektima kontrole – projektovani kvalitet
2. Izvršena kategorizacija karakteristika kvaliteta i mana na njima
3. Razvijena i obezbeđena sredstva i metode za njihovo utvrđivanje
4. Obezbeđeni odgovarajući ljudski resursi
5. Obezbeđena odgovarajuća infrastruktura i ostali resursi (uslovi radne sredine i prostora, reagensi, materijali i sl.)
6. Definisan plan kontrole kvaliteta
7. Projektovana radna dokumentacija za kontrolu kvaliteta (uputstva, formulari)
8. Izvršena priprema kontrolnih tačaka (mesta kontrole kvaliteta)

Troškovi kontrole kvaliteta

Analiza troškova kontrole kvaliteta vrši se sa ciljem snižavanja troškova kvaliteta. To je zapravo iterativni postupak analize troškova proizvodnje T_p .

$$T_p = T_k + T_g + T_{op}$$

- troškovi kontrole kvaliteta, T_k
- troškovi gubitaka, T_g
- troškovi operacija, T_{op}

Troškovi kontrole kvaliteta T_k zavise od elemenata plana kontrole kvaliteta:

- načina vršenja kontrole kvaliteta (metod, sredstvo i sl.)
- obima i učestanosti kontrole kvaliteta
- nosioca kontrole kvaliteta
- ...

Troškovi kontrole kvaliteta mogu se iskazati kao:

$Tk = Tpp + Tkk + Ti$

- troškovi planiranja i pripreme kontrole kvaliteta, Tpp
- troškovi kontrolisanje, Tkk
- troškovi izveštavanja, Ti

U odnosu na mesto kontrole kvaliteta (faze teh. procesa):

$Tk = Tku + Tkp + Tkz$

- troškovi ulazne kontrole kvaliteta, Tku
- troškovi procesne kontrole kvaliteta, Tkp
- troškovi završne kontrole kvaliteta, Tkz

Troškovi gubitaka Tg nastaju internim otkrivanjem neusaglašenih proizvoda i najčešće se odnose na:

- Troškove škarta
- Troškovi dorade

Eksterni

- Troškovi reklamacija
- Troškovi zamene proizvoda

Indirektni:

- Troškovi gubitaka tržišta

Postupak određivanja troškova kontrole kvaliteta

1. Poći od završne 100% kontrole (bez ulazne i procesne kontrole kvaliteta)
2. Utvrditi troškove proizvodnje $Tp1$
3. Izvršiti analizu strukture gubitaka i mesta njihovog nastanka
4. Projektovati kontrolu kvaliteta (ulaznu, procesnu, završnu primenom stabla odluka)
5. Utvrditi troškove proizvodnje $Tp2$
6. Uporediti troškove $Tp2$ i $Tp1$
7. Nastaviti sa analizom strukture gubitaka i optimizacijom troškova.

Dokumentacija za vršenje kontrole kvaliteta

Dokumentacija koja opisuje procese vršenja kontrole kvaliteta (planovi/postupci, uputstva i sl.):

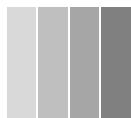
- Plan kontrole kvaliteta proizvodnje hleba
- Postupak kontrole kvaliteta sklopa G4
- Uputstvo za završnu kontrolu kvaliteta odlivka
- I sl.

Dokumentacija za evidentiranje i obradu rezultata kontrole kvaliteta (formulari: ček liste, liste komtrole kvaliteta, nedeljni izveštaj ostvarenog kvaliteta i sl.)

Plan kontrole kvaliteta

Plan kontrole kvaliteta je dokument koji definiše elemente kontrole kvaliteta proizvoda/pružanja usluga:

- mesto vršenja kontrole kvaliteta u listi operacija
- karakteristike kvaliteta za kontrolu
- obim kontrolisanja
- učestanost kontrolisanja
- metode za određivanja karakteristike kvaliteta
- nosioce kontrole kvaliteta
- dokumentaciju za obavljanje kontrole kvaliteta
- po potrebi i dodatne elemente (verifikacije, korekcije i sl.)



3. OSNOVNI POJMOVI U VEZI UZORKOVANJA

Osnovni pojmovi

VELIČINA SERIJE-(N)

VELIČINA UZORKA-(n)

MAKSIMALNO DOZVOLJENI BROJ LOŠIH JEDINICA U UZORKU-(c)

BROJ LOŠIH JEDINICA U UZORKU-(k), U SERIJI (m)

PROSEK PROCESA (Average of process) – (\bar{p}) prosečan procenat defektnih jedinica proizvoda u seriji kao izlaza iz nekog procesa.

NIVO KVALITETA (p) procenat defektnih delova u seriji.

NIVO KVALITETA ZA PRIJEM (AQL- Acceptable Quality Level, NKP, $p_1=p\alpha$) - maksimalna količina defektnih jedinica proizvoda (p) koja je prihvatljiva sa stanovišta proizvođača. Definiše ga proizvođač.

NIVO ODBIJAĆEG KVALITETA ili tolerisani nivo kvaliteta (RQL- Rejectable Quality Level, LTPD- Lot tolerance percent defective, NOK, $p_2=p\beta$) - maksimalna količina defektnih jedinica proizvoda (p) koja je prihvatljiva sa stanovišta kupca. Definiše ga kupac.

NEUTRALNI NIVO KVALITETA (NQL ili IQL - Neutral (independent) Quality Level) ili nezavisan kvalitet je postotak defektnih delova (p) koja odgovara verovatnoći prihvatanja (odbijanja) serije od $P(p) = 50\%$ (0.5).

RIZIK PROIZVOĐAČA (α) (Producers Risk) - verovatnoća odbijanja dobre serije (α)
Osnovni pojmovi za upotrebu Planova prijema

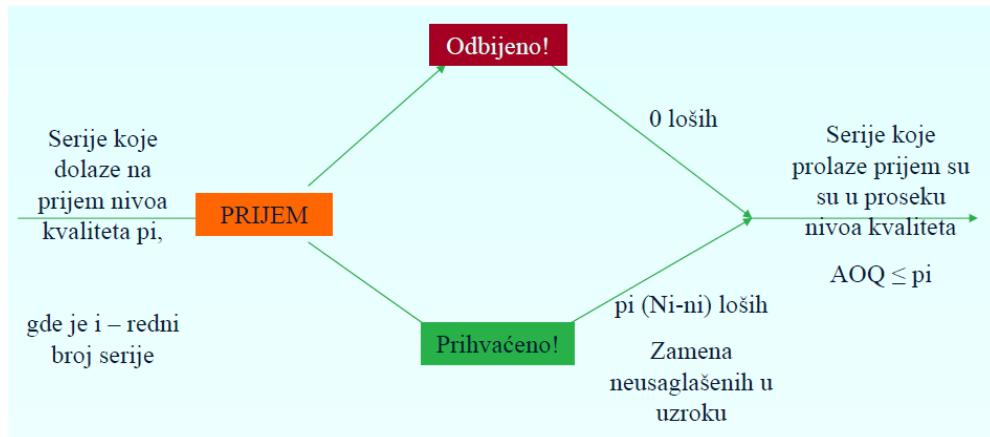
RIZIK KUPCA (β) (Consumer's Risk) - verovatnoća prihvatanja loše serije ($\beta=10\%$)

Prosečan izlazni kvalitet Ppik (Average outgoing quality - AOQ)

$$AOQ = \frac{Pa \cdot p(N-n)}{N}$$

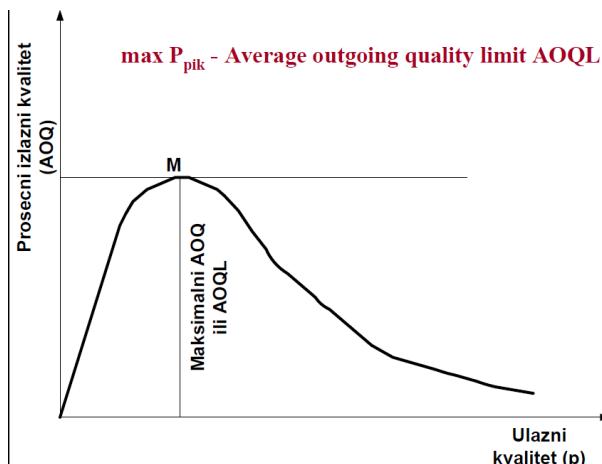
Neka serije nivoa kvaliteta p dolaze na prijem (videti sliku 1):

- Deo serija je odbijeno i vraćeno na probiranje,
- Deo serija prihvaćen uz zamenu neusaglašenih u uzorku n, tako da prolazi $p(N-n)$ neusaglašenih,
- Ukupni prosečan postotak neusaglašenih proizvoda koja prolazi kontrolu iznosi $AOQ < p$.



Slika 1. Prosečan izlazni kvalitet

MAKSIMALAN PROSEČNI NIVO IZLAZNOG KVALITETA - (AOQL - Average outgoing quality limit) maksimalan prosečni procenat defektnih delova koji se очekuje kao ulaz u naredni proces nakon upotrebe nekog od planova prijema.



Slika 2. Maksimalni prosečni nivo izlaznog kvaliteta

Prosečan obim kontrole (ATI - Average total inspection)

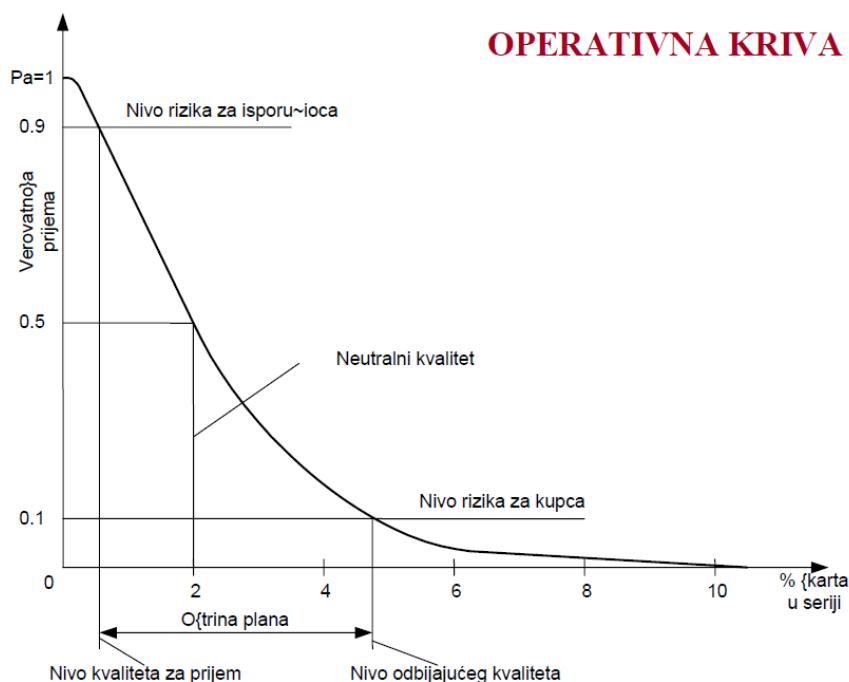
ATI je prosečan broj kontrolisanih jedinica nakon obavljenih prijema.

$$ATI = n + (1 - Pa)(N - n)$$

Objašnjenje:

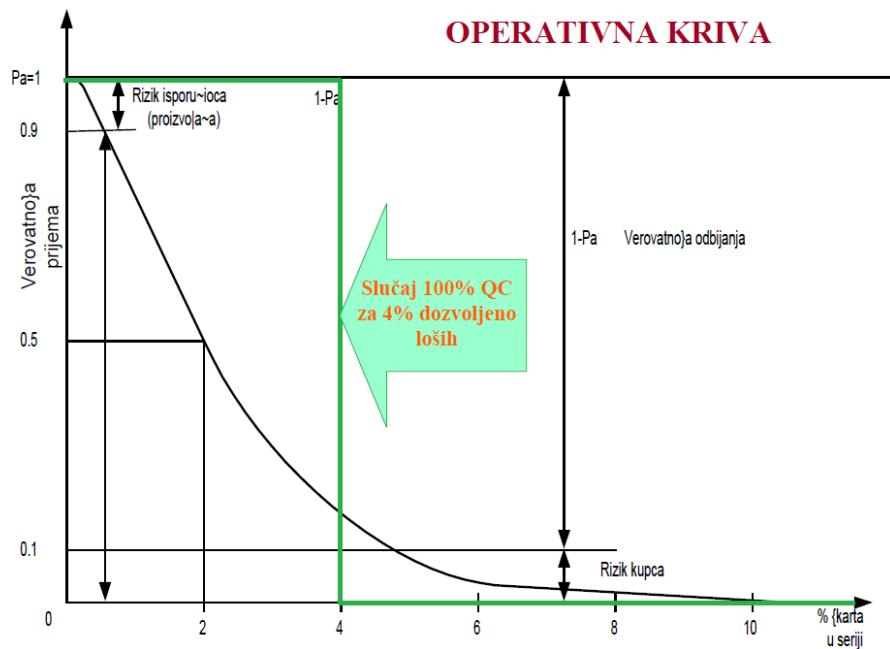
- Ako serije nemaju loših komada $p=0$ broj kontrolisanih je prosečno jednak veličini uzorka n
- Ako serije sadrže 100% loših komada $p=1$ broj kontrolisanih je prosečno jednak veličini serija N
- kako je $0 \leq p \leq 1$ onda je $n \leq ATI \leq N$

Operativna kriva



Slika 3. Operativna kriva

Grafički prikaz verovatnoće prijema određene serije u zavisnosti od procenata loših proizvoda sadržanih u seriji i elemenata plana prijema. Prikazuje i rizike od mogućih odluka koje mogu biti donešene na osnovu nesavršenosti procesa uzorkovanja.



Slika 4. Operativna kriva



4. PLANOVI PRIJEMA

Planovi prijema

Osnovu svakog plana prijema čini statističko uzorkovanje. Planovi prijema propisuju kombinacije uzoraka na osnovu kojih se donosi odluka o prijemu robe (materijala, polufabrikata, delova opreme itd). Odluka o prijemu se temelji na verovatnoći koliko loših komada može sadržati serija ako je uzorak pokazao određen broj neispravnih komada.

Preporuke za upotrebu Planova prijema:

- Proizvodnje sa manjim iskustvom
- Primenjivati planove kao dinamičku kategoriju
- Prelazno rešenje ka primeni SPC metoda
- Homogenost pakovanja (mašina, radnik, materijal, smena)
- Veće serije
- Pakovanja treba da su jednostavna u smislu uzimanja uzorka

Osnovni parametri nekog plana prijema

- N - veličina serije;
- n - broj komada u uzorku;
- c - maksimalan dozvoljeni broj neispravnih jedinica;
- k - broj loših komada u uzorku.

Podela planova prijema

I Prema vrsti karakteristike kvaliteta za:

- atributivne karakteristike kvaliteta;
- numeričke (varijabilne) karakteristike kvaliteta.

II Prema broju uzoraka:

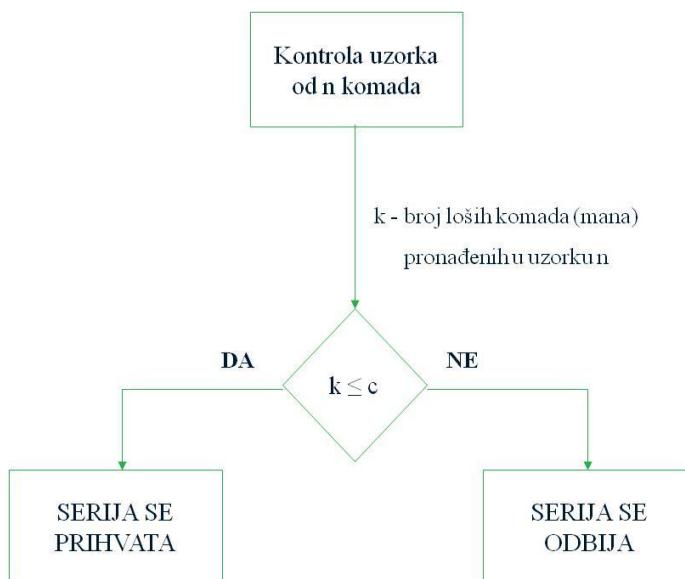
- jednostruki planovi prijema (odluka na osnovu 1 uzorka iz serije);
- dvostruki planovi prijema (odluka na osnovu 1 i/ili 2 uzorka iz serije);
- višestruki planovi prijema (odluka na osnovu više uzorka), npr. Sekvencijski planovi prijema.

III Prema mestu korišćenja u odnosu na tehnološki proces:

- planovi prijema u ulaznoj kontroli kvaliteta;
- planovi prijema u procesnoj kontroli kvaliteta;
- planovi prijema u izlaznoj kontroli kvaliteta.

Jednostruki planovi prijema

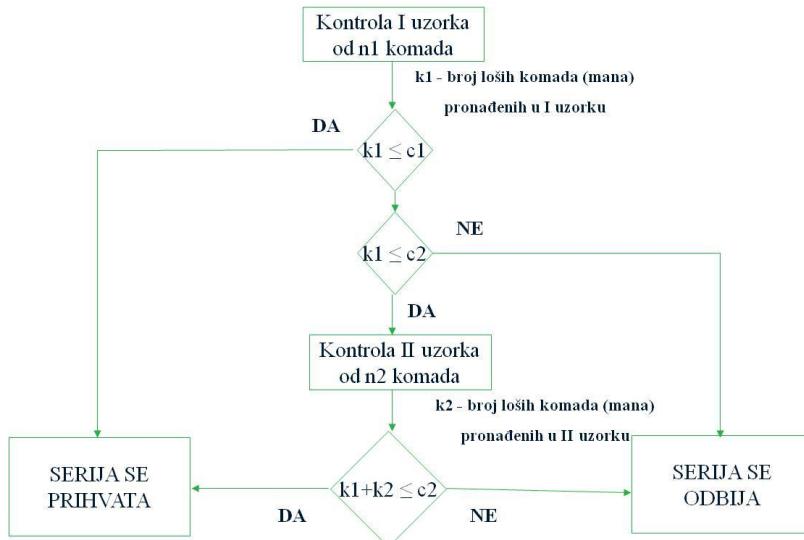
- hipoteza o nivou kvaliteta neke serije se donosi na osnovu samo jednog uzorka
- veličina uzorka je veća u odnosu na ostale planove prijema
- jednostavniji i pouzdaniji zbog većeg broja delova u uzorku
- definisan sa dva elementa n i c (P i O)



Slika 5. Šema upotrebe jednostrukog uzorkovanja

Dvostruki planovi prijema

- hipoteza o nivou kvaliteta neke serije se donosi na osnovu samo jednog i/ili dva uzorka
- koristi manji broj komada u uzorku
- definisan sa četiri elementa n_1 , n_2 i c_1 i c_2 (P_1 , O_1 , P_2 i O_2)

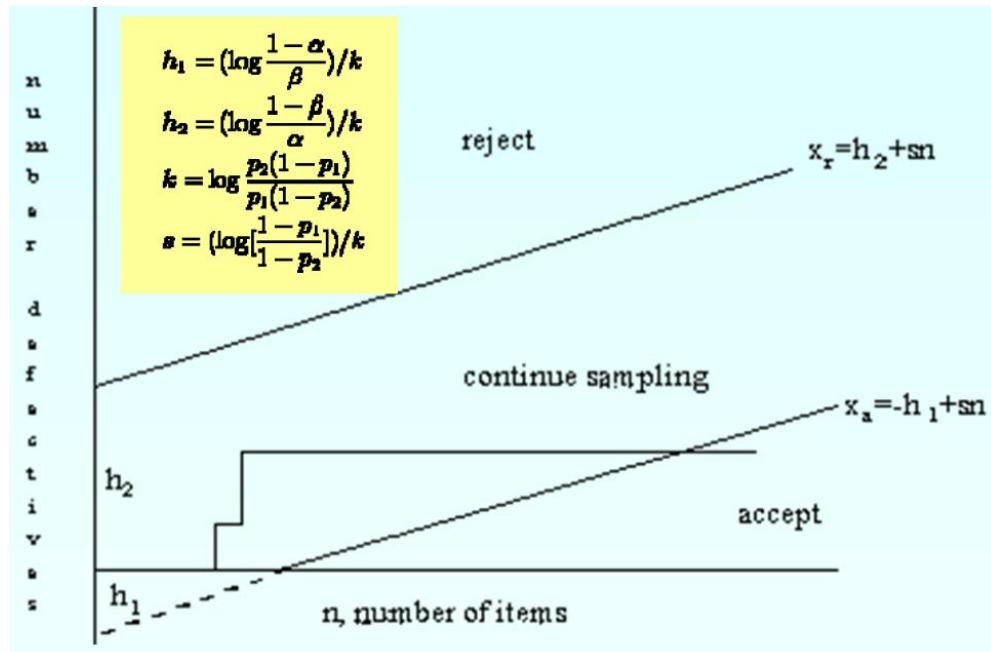


Slika 6. Šema upotrebe dvostrukog uzorkovanja

Sekvencionalno uzorkovanje

- Podrazumeva uzimanje niza uzoraka - sekvence
- Koliko će ukupno uzoraka biti uzeto zavisi od dobijenih rezultata
- Ako je sekvenca tj. uzorak veličine 1 kom onda se sekvencijalno uzorkovanje naziva i "item by item" uzorkovanje
- Ako je sekvenca tj. uzorak veći od 1 kom onda se sekvencijalno uzorkovanje naziva grupnim uzorkovanjem
- Kumulativan broj defektnih proizvoda poredi se sa proračunatim granicama za svaku od sekvenci.
- Ako je ukupan broj defektnih niži od broja za prihvatanje serija se prima, ako je veći od broja za odbijanje serija se odbija, a u ostalim slučajevima se nastavlja sa uzorkovanjem

- Formule za proračun date su u prilogu



Slika 7. Sekvencionalno uzorkovanje

Skip lot uzorkovanje

- Podrazumeva uzorkovanje samo dela isporučenih serija
- Uštede u vremenu i novcu
- Koristi se u slučaju dokazanog kvaliteta isporučenih serija

Koraci upotrebe skip lot uzorkovanja:

- Odabiraju se parametri kao za jednostruki plan, n i c
- Vrši se uzorkovanje serija prema normalnom načinu kontrole
- Ako je isporučeni broj "i" serija prihvaćen nastavlja se sa kontrolom samo dela "f" budućih serija koje se biraju koristeći slučajne brojeve
- Ako je serija odbijena vraća se na normalni način kontrole

Američki vojni standard MIL-STD 105E

Američki vojni standard MIL-STD 105E ili ABC-STD-105 prvi put je upotrebljen 1942. Godine

Primena:

- u svim fazama tehnološkog procesa (ulazna i završna najčešće)
- za kontrolisanje prema broju defekata ili broju defektnih komada
- kao zaštita isporučioca uz održavanje željenog nivoa kvaliteta isporuka

Prepostavke za formiranje plana:

- kontinualni nizovi serija (isporuka) u dužem vremenskom periodu,
- veličina serije N
- nivo kontrolisanja N/n (I, II, III, za male serije S-1, S-2, S-3, S-4) daju mogućnost smanjivanja uzorka
- broj uzoraka (jednostruki, dvostruki, višestruki uzorak)
- način kontrolisanja (redukovani, normalan, pooštren) daju mogućnost racionalizacije korišćenja plana, ali i korektivnog delovanja u slučaju pogoršanja kvaliteta isporuka
- kontrola defekata (10-1000 defekata na 100 jedinica delova/proizvoda) ili kontrola defektnih delova/proizvoda (0.01- 10%)
- nivo kvaliteta za prijem NKP, AQL, pa

Način kontrolisanja (redukovani, normalan, pooštren):

- Redukovani: se primenjuje ako je kvalitet serije konstantno bolji od postavljenog.
- Normalan: je način sa kojim se počinje prijem. U zavisnosti od kvaliteta serije može se preći na pooštreni ili redukovani način.
- Pooštren: u slučaju da se pogorša kvalitet serije tokom normalnog načina kontrolisanja.
- Počinje se sa normalnim načinom kontrole.
- Normalni ka pooštrenom: ako su 2 od 5 uzastopnih serija odbijene.
- Prekid odnosa sa isporučiocem ako je prethodnih 10 serija odbijeno.
- Pooštreni ka normalnom: ako su 5 uzastopnih serija prihvaćene.
- Normalni ka redukovanim: ako su ispunjena sva četiri naredna uslova
 - o ako zadnjih 10 serija primljenih po normalnom režimu nije bilo odbijeno

- ako je ukupan broj defektnih jedinica (defekata) u prethodnih 10 serija manji ili jednak dozvoljenom broju za prelazak na redukovani način kontrole (broj se uzima iz odgovarajuće tabele za redukovani način kontrolisanja)
- ako nema problema u radu isporučioca (kvarovi mašina, isporuke materijala i sl.)
- redukovana kontrola odobrena od strane odgovornog lica za QC

Redukovani ka normalnom:

- ako je serija odbijena
- ko ima problema u radu isporučioca
- ako se broj neusaglašenih nađe između P i O

Dodge-Roming plan prijema

Prvi put upotrebljen u Bell Telephon Comp. USA , 1923. godine

Primena:

- za serije sa prosečnim škartom serije $< p\beta = 10\%$
- za serije sa približno konstantnom vrednošću škarta
- kada se želi zaštитiti kupac tj. obezbediti bolji nivo kvaliteta serije od dogovorenog ili u cilju obezbeđenja željenog AOQL

Planovi prijema na osnovu odbijajućeg nivoa kvaliteta $p\beta$ koriste se za izolovane serije (u ulaznoj kontroli).

Prepostavke za formiranje ovog tipa plana su:

- veličina serije N
- odbijajući nivo kvaliteta $p\beta = 10\%$ (0.5-10% u 8 nivoa)
- prosečni škart serije iz najmanje 10 prošlih serija ili krajnja desna kolona u tabeli (6 grupa)

Planovi prijema na osnovu AOQL koriste se za kontinualne serije (u svim fazama tehnološkog procesa).

Pretpostavke za formiranje ovog tipa plana su:

- veličina serije N
- AOQL (0.1-10% u 13 nivoa)
- prosečni škart serije iz najmanje 10 prošlih serija (podeljen u 6 grupa)

Philipsov plan prijema

Prvi put upotrebljen u Philipsu neposredno nakon II svetskog rata

- ne primenjuje se pri kontroli putem razaranja delova
- $\alpha = \beta = 50\%$
- za $N < 1001$ jednostruko uzorkovanje
- za $N \geq 1001$ dvostruko uzorkovanje

Pretpostavke za formiranje plana:

- veličina serije N
- neutralni nivo kvaliteta $pn = 50\%$



5. SPOSOBNOST I TAČNOST PROCESA

Sposobnost i tačnost procesa

Sposobnost procesa - Process Capability je karakteristika procesa koja ukazuje na njegovu sposobnost da ostvari specifikaciju, projektovani kvalitet karakteristike kvaliteta (konstrukcionalna tolerancija $T=Xg-Xd$). Predstavlja odnos konstrukcione T i prirodne tolerancije procesa T_p .

Mogućnost ili prirodna tolerancija procesa T_p je interval granica rasipanja vrednosti karakteristike kvaliteta koju stvara, a koje su rezultat slučajnih uticajnih faktora procesa ili mera prihvatljive promenljivosti neke izlazne vrednosti iz procesa.

Tačnost procesa - Process Accuracy je karakteristika procesa koja ukazuje na stepen slaganja vrednosti izlaznih veličina iz procesa sa specifikacijom, projektovanim kvalitetom karakteristike kvaliteta.

Tačnost procesa ukazuje na pomerenost prosečne vrednosti izlazne karakteristike kvaliteta u odnosu na centralnu liniju specifikacije, projektovanih (dozvoljenih) granica rasipanja karakteristike kvaliteta.

Analiza sposobnosti i tačnosti procesa vrši se:

- da bi se znalo da li proces može zadovoljiti specifikaciju
- da bi se znalo, zašto proces, ako može, ne zadovoljava specifikaciju
- da bi se proces optimalno regulisao u cilju tačnosti

Analiza sposobnosti i tačnosti procesa može se koristiti kod:

- nabavke novih mašina (koju specifikaciju treba da ostvare)
- određivanja plana uzorkovanja (ritma uzorkovanja i veličine)
- konstruisanja novih proizvoda
- planiranja korišćenja mašina
- izbora radnika za rad na pojedinim mašinama
- podešavanje mašina
- određivanja kontrolnih granica

- izbora alternativnih procesa

Najčešće greške koje se prave prilikom ocene sposobnosti procesa mogu biti:

- nedovoljno veliki ili reprezentativan uzorak,
- kratak period snimanja
- proces nije pod kontrolom (uticaj sistematskih faktora)
- nepouzdanost mernih rezultata (merilo, metoda, radnik)



6. KONTROLNE KARTE

Kontrolne karte i stabilnost procesa

Kontrolne karte (Control charts) su grafički prikaz praćenja neke merne veličine u odnosu na kontrolne granice.

Proces se naziva stabilnim ako se odvija unutar granica uticaja slučajnih faktora. Kontrolne karte služe sa praćenje stabilnosti procesa.

Za praćenje procesa preko kontrolnih karata potrebno je odrediti:

- karakteristiku/ke koje se prate;
- vrstu kontrolne karte;
- veličinu uzorka (primerci koji sačinjavaju jedan uzorak treba da su izrađeni na identičan način);
- učestanost pregleda.

Podela kontrolnih karata

A) Prema vrsti karakteristike kvaliteta:

- Numeričke kontrolne karte za praćenje kvantitativnih (numeričkih) karakteristika kvaliteta;
- Atributivne kontrolne karte za praćenje kvalitativnih (atributivnih) karakteristika kvaliteta.

B) Prema karakteru objekta kontrole:

- kontrolne karte za karakteristike kvaliteta primerka (masa, vreme i sl.);
- kontrolne karte za statističke mere uzoraka (Xar, R, sigma ...).

C) Prema fazama proizvodnog procesa:

- kontrolne karte za kontrolu proteklog procesa;
- kontrolne karte za kontrolu tekućeg procesa.

D) Prema složenosti:

- proste (prate jednu veličinu);
- dvojne (prate dve veličine);

Numeričke kontrolne karte

Numeričke kontrolne karte služe za praćenje numeričkih karakteristika kvaliteta.

Najčešće su to:

- karta mera (X-karta);
- karta srednjih vrednosti (\bar{X} -karta);
- karta raspona mera (R-karta);
- karta standardnih devijacija (σ -karta)

Najčešće se koriste kombinacije prethodnih karata u vidu dvojnih kontrolnih karata R i σ :

- za $n < 10$ koristimo R -kontrolnu kartu (obično $n = 4$ do 5);
- za $n \geq 10$ koristimo σ -kontrolnu kartu;

Gde je n – broj komada u uzorku

Atributivne kontrolne karte

Numeričke kontrolne karte služe za praćenje atributivnih karakteristika kvaliteta. Ove kontrolne karte zasnivaju se na atributivnoj oceni kvaliteta tipa dobro/loše.

Preduslov za njihovu primenu je klasifikacija karakteristika kvaliteta i mana.

Nedostaci njihove primene:

- imaju manju osetljivost na promene u procesu
- ne daju informaciju o podešenosti i granicama rasipanja procesa
- zahtevaju veće uzorke (u upotrebi binomna raspodela verovatnoća)

Prednosti njihove primene:

- lakše za prikupljanje podataka
- istovremeno se kontroliše više karakteristika kvaliteta

Podela atributivnih kontrolnih karata

a) Kontrolne karte za praćenje kvaliteta putem loših komada, i to:

- postotkom loših komada, p-karta
- količinom (brojem) loših komada, np-karta

b) Kontrolne karte za praćenje kvaliteta putem defekata, i to:

- brojem defekata na jedinici proizvoda, u-karta
- brojem defekata na proizvodu (uzorku), c-karta

c) Križne kontrolne karte

- kombinacija prethodnih grupa

Kriterijumi stabilnosti procesa

Najčešći kriterijumi stabilnosti proteklog procesa je da jedna vrednost parametra koji se prati (tačka) nalazi se na/izvan kontrolnih granica.

Za praćenje tekućeg procesa putem numeričkih kontrolnih karata najčešće su to kriterijumi:

- I - Jedna tačka izvan kontrolnih granica
- II - 7 uzastopnih tačaka sa iste strane CL
- III - 6 uzastopno rastućih/opadajućih tačaka
- IV- 2 od 3 uzastopne tačke sa iste strane CL i izvan zone $\pm 2\sigma$
- V- 4 od 5 uzastopnih tačaka sa iste strane CL i izvan zone $\pm \sigma$
- VI - razlika između dve uzastopne tačke veća od 4σ
- VII - od 10 uzastopnih tačaka 8 su sa rastućim/opadajućim trendom

Za potrebe analize tekućeg procesa atributivnim kontrolnim kartama primeniće se samo kriterijum I.