

Kontrola Kvaliteta

- skripta za usmeni -

Kontrola kao deo procesa upravljanja:

Upravljanje

-upravljanje tehničkim sistemima - Control

-upravljanje organizacionim sistemima - Management

Kontrola kao deo procesa upravljanja tehničkim sistemom:

- Proces komparacije planirane u odnosu na ostvarenu vrednost karakteristike izlaza iz sistema
- Ugrađen u strukturu tehničkog sistema
- Tehnički i tehnološki moguća zahtevna rešenja
- Elementi kontrole laki za identifikaciju
- Nije predmet izučavanja!!!

Kontrola kao deo procesa menadžmenta:

•planiranje, organizovanje, koordinisanje, kontrolisanje (Fayol, 1949)

•planiranje, organizovanje, vođenje, kontrolisanje (Daft, 2005)*

* dodatno: preraspoređivanje i motivisanje ljudskih resursa

•Obuhvata skup aktivnosti planiranih i sprovedenih u cilju smanjenja rasipanja izlaznih vrednosti veličina u odnosu na planiranu vrednost.

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

•Određivanje elemenata kontrole kvaliteta otežano – uključuje čoveka

Nivoi kontrole:

Organizaciona vs Operativna kontrola

•Organizaciona kontrola je poređenje performansi organizacionog sistema u odnosu na planirane vrednosti u funkciji ostvarivanja ciljeva.

•Standardi za organizacionu kontrolu definišu se ciljevima

•Operativna kontrola se bazira na dnevnom praćenju i delovanju na rezultate procesa u cilju obezbeđenja željenih performansi.

•Standardi za operativnu kontrolu proističu od ciljeva na organizacionom nivou. npr. neispunjavanje plana prodaje može pojačati aktivnosti promocije i sl.

•Rezultati operativne kontrole idu u pravcu određivanja efektivnosti (ostvarenje ciljeva) ili efikasnosti (ostvareni ciljevi uz veće utroške). U slučaju odstupanja koriste se odgovarajuće tehnike za identifikaciju uzroka, a zatim definisanje odgovarajućih korektivnih mera za njihovo otklanjanje.

Kontrola

Henry Fayol

Kontrola podrazumeva preduzimanje svih onih aktivnosti kako bi se željene vrednosti ostvarile plan. Uloga je da se identifikuju nastali/mogući probleme, preventivno deluje na iste i eliminišu uzroci njihove pojave.

Joseph Juran

Deo procesa menadžmenta koga čine skup preduzetih aktivnosti sa ciljem obezbeđenja stabilnost procesa.

EFL Breach

Kontrola je utvrđivanje postojećih performansi u odnosu na prethodno definisane i u planu sadržane standarde sa ciljem da se obezbedi adekvatan napredak u ispunjavanju istih.

Harold Koontz

Kontrolisanje je utvrđivanje vrednosti i korektivno delovanje na performanse sa ciljem obezbeđenja ispunjavanja postavljenih ciljeva i planova.

Robert J. Mockler

Menadžerska kontrola podrazumeva sistematičan napor u poređenju ostvarenih performansi sa planiranim standardima ili ciljevima, određivanju njihove usaglašenosti i preduzimanju akcija koje vode ka njihovom ostvarivanju. Ove akcije uključuju efektivno i efikasno korišćenje materijalnih i ljudskih resursa.

Richard Arvid Johnson (1976)

Kontrola je proces u sistemu koji obezbeđuje delovanje neophodno za ostvarenje plana ili održavanje varijacija izlaza iz sistema unutar definisanih granica. (Održavanje stabilnosti sistema)

Karakteristike procesa kontrole:

- Deo procesa upravljanja
- Kontinualan proces
- Uključen kroz sve hijerarhijske nivoe
- Preventivnost
- U tesnoj vezi sa planiranjem
- Alat za sprovođenje organizacionih aktivnosti

Elementi procesa kontrole:

- (1) Karakteristika koja se kontroliše
- (2) Senzor
- (3) Standard
- (4) Komparator
- (5) Aktuator

Karakteristika koja se kontroliše

Veličina na objektu kontrole koja je predmet kontrolisanja. Objekat koontrole može da bude bilo koji ulaz, poremećaj ili izlaz u sistem ili unutar delova sistema.

Senzor

Meri/Određuje vrednosti karakteristike. (može podrazumevati uređaj i/ili čoveka)

Standard

Željena, planirana, projektovana vrednost

Komparator

Identifikuje odstupanje ili mogućnost od odstupanja i određuje potrebu za korekcijom.

Aktuator

Deluje korektivno na proces u cilju regulisanja.

Najčešći problemi u vezi sa kontrolom vezani su za neke od elemenata:

- Karakteristika koja se kontroliše – definicija?
- Kako odrediti vrednost karakteristike?
- Kako odrediti standard za odabranu karakteristiku?

Kontrola

a.utvrđuje vrednost karakteristike,

b.poređi je sa standardom,

c.inicira aktivnosti u slučaju mogućnosti za nastanak ili nastanka odstupanja sa ciljem održavanja njene vrednosti unutar standarda.

Kontrolisanje – proces vršenja kontrole

Vrednovanje usaglašenosti posmatranjem i procenjivanjem, uz, kada je pogodno, merenje, ispitivanje ili procenjivanje primenom šablona. [ISO/IEC Uputstvo 2]

Proces merenja - merni proces

Skup operacija za utvrđivanje vrednosti veličine. [ISO/IEC Uputstvo 2]

Inspection

Proces poređenja utvrđenih (merenjem, ispitivanjem, procenjivanjem i sl.) karakteristika proizvoda sa definisanim zahtevima. [MIL STD 414]

Ispitivanje

Utvrdjivanje jedne ili više karakteristika po proceduri. [ISO/IEC Uputstvo2]

Kontrola kvaliteta – uža definicija

Identifikacija (merenje) i komparacija (poređenje) stanja i tendencija kvaliteta tokom ili na kraju procesa. Joko Stanić

Kontrola kvaliteta – šira definicija

Podrazumava ne samo utvrđivanje specificiranog nivoa kvaliteta (inspekcijska funkcija) nego i operativne postupke i aktivnosti usmerene na praćenje procesa i uklanjanje uzroka lošeg kvaliteta. Ovom definicijom se izjednačuje pojam kontrole sa pojmom upravljanja kvalitetom. Joko Stanić

Kontrola kvaliteta – šira definicija

Podrazumeva se odluka o prihvatanju proizvoda, ali i regulisanje u proizvodnom procesa. J. Juran, F. Gryna

Kontrola kvaliteta (Inspection) - uža definicija

a.utvrđuje vrednost karakteristike kvaliteta,

b.rezultat poredi sa projektovanim (planiranim) vrednostima, ciljevima, standardima,
c.izveštava o rezultatima.

Kontrola (Upravljanje) kvalitetom - (Quality Control) - šira definicija

a.planiranje potrebe i načina sprovođenja kontrole kvaliteta,

b.utvrđuje vrednost karakteristike kvaliteta,

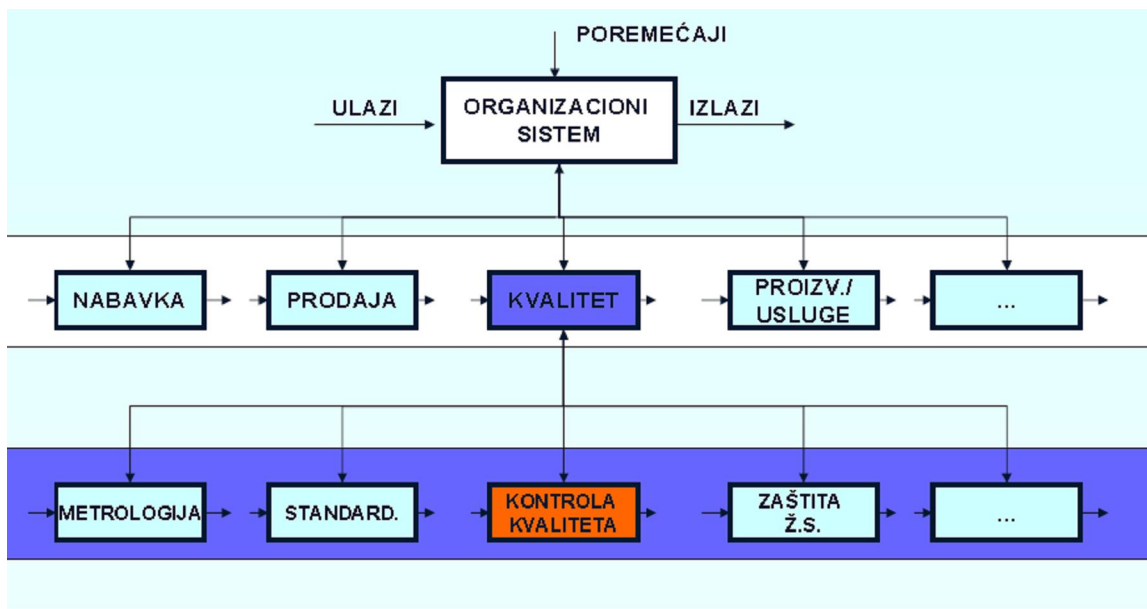
c.rezultat poredi sa projektovanim (planiranim) vrednostima, ciljevima, standardima,

d.inicira aktivnosti u slučaju mogućnosti za nastanak ili nastanka odstupanja (izveštavanje o rezultatima),

e.preduzima korekcije i korektivne mera,

f.analizira rezultate.

Mesto sistema kontrole kvaliteta



Mesto sistema kontrole kvaliteta u organizacionom sistemu:

ORGANIZACIONI SISTEM

Sistem kontrole kvaliteta je deo podistema kvaliteta organizacionog sistema koga čine:

- sistem standardizacije,
- metrološki sistem,
- sistem kontrole kvaliteta,
- sistem zaštite životne sredine,
- sistem bezbednosti i zdravlja na radu,
- sistem provera (interne, eksterne)
- itd.

Izlazi iz sistema kontrole kvaliteta:

- 1.Usluge planiranja kontrole kvaliteta
- 2.Usluge pripreme za vršenje kontrole kvaliteta
- 3.Usluge kontrolisanja

4.Usluge izveštavanja

5.Usluge definisanja i sprovođenja korektivnih mera

OTPAD

1.Deo opreme za uzimanja uzoraka (epruvete, i sl.)

2.Uzorci sa merenja i ispitivanja

3.Reagensi i sl.

DOKUMENTACIJA

1.Planovi kontrole kvaliteta

2.Operativne liste kontrole kvaliteta

3.Izveštaji sa kontrolisanja i o radu kontrole kvaliteta

4.Korektivne mere itd.

Procesi sistema kontrole kvaliteta:

PROCESI

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

Ulazi u sistem kontrole kvaliteta:

1.PREDMET RADA: proizvodi i usluge

2.REŽIJSKI MATERIJAL: papir, reagensi, penetranti i sl.

3.SREDSTVA ZA RAD: alati, uređaji i pribori za kontrolisanje

4.DOKUMENTACIJA: tehnički propisi, standardi, specifikacije, ...

5.ENERGIJA

6.LJUDSKI RESURSI: kontrolori, projektanti kontrole kvaliteta, menadžeri kontrole kvaliteta,

7.INFRASTRUKTURA: prostor, klima, stolovi, ...

8.NOVAC

9.USLUGE: usluga pregleda merne opreme, usluge održavanja, ...

Nivoi organizovanja sistema kontrole kvaliteta:

•REGION (primer EU)

•DRŽAVA

•PRIVREDNA GRANA (poljoprivreda, tekstil i sl.)

•ORGANIZACIONI SISTEM (predmet izučavanja)

•DELOVI ORGANIZACIONOG SISTEMA

Uloga kontrole kvaliteta:

nivo REGIONA, DRŽAVE, PRIVREDNE GRANE

•sprečavanje ulaska/izlaska nebezbednih proizvoda

•sprečavanje ulaska/izlaska neusaglašenih proizvoda (tehnički propisi, standardi, deklaracije)

Uloga sistema kontrole kvaliteta:

nivo ORGANIZACIONOG SISTEMA

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

*može da se odnosi i na nivo privredne grane

Predmet kontrole kvaliteta:

1. IZLAZI IZ ORGANIZACIONOG SISTEMA (produkti, otpad, dokumentacija)

1a) IZLAZI IZ DELOVA ORGANIZACIONOG SISTEMA KAO ULAZI U DRUGE (predmet rada tokom procesa stvaranja)

2. PROCESI ORGANIZACIONOG SISTEMA

3. ULAZI U ORGANIZACIONI SISTEM (sirovine, materijal, režijski materijal, sredstva za rad ...)

4. POREMEĆAJI (uslovi rada, uticaj okoline, temperatura, vlažnost i sl.)

ULAZI

Predmet rada i režijski materijal npr. materijal, sirovine, polufabrikati, delovi i sl.

- kontrola kvaliteta svih karakteristika kvalitete značajnih za kvalitet finalnog proizvoda,
- mehaničke osobine, fizičke osobine, hemijski sastav, dimenzije, oštećenja i sl.

Sredstva za rad (mašine, oprema, alati i sl.)

- ulazna kontrola kvaliteta
- kontrole kvaliteta u toku upotrebe

npr. geometrijska i radna tačnost, statička i dinamička krutost, sila stezanja, buka, geometrija alata, brzina habanja, mehaničke i fizičke osobine i sl.

Dokumentacija

- postojanje na radnim mestima
- kompletnost
- verifikacija
- ažuriranost

Energija (struja, voda, gas ...)

- pritisak,
- dotok,
- snaga,
- napon itd.

Ljudski resursi

- pre prijema na radno mesto, u toku rada na radnom mestu*
- veštine, znanja, posebne sposobnosti kojima može uticati na kvalitet produkta

* deo procesne kontrole kvaliteta

Infrastruktura (objekti, protivpožarne instalacije i sl.)

- ulazna kontrola kvaliteta (broj prostorija, opremljenost, ispravnost i sl.)
- kontrole kvaliteta u toku upotrebe (npr. higijena objekta i sl.) *

* deo procesne kontrole kvaliteta

Novac

- Struktura (sopstveni prihodi, krediti)
- Uslovi kreditiranja
- Likvidnost
- i sl.

Usluge

- tokom pružanja usluga
- nakon realizacije usluga

* deo procesne kontrole kvaliteta

PROCESI

- karakteristike kvaliteta procesa (performanse) npr: sposobnost, stabilnost, tačnost, ...

POREMEĆAJI

- vrednosti uticajnih parametara na proces npr: temperatura, vlažnost, ...

PRODUKTI

- proizvodi, usluge, otpad

Primeri:

- slučaj proizvoda koji se upotrebljava (npr. Papir, Odlivak,...)
- slučaj proizvoda koji se troši (npr. Margarin, Voda ...)
- slučaj usluge (npr. Brzina, Ljubaznost ...)

Primeri:

- kvantitativne karakteristike kvaliteta (izmerene vrednosti)
- kvalitativne karakteristike kvaliteta (ocena)

Osnove za projektovanje SQC

1. Definisan predmet kontrole kvaliteta

- Definisan kvalitet predmeta kontrole kvaliteta
- karakteristike kvaliteta i mane na njima
- izvršena kategorizacija karakteristike kvaliteta i mana
- Definisan integralni kvalitet predmeta kontrole kvaliteta
- definisana struktura (sastav, podsklopovi, delovi itd.) predmeta kontrole kvaliteta
- analiza uticaja karakteristika kvaliteta komponenti predmeta kontrole kvaliteta na karakteristike kvaliteta

2. Definisan proces stvaranja proizvoda/pružanja usluga

- Definisane tehnološke šeme toka procesa

- Definisan prostorni prikaz toka procesa

3.Analiza uticaja procesa na kvalitet predmeta kontrole kvaliteta

Karakteristika kvaliteta?

- veličina na nekom entitetu koja direktno ili indirektno utiče na osobine kvaliteta posmatranog entiteta značajne za njegovog kupca, korisnika ili potrošača.
- osnovni građevinski blok iz kojeg je sastavljen kvalitet.
- svojstvena karakteristika proizvoda, procesa ili sistema koja se odnosi na zahteve.

To su npr. masa, dužina, hemijski sastav, ukus, miris, vreme, gustina i sl.

- definisana planiranom vrednošću i dozvoljenim odstupanjem
- dozvoljeno odstupanje može se definisati tolerancijom T
- planirana vrednost + dozvoljeno odstupanje = STANDARD

KVANTITATIVNA (VARIJABILNA, NUMERIČKA) KARAKTERISTIKA KVALITETA (Variable Quality Characteristic)

- je karakteristika kvaliteta koja može biti izmerena i čija vrednost je kontinualna veličina. Ove karakteristike kvaliteta obično se mogu izraziti u mernim jedinicama.

KVALITATIVNA (ATRIBUTIVNA) KARAKTERISTIKA KVALITETA (Attribute Quality Characteristic)

- je karakteristika kvaliteta koja se može oceniti, eventualno klasifikovati i međusobno porediti sa drugim srodnim karakteristikama kvaliteta. To su obično diskretne veličine, kategorije tipa: dobro/loše; ide/ne ide i sl.

Kvalitet usluge

- Ispoljava se tokom pružanja usluge
- Najčešće resursi nisu odvojeni od korisnika već su uključeni u pružanje usluga
- Zavisi od resursa koji su uključeni u pružanje usluga

Primer: Usluge podizanja novca preko bankomata, Usluge restorana , Usluge konsaltinga

Karakteristike kvaliteta usluge

1.Karakteristike kvaliteta resursa koji su u kontaktu sa korisnikom

Ljubaznost, izgled, urednost, ukus, miris, svežina, udobnost, ...

2.Karakteristike kvaliteta koje su rezultat međudejstva resursa

Brzina usluge (vreme proteklo od prihvatanja zahteva do njegovog ispunjavanja)

Raspoloživost usluge (vreme čekanja na prihvatanje zahteva u obradu)

Pouzdanost usluge (verovatnoća ispunjavanja zahteva ako je prihvaćen)

Tačnost usluge (usaglašenost korisnikovog zahteva sa rezultatima realizovene usluge)

Kompletnost usluge (stopen slaganja ponude sa očekivanjima korisnika)

Mana? (Defect)

- Moguća odstupanja na karakteristikama kvaliteta
- Neispunjenje zahteva za predviđenu ili razumno očekivanu upotrebu
- Jedna karakteristika kvaliteta može da ima jednu ili više mana

OD ZNAČAJA KARAKTERISTIKE KVALITETA ZAVISI I OŠTRINA ODNOSNE KONTROLE

OD ZNAČAJA MANA ZAVISI I ZNAČAJ KARAKTERISTIKE KVALITETA

Kategorizacija KK i mana

- Uobičajen broj kategorija koje određuju nivo značajnosti je (3-4 kategorije)

Moguće kategorije su:

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

Primer (mane):

Nivo - 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 - 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 upotrebne sposobnosti jedinice proizvoda u namenjene svrhe.

Nivo - 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.

Primer (karakteristike 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, poskuplju proizvodnju, manipulaciju, održavanje i sl..

Integralni kvalitet

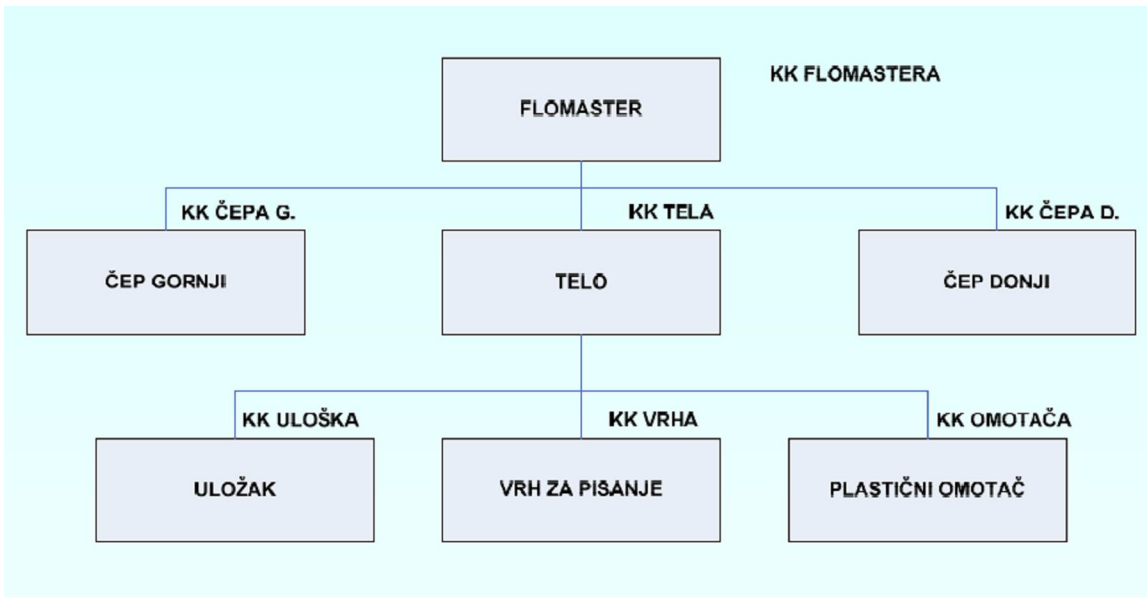
Agregiranje karakteristike kvaliteta delova proizvoda (sklopovi, podsklopovi, delovi, komponente i sl) tj. karakteristika kvaliteta resursa sa uticajem na korisnika tokom pružanja usluga.

Karakteristike kvaliteta delova proizvoda utiču na ukupan kvalitet proizvoda.

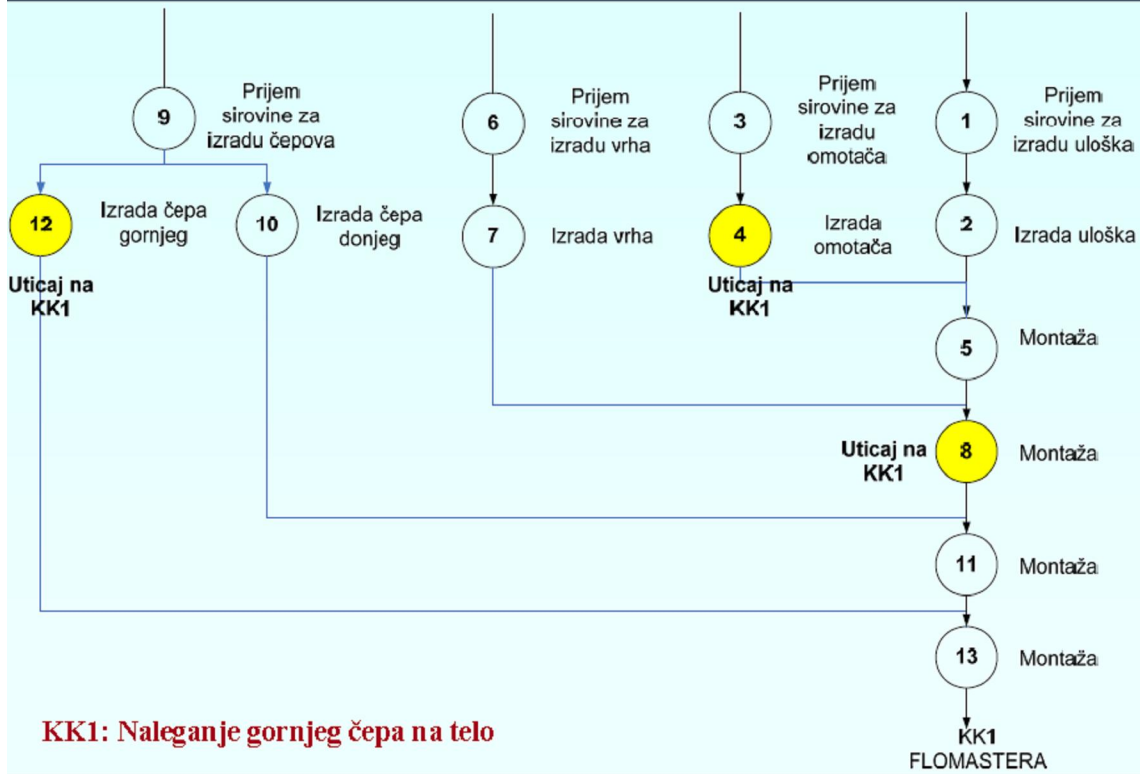
Karakteristike kvaliteta resursa utiču na ukupan kvalitet usluge.

U PROCESIMA STVARANJA PROIZVODA ILI PRUŽANJA USLUGA UTIČE SE NA VREDNOST KARAKTERISTIKA KVALITETA

PROSTORNI PRIKAZ PROCESA STVARANJA OMOGUĆAVA OPTIMIZACIJU BROJA
PROJEKTOVANIH MESTA ZA VRŠENJE KONTROLE



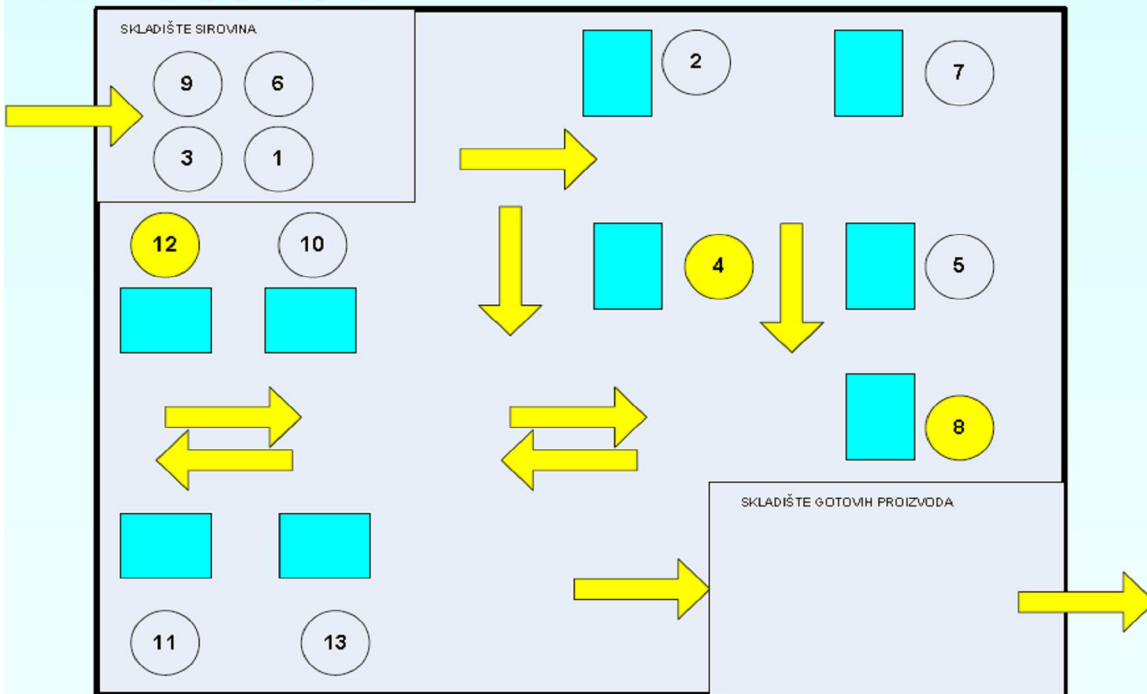
Analiza uticaja procesa stvaranja



KK1: Naleganje gornjeg čepa na telo

Prostorni prikaz procesa stvaranja

KK1: Naleganje gornjeg čepa na telo

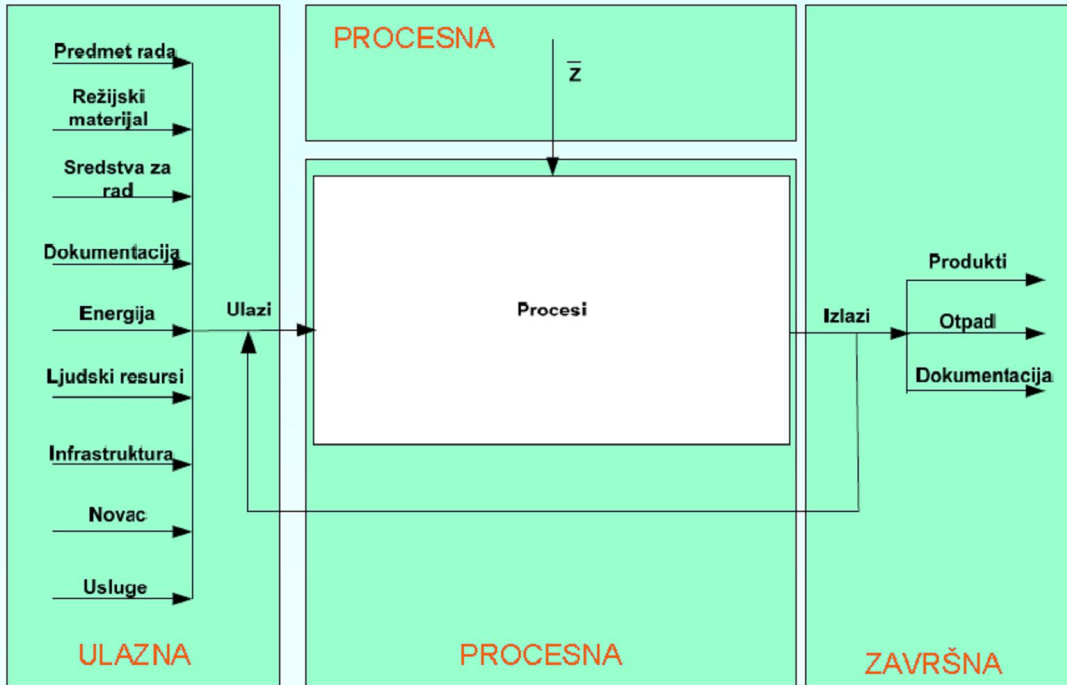


Podela kontrole kvaliteta

Prema fazama tehnološkog procesa

Šta se kontroliše u ulaznoj, procesnoj, završnoj kontroli?

Podela kontrole kvaliteta



Copyright © 2009 dr Nedeljko Živković FON. All rights reserved.

Prema broju kontrolisanih proizvoda i/ili karakteristika kvaliteta

- 100% KONTROLA KVALITETA
- KONTROLA KVALITETA UZORKOVANJEM
- KOMBINOVANA

Prema karakteru preventivnosti

- PREVENTIVNA – održavati vrednosti izlaza unutar granica
- SELEKTIVNA – sprečiti odlazaka lošeg kvaliteta*

* selektivna na ulazu ili tokom odvijanja procesa je preventivna u odnosu na završnu kontrolu

Prema nosiocu kontrole kvaliteta

- KLASIČNA KONTROLA KVALITETA (kontrolor nije i stvaralac karakteristika kvaliteta)
- SAMOKONTROLA (kontrolor je stvaralac karakteristika kvaliteta)

Podela metoda kontrole kvaliteta

a) U odnosu na proces:

- Metode kontrole kvaliteta ulaznih elemenata procesa;
- Metode kontrole kvaliteta tokom odvijanja procesa;
- Metode kontrole kvaliteta izlaza iz procesa;

b) U odnosu na vrstu karakteristika kvaliteta:

- Metode kontrole kvaliteta numeričkih karakteristika kvaliteta
- Metode kontrole kvaliteta atributivnih karakteristika kvaliteta

c) U odnosu na obim i način kontrole:

- 1.prijem robe bez kontrole kvaliteta (ne zna se ništa o kvalitetu);
- 2.prijem robe uz 100% kontrolu kvaliteta (ekonomski razlozi, razaranje);
- 3.prijem robe uz povremenu 100% kontrolu (kompromis metode 1 i 2);
- 4.prijem robe na osnovu nestručno uzetog uzorka (štih proba) (kompromisapravadvaslučaja i kontroliše se npr. 10% delova, ali se ne zna pouzdanost rezultata donešene odluke);
- 5.prijem robe prema statistički zasnovanom uzorku.

Statističke metode kontrole kvaliteta

(Statistical Quality Control) predstavlja kontrolu kvaliteta zasnovanu na statistici.

Statistička kontrola kvaliteta koristi na nauci zasnovane metode za donošenje odluka u vezi sa predmetom kontrole kvaliteta, a na osnovu manjeg broja pregledanih jedinica (uzorka).

Kada primeniti uzorkovanje?

- kod karakteristika kvaliteta koje ne utiču na bezbednost proizvoda;
- u serijskoj i velikoserijskoj proizvodnji;
- kad su troškovi kontrole proizvoda visoki, a gubici zbog prijema nesipravnih proizvoda niski;
- kad se QC vrši razaranjem;
- kad je 100% QC zamorna tako da se ne može računati na njenu sigurnost;

Slabosti su u pojedinačnoj i maloserijskoj proizvodnji kad se primenjuje 100% kontrola.

Zamena 100% kontrole sa uzorkovanjem može predstavljati značajno smanjenje troškova, kroz unapređenje kvaliteta izrade.

Osnovne statističke metode kontrole kvaliteta

- Planovi prijema
- SPC – Analiza sposobnosti procesa
- SPC – Analiza stabilnosti procesa

Planovi prijema - uzrokovanje

- Statističko uzorkovanje čini osnovu svakog plana prijema
- 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 (primer odnosa uzorka prema veličini serije)
- Pakovanja treba da su jednostavna u smislu uzimanja uzoraka
- Jedinice u uzorku birati slučajnim izborom
- Uzorak učiniti homogenim; Kako?

Korak 1. Odrediti broj jedinica u pakovanju.

Korak 2. Dodeliti broj svim jedinicama proizvoda

- Dodeliti oznake jedinicama od 1 do N.
- Koristiti serijske brojeve proizvoda, ako postoje.
- Koristiti tri jednocifrena slučajna broja XYZ (širina, visina, dubina pakovanja)

Korak 3. Primeniti tabelu "slučajnih brojeva" za izbor jedinica

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. Sekvencioni planovi prijema)

III Prema mestu korišćenja u odnosu na tehnološki proces

- u ulaznoj kontroli kvaliteta
- u procesnoj kontroli kvaliteta
- u izlaznoj kontroli kvaliteta

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.

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)

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 n1, n2 i c1 i c2 (P1, O1, P2 i O2)

Skip lot uzorkovanje

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

1. Odabiraju se parametri kao za jednostruki plan

2. Vršiti se uzorkovanje serija prema normalnom načinu kontrole

3. Ako je isporučeni broj "i" serija prihvaćen nastavlja se sa kontrolom samo dela "f" budućih serija

4. Ako je serija odbijena vraća se na normalni način kontrole

Osnovni pojmovi za upotrebu Planova prijema

PROSEK PROCESA (Average of process) 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 kao prosek procesa. Definiše ga proizvođač.

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

NEUTRALNI NIVO KVALITETA (Neutral 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) (Producer's Risk) - verovatnoća odbijanja dobre serije ($\alpha = 5\%$ ili 10%)

p_d - dozvoljeni procenat loših komada;

p_u - pretpostavljeni procenat loših komada iz uzroka;

p_s - stvarni procenat loših komada

$p_u < p_d$ - serija se prima;

$p_u > p_d$ - serija se odbija;

Međutim ako je u seriji $p_s < p_d$ doneta je u I slučaju ispravna odluka, a u II slučaju doneta je pogrešna odluka.

Ovo se naziva GREŠKA I VRSTE ILI RIZIK PROIZVOĐAČA.

Meri se verovatnoćom i izražava se preko ALFA.

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

p_d - dozvoljeni procenat loših komada;

p_u - pretpostavljeni procenat loših komada iz uzroka;

p_s - stvarni procenat loših komada

$p_u < p_d$ - serija se prima;

$p_u > p_d$ - serija se odbija;

Međutim ako je u seriji $p_s > p_d$ doneta je u II slučaju ispravna odluka, a u I slučaju doneta je pogrešna odluka.

Ovo se naziva GREŠKA II VRSTE ILI RIZIK KUPCA

Meri se verovatnoćom i izražava se preko BETA

Proračun Planova prijema

• Ako je osnovni skup beskonačan ili dovoljno veliki u odnosu na uzorak npr. $n/N < 0.1$ onda se P_a proračunava iz binomnog zakona verovatnoće

• Ako je $n/N > 0.1$ i $nps < 5$ karakteristična kriva se konstruiše iz zakona normalne raspodele.

• Ako je $n/N > 0.1$ i $nps > 5$ karakteristična kriva se konstruiše iz zakona Poissonove raspodele.

• Za male serije u odnosu na veličinu uzorka za proračun verovatnoće prijema serije P_a koristi se zakon hipergeometrijske raspodele:

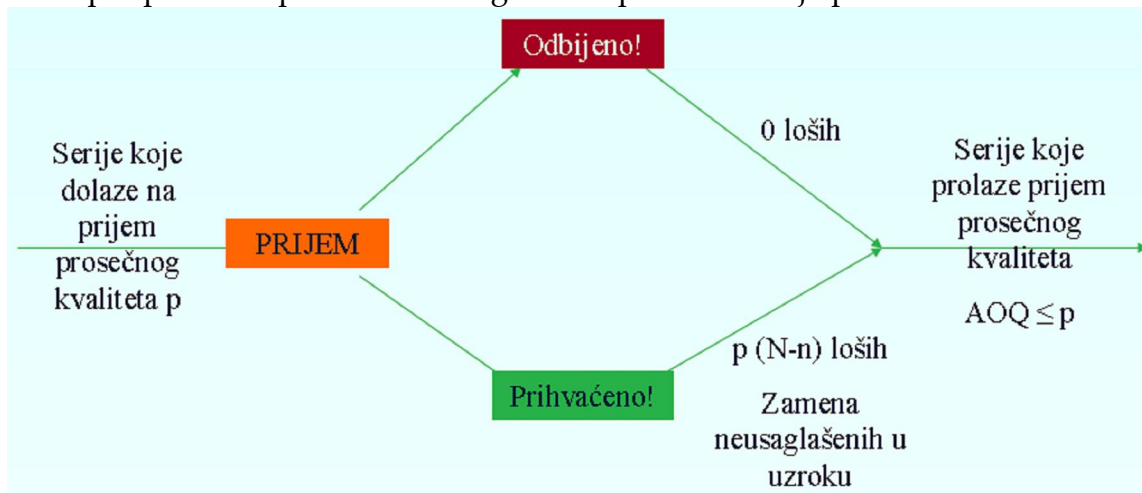
$$P_a(c)(n) = \frac{\binom{N-m}{n-c} \binom{m}{c}}{\binom{N}{n}}$$

Prosečni izlazni kvalitet P_{pik} (Average outgoing quality - AOQ)

$$AOQ = \frac{P_a \cdot p \cdot (N-n)}{N} = P_a \cdot p \cdot \left(1 - \frac{n}{N}\right)$$

Neka serije nivoa kvaliteta p dolaze na prijem:

- 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 proizvodakija prolazi kontrolu iznosi $AOQ < p$.



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

Prosečan obim kontrole (ATI - Average total inspection) prosečan broj kontrolisanih jedinica nakon obavljenih prijema.

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 $n \leq ATI \leq N$

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

- Suština smanjivanja obima kontrole je ostvariti potreban zadati AOQL uz minimiziranje funkcije ATI
- Na osnovu ovoga su projektovani neki od razvijenih planova prijema npr. Dodge - Roming

Cilj	Atributivne	Numeričke
Obezbediti nivoe kvaliteta za kupca/proizvođača	Izbor plana sa operativne krive Philipsov plan prijema	Izbor plana sa operativne krive
Održavati željeni nivo kvaliteta	MIL STD 105E	MIL STD 414
Obezbediti prosečan nivo odlazećeg kvaliteta	Dodge-Roming plan, AOQL	AOQL
Smanjiti kontrolu izborom manjih uzoraka, a na osnovu dobrih prošlih isporuka	Sekvencijalno uzorkovanje	Narrow-limit gaging
Smanjiti kontrolu na osnovu dobrih prošlih isporuka	Skip-lot sampling, Dvostruko uzorkovanje	Skip-lot sampling, Dvostruko uzorkovanje
Obezbediti bolji nivo kvaliteta od dozvoljenog	Dodge-Roming plan, p_β	p_β , testiranje hipoteza

Razvijeni planovi prijema za atributivne karakteristike kvaliteta

Američki vojni standard MIL-STD 105E (ABC-STD-105, JUS.N.N0.029)

Primena: • u svim fazama tehnološkog procesa

- za kontrolisanje prema broju defekata ili broju defektnih komada
- kada se želi zaštita isporučioaca

Pretpostavke 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 proizvoda) ili kontrola defektnih delova (0.01-10%)
- nivo kvaliteta za prijem NKP, AQL, p_α ,

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 zadnjih 10 serija odbijeno.
- Pooštreni ka normalnom: ako su 5 uzastopnih serija prihvaćene

Normalni ka redukovanom: ako su ispunjena sva četiri naredna uslova

- ako zadnjih 10 serija primljenih po normalnom režimu nije bilo odbijeno
- ukupan broj defektnih jedinica je manji ili jednak dozvoljenom broju (broj se odnosi na tabelu za redukovani način kontrolisanja)
- ako nema problema u radu isporučioaca (kvarovi mašina, isporuke materijala i sl.)
- redukovana kontrola odobrena od strane odgovornog lica za QC

Redukovani ka normalnom:

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

Dodge-Roming plan prijema

Primena : • za serije sa prosečnim škartom serije $\ll p\beta=10\%$

- za serije sa približno konstantnom vrednošću škarta
- kada se želi zaštititi kupac
- u cilju obezbeđenja željenog AOQL

Vrsta 1. Planovi prijema na osnovu odbijajućeg nivoa kvaliteta $p\beta=10\%$

za izolovane serije (u ulaznoj kontroli)

Pretpostavke za formiranje plana:

- 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)

Vrsta 2. Planovi prijema na osnovu AOQL

za kontinualne serije (u svim fazama tehnološkog procesa)

Pretpostavke za formiranje plana:

- 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

- 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 $p_n = 50\%$

Razvijeni planovi prijema za numeričke karakteristike kvaliteta

Koriste numeričke vrednosti izmerene i proračunate u uzorku za donošenje odluka u vezi sa isporučenom serijom

Postupak donošenja odluka

- Uzima se uzorak prema planu prijema
- Mere se karakteristike kvaliteta na komadima u uzorku
- Izmerene vrednosti se obrađuju i iskazuju nekim od statističkih parametara uzorka (npr. aritmetička sredina uzorka)
- Utvrđene vrednosti statističkih parametara se porede sa definisanim vrednostima u planu prijema

Karakteristike

- Veći obim informacija o kvalitetu neke serije
- Iako je nekad manja veličina uzoraka proces kontrole je duži, jer se zahteva merenje karakteristika kvaliteta
- Koriste se za kontrolu samo jedne karakteristike kvaliteta
- Konceptija planova se zasniva na normalnom zakonu raspodele verovatnoća

Vrste planova prijema

a) Kriterijum prihvatanja ili odbijanja serije zasniva se na:

- statističkoj meri – parametru lota ili procesa (aritmetička sredina ili standardna devijacija) – KRITERIJUM I

- postotku defektnih delova (neusaglašenosti) – KRITERIJUM II

b) Definisane granice tolerancija karakteristike kvaliteta

- jedna granica (gornja ili donja)
- obe granice

c) Standardna devijacija serije

- poznata
- nepoznata

Planovi prijema za numeričke karakteristike kvaliteta

Plan prijema sa donjom granicom tolerancije i poznatom standardnom devijacijom serije za slučaj KRITERIJUMA I

Elemente plana čine:

- prosek prihvatanja serije - \bar{x}_L
- broj delova u uzorku – n

Ako je statistička mera uzorka $\bar{x} \geq \bar{x}_L$ serija se prihvata!!!

gde je:

- \bar{x} aritmetička sredina uzorka n

Copyright © 2004 mr Nedeljko Živković FON. All rights reserved

Planovi prijema za numeričke karakteristike kvaliteta

Plan prijema sa donjom granicom tolerancije i poznatom standardnom devijacijom serije za slučaj KRITERIJUMA I

Proračun elemenata:
$$\bar{x}_L = \frac{k_\beta \bar{X}_1 + k_\alpha \bar{X}_2}{k_\alpha + k_\beta} \quad n = \sigma_0^2 \left(\frac{k_\alpha + k_\beta}{\bar{X}_1 - \bar{X}_2} \right)^2$$

Verovatnoća prihvatanja serije:
$$P_\alpha = P(\bar{x} \geq \bar{x}_L, \bar{X}) = 0,5 + \phi \left(\frac{\bar{X} - \bar{x}_L}{\sigma_0 / \sqrt{n}} \right)$$

gde su:

- k_α i k_β koeficijenti koji se dobijaju iz tablice Laplasove funkcije za zadate verovatnoće $0,5-\alpha$ i $0,5-\beta$ (tablica na sledećem slajdu)
- σ_0 poznata standardna devijacija serije
- \bar{X}_1 prihvatljivi nivo kvaliteta serije
- \bar{X}_2 donja granica tolerancije

Copyright © 2004 mr Nedeljko Živković FON. All rights reserved

Planovi prijema za numeričke karakteristike kvaliteta

Plan prijema sa gornjom granicom tolerancije i poznatom standardnom devijacijom serije za slučaj KRITERIJUMA I

Elemente plana čine:

- prosek prihvatanja serije - \bar{x}_U
- broj delova u uzorku – n

Ako je statistička mera uzorka $\bar{x} \leq \bar{x}_U$ serija se prihvata!!!

gde je:

- \bar{x} aritmetička sredina uzorka n

Copyright © 2004 mr Nedeljko Živković FON. All rights reserved

Planovi prijema za numeričke karakteristike kvaliteta

Plan prijema sa gornjom granicom tolerancije i poznatom standardnom devijacijom serije za slučaj KRITERIJUMA I

Proračun elemenata:
$$\bar{x}_U = \frac{k_\beta \bar{X}_1 + k_\alpha \bar{X}_2}{k_\alpha + k_\beta} \quad n = \sigma_0^2 \left(\frac{k_\alpha + k_\beta}{\bar{X}_1 - \bar{X}_2} \right)^2$$

Verovatnoća prihvatanja serije:
$$P_\alpha = P(\bar{x} \leq \bar{x}_U, \bar{X}) = 0,5 + \phi \left(\frac{\bar{x}_U - \bar{X}}{\sigma_0 / \sqrt{n}} \right)$$

gde su:

- k_α i k_β koeficijenti koji se dobijaju iz tablice Laplasove funkcije za zadate verovatnoće $0,5-\alpha$ i $0,5-\beta$ (tablica na sledećem slajdu)
- σ_0 poznata standardna devijacija serije
- \bar{X}_1 prihvatljivi nivo kvaliteta serije
- \bar{X}_2 gornja granica tolerancije

Copyright © 2004 mr Nedeljko Živković FON. All rights reserved

Planovi prijema za numeričke karakteristike kvaliteta

Plan prijema sa donjom i gornjom granicom tolerancije i poznatom standardnom devijacijom serije za slučaj KRITERIJUMA II

Elemente plana čine:

- prosek prihvatanja serije - \bar{x}_L i \bar{x}_U
- broj delova u uzorku – n

Ako je statistička mera uzorka $\bar{x} \geq \bar{x}_L$ i $\bar{x} \leq \bar{x}_U$ serija se prihvata!!!

gde je:

- \bar{x} aritmetička sredina uzorka n

Copyright © 2004 mr Nedeljko Živković FON. All rights reserved

Planovi prijema za numeričke karakteristike kvaliteta

Plan prijema sa donjom i gornjom granicom tolerancije i poznatom standardnom devijacijom serije za slučaj KRITERIJUMA II

Proračun elemenata:

$$\bar{x}_L = L + \sigma_0 \frac{k_\alpha k_{p2} + k_\beta k_{p1}}{k_\alpha + k_\beta}$$

$$\bar{x}_U = U - \sigma_0 \frac{k_\alpha k_{p2} + k_\beta k_{p1}}{k_\alpha + k_\beta}$$

$$n = \left(\frac{k_\alpha + k_\beta}{k_{p1} - k_{p2}} \right)^2$$

gde su:

- k_α i k_β koeficijenti koji se dobijaju iz tablice Laplasove funkcije za zadate verovatnoće $0,5-\alpha$ i $0,5-\beta$ tj. k_{p1} i k_{p2} za vrednosti $0,5-p1$ i $0,5-p2$
- σ_0 poznata standardna devijacija serije
- L donja granica tolerancije
- U gornja granica tolerancije

Copyright © 2004 mr Nedeljko Živković FON. All rights reserved

Planovi prijema za numeričke karakteristike kvaliteta

Plan prijema sa donjom i/ili gornjom granicom tolerancije i nepoznatom standardnom devijacijom serije za slučaj KRITERIJUMA II

Elemente plana čine:

- prosek prihvatanja serije - \bar{x}_L i \bar{x}_U
- broj delova u uzorku – n

Ako je statistička mera uzorka $\bar{x} \geq \bar{x}_L$ i $\bar{x} \leq \bar{x}_U$ serija se prihvata!!!

gde je:

- \bar{x} aritmetička sredina uzorka n

Copyright © 2004 mr Nedeljko Živković FON. All rights reserved

Planovi prijema za numeričke karakteristike kvaliteta

Plan prijema sa donjom i/ili gornjom granicom tolerancije i nepoznatom standardnom devijacijom serije za slučaj KRITERIJUMA II

Proračun elemenata: $\bar{x}_L = L + ks$ $\bar{x}_U = U - ks$

$$s = \sigma \sqrt{\frac{n}{n-1}} \quad \sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n}} \quad \bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n}$$

$$k = \frac{k_\alpha k_{p2} + k_\beta k_{p1}}{k_\alpha + k_\beta} \quad n = \left(1 + \frac{k^2}{2} \right) \left(\frac{k_\alpha + k_\beta}{k_{p1} - k_{p2}} \right)^2$$

gde su:

- k_α i k_β koeficijenti koji se dobijaju iz tablice Laplasove funkcije za zadate verovatnoće $0,5-\alpha$ i $0,5-\beta$ tj. k_{p1} i k_{p2} za vrednosti $0,5-p1$ i $0,5-p2$
- s - ocena nepoznate standardna devijacija serije
- σ - standardna devijacija uzorka n
- \bar{x} aritmetička sredina uzorka n
- L donja granica tolerancije
- U gornja granica tolerancije

erved

Sposobnost procesa

Podela uticajnih faktora na proces

- sistematske (utvrdive) - neodgovarajući alat, promene u tvrdoći materijala koji se obrađuje, neodgovarajuće podešen alat itd.

- slučajne (vibracije, pohabanost pojedinih delova prenosnog mehanizma i vođica)

Ako se proces nalazi samo pod dejstvom slučajnih uzoraka on će se odvijati unutar svojih prirodnih tolerancija i biće statistički ovladan.

Uticao sistematskog uzroka se može zapaziti u toku praćenja preko kontrolnih granica kada prelaz ovih granica ukazuje na delovanje utvrdivog uzroka.

Ponašanje karakteristika kvaliteta tehnoloških procesa

- akonaneke veličinu deluje veliki broj slučajnih faktora međusobno nezavisnih tada se ta veličina raspoređuje prema zakonu normalnog rasporeda.

- u većini tehnoloških procesa prethodni uslov je zadovoljen i raspodela izmerenih vrednosti neke karakteristike kvaliteta se mogu predstaviti zakonom normalnog rasporeda.

Fali Gausova kriva

Sposobnost procesa - Process Capability

- Karakteristika procesa koja ukazuje na njegovu mogućnost da ostvari specifikaciju, projektovani kvalitet karakteristike kvaliteta.

- Interval granica rasipanja vrednosti karakteristike kvaliteta koju stvara, a koje su rezultat slučajnih uticajnih faktora procesa.

- Mera prihvatljive promenljivosti neke izlazne vrednosti iz procesa, tj. to je prirodna tolerancija procesa.

Tačnost procesa - Process Accuracy

- Karakteristika procesa koja ukazuje na stepen slaganja vrednosti izlaznih veličina iz procesa sa specifikacijom, projektovnim kvalitetom karakteristike kvaliteta.

- Ukazuje na pomenost prosečne vrednosti izlazne karakteristike kvaliteta u odnosu na centralnu liniju specifikacije, projektovanih (dozvoljenih) granica rasipanja karakteristike kvaliteta.

Zašto analiza sposobnosti procesa

- 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

Gde se koristi analiza sposobnosti procesa?

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

Greške koje se najčešće prave prilikom ocene sposobnosti procesa

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

Kad se vrši analiza sposobnosti procesa?

- pre isporuke nove opreme
- nakon montiranja nove opreme
- u toku proizvodnje

Sposobnost procesa – analitički metod

Naziv parametra	Oznaka	Formula
Indeks sposobnosti	CR	$6\sigma/T$
Sposobnost procesa	Cp	$T/6\sigma$
Sposobnost u odnosu na specifikaciju - Tačnost procesa	Cpk	$\min(Cpg, Cpd)$
Sposobnost u odnosu na gornju granicu	Cpg	$\frac{X_g - X_0}{3\sigma}$
Sposobnost u odnosu na donju granicu	Cpd	$\frac{X_0 - X_d}{3\sigma}$
Koeficijent poklapanja	K	$\frac{X_0 - X_{sr}}{0,5T}$

Ocena procesa	Sposobnost
NEPRIHVATLJIVO (proces nije sposoban)	$Cp < 1$
NEPOŽELJNO (proces je sposoban ako se prati)	$1 \leq Cp < 1.33$
PRIHVATLJIVO (proces je sposoban)	$1.33 \leq Cp < 2$
POŽELJNO (proces je veoma sposoban)	$Cp \geq 2$

Ocena procesa	Tačnost
TAČAN PROCES	$Cp \geq 1$ i $Cpk \geq 1$

Copyright © 2004 mr Nedeljko Živković FON. All rights reserved

SPC – Kontrolne karte

Podela uticajnih faktora

- sistematske (utvrđive) - neodgovarajući alat, promene u tvrdoći materijala koji se obrađuje, neodgovarajuće podešen alat itd.
- slučajne (vibracije, pohabanost pojedinih delova prenosnog mehanizma i vođica)

Ako se proces nalazi samo pod dejstvom slučajnih uzoraka on će se odvijati unutar svojih prirodnih tolerancija i biće statistički ovladan.

Uticaj sistematskog uzroka se može zapaziti u toku praćenja preko kontrolnih granica kada prelaz ovih granica ukazuje na delovanje sistematskog, utvrdivog uzroka.

Kontrolne karte (Control charts)

Kontrolne karte 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 (\bar{X} , 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

- karta mera (\bar{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 \bar{X} R i \bar{X} σ .

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

Gde je n – broj komada u uzorku

Karta mera ili \bar{X} – kontrolna karta

- najjednostavniji oblik;
- brz uvid u stanje;
- ne zahteva proračune;
- nepregledna za uska tolerantna polja;
- ne koristi se kod kritičnih karakteristika;
- otežano praćenje trenda kod rasipanja vrednosti

Prati se merna veličina tj. karakteristike kvaliteta pojedinačno ili u uzorku $n=4-5$ komada.

Kontrolne granice su gornje i donje tolerantno polje tj. dozvoljene vrednosti karakteristika kvaliteta.

\bar{X} R-Kontrolna karta

- koristiti preporuke MIL-STD-414
- vreme odabira uzorka ne sme da je poznato jer radnici rade pažljivije u tom periodu.
- ritam zavisi od preporuka i prethodne upoznatosti sa stabilnošću procesa;
- minimalno 25 uzoraka za analizu stabilnosti proteklog procesa
- formule za analizu proteklog i tekućeg procesa

Kriterijumi stabilnosti tekućeg procesa

Kriterijum I - Jedna tačka izvan kontrolnih granica

Kriterijum II - 7 uzastopnih tačaka sa iste strane CL

Kriterijum III - 6 uzastopno rastućih/opadajućih tačaka

Kriterijum IV - 2 od 3 uzastopne tačke sa iste strane CL i izvan zone $+2\sigma$

Kriterijum V - 4 od 5 uzastopnih tačaka sa iste strane CL i izvan zone $+1\sigma$

Kriterijum VI - razlika između dve uzastopne tačke veća od 4σ

Kriterijum VII - od 10 uzastopnih tačaka 8 su sa rastućim/opadajućim trendom

Kontrolne karte za atributivne veličine

- preduslov za primenu: klasifikacija karakteristika kvaliteta i mana
- zasnivaju se na atributivnoj oceni kvaliteta tipa dobro/loše
- svaka od mana na određenoj karakteristici kvaliteta čini je defektnom/neusaglašenom
- bar jedna neusaglašena karakteristika kvaliteta čini i određen proizvod/deo neusaglašenim
- jedan deo/proizvod može biti neusaglašen kao posledica većeg broja neusaglašenih karakteristika i mana na njima

Nedostaci

- 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

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

Podela atributivnih kontrolnih karata

a) Kontrolne karte za praćenje kvaliteta putem loših komada

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

b) Kontrolne karte za praćenje kvaliteta putem defekata

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

c) Križne kontrolne karte

- kombinacija prethodnih grupa

p karta

- Kontrolna karta za praćenje kvaliteta preko postotka loših proizvoda/delova
- Primenjena prvi put 1924. godine u Bell Telephone (W.A. Shewhart)
- Često u upotrebi - postotak loših proizvoda/delova je uobičajen podatak kojim se meri uspešnost određenog procesa proizvodnje

- Zasniva se na binomnoj raspodeli verovatnoća
- Različite preporuke za veličinu uzorka n

$$n > \frac{(1-p)}{p} L^2 \quad \text{gde je } L=3 \text{ za granice } 3\sigma$$

Vrste

- I slučaj - p karta za poznati i očekivani postotak loših proizvoda/delova iz procesa (p je zadato, a n=const.) – kontrolne granice konstantne
- II slučaj - p karta za nepoznati postotak loših proizvoda/delova iz procesa (p se proračunava kao prosek procesa, a n može da bude različito od const.) – kontrolne granice mogu da variraju u zavisnosti od ni

Postupak upotrebe za II slučaj:

- Na odabranom uzorku veličine ni proizvoda prati se jedna ili više karakteristika kvaliteta
- Uzorak ni može da bude i promenjive veličine
- Na osnovu utvrđenih karakteristika kvaliteta proizvodi se klasifikuju kao dobri/loši (usaglašeni/neusaglašeni)
- Proračunava se ukupan broj loših (n_{pi}) u uzorku veličine ni
- Izražava se broj pi za svaki od uzoraka kao odnos ukupnog broja loših i veličine uzorka (decimalni broj ili % npr. 0,05 ili 5%)
- Broj uzoraka k je obično između 20-25
- Proračunava se prosek procesa p_{nadvuceno} i koristi se za proračun kontrolnih granica

Analiza procesa :

- Prelazak jedne od vrednosti uzorka iznad kontrolne granice ukazuje na prisustvo sistematskog faktora u procesu
- Prelazak vrednosti ispod donje kontrolne granice takođe ukazuje na moguće probleme u procesu kontrole – neobučeni kontrolori, neispravna oprema, skriveni podaci i sl.
- Često se nakon izvršene analize i odstranjivanja uzoraka koji su prešli postavljene granice isti izbacuju iz proračuna i vrši se ponovni proračun vrednosti centralne linije i kontrolnih granica za nastavak praćenja procesa.

np karta

- Kontrolna karta za praćenje kvaliteta preko količine (broja) loših proizvoda/delova
- Veličina uzorka n konstantna

Vrste

- I slučaj – kada je p poznato
- II slučaj – kada je p nepoznato

Analiza procesa :

- Kao za slučaj p karte

u karta

- Kontrolna karta za praćenje kvaliteta preko broja defekata na jedinici proizvoda/dela
- Koristi se u slučajevima kada postotak/broj neusaglašenih ne daje dovoljno informacija o procesu ili kod manje značajnih mana na karakteristikama kvaliteta (broj defekata na 100m platna, 10 m cevi, rupa na varu kazana bojlera, završnoj površini dela i sl.)
- Zasniva se na Poissonovoj distribuciji verovatnoća
- Veličina uzorka može biti promenjiva

Vrste

- I slučaj – kada je u poznato
- II slučaj – kada je u nepoznato

Analiza procesa :

- Kao za slučaj p karte

c karta

- Kontrolna karta za praćenje kvaliteta preko broja defekata na proizvodu/delu, uzorku
- Veličina uzorka n konstantna

Vrste

- I slučaj – kada je c poznato
- II slučaj – kada je c nepoznato

Analiza procesa :

- Kao za slučaj p karte

Križna kontrolna karta

Kontrolna karta za praćenje kvaliteta preko broja i vrste defekata na proizvodu (uzorku)

- modifikacija prethodnih kontrolnih karata np i c
- projektovane da koriste manji broj komada u uzorku
- pretpostavljaju: stabilan proces, poznavanje , konstantnu veličinu uzorka
- koriste se kod operacija gde iznenada dolazi do naglog pogoršanja
- kontrolne granice se usvajaju iz tabela T5-6 i T5-7 str.48.-49.
- mogu biti jednostruke i dvostruke