

# IZBOR OPTIMALNE VARIJANTE KONTROLE KVALITETE REZULTATA PROCESA

## THE CHOICE OF THE OPTIMUM ALTERNATIVE OF THE PROCESS RESULTS QUALITY CONTROL

*Veljko Kondić, Branislav Bojanić, Živko Kondić*

Stručni članak

**Sažetak:** *Efikasna kontrola kvalitete rezultata procesa zahtijeva pravilan odabir vrste kontrole koja ovisi o: fazi poslovanja, periodu u kojem se izvodi, predmetu kontrole, kontroliranim parametrima, sustavu i razini kontrole, pristupu kontroli, tipu i planu kontrole te primijenjenim normama.*

*U članku se obrađuju navedena pitanja s ciljem iznalaska optimalne varijante kontrole.*

**Ključne riječi:** *Kontrola kvalitete, proces, optimalizacija*

Professional paper

**Abstract:** *An effective quality control of the process results requires the right choice regarding the type of control that depends on the following: the business stage, a period when it is implemented, the subject of control, controlled parameters, the control system, the control level, the control approach, the control plan type, the control plan, and the standard. This article discusses the aforementioned issues with the aim of finding the optimum control alternative.*

**Key words:** *Quality control, process optimization*

### 1. UVOD

Kako se tema članka odnosi na probleme „kontrola kvalitete“, najprije se definira pojam „kontrola“, a zatim pojam „kvaliteta“. Nakon toga se sagledava mjesto i uloga kontrole kvalitete u kontekstu realizacije proizvodnih procesa i izboru optimalne varijante. Važno je naglasiti da se u ovim razmatranjima na kontrolu kvalitete (QC, quality control) gleda kao na vrlo važan segment sustava upravljanja kvalitetom. Taj je sustav usmjeren na ispunjavanje zahtjeva kvalitete kroz planiranje kontrole kao i kontrole ulaza, procesa i izlaza preko kontroliranih značajki proizvoda ili usluge.

Riječ kvaliteta potječe od latinske riječi „qualitas“, a predstavlja svojstvo, odliku, značajku, sposobnost, vrijednost. Može se definirati na više načina. Tako norma ISO 9000 kvalitetu definira kao stupanj do kojeg skup svojstvenih značajki ispunjava zahtjeve. Riječ kontrola je izraz koji u najopćenitijem smislu može biti sinonim za provjeravanje neke od značajki proizvoda ili njegovog svojstva u cjelini.

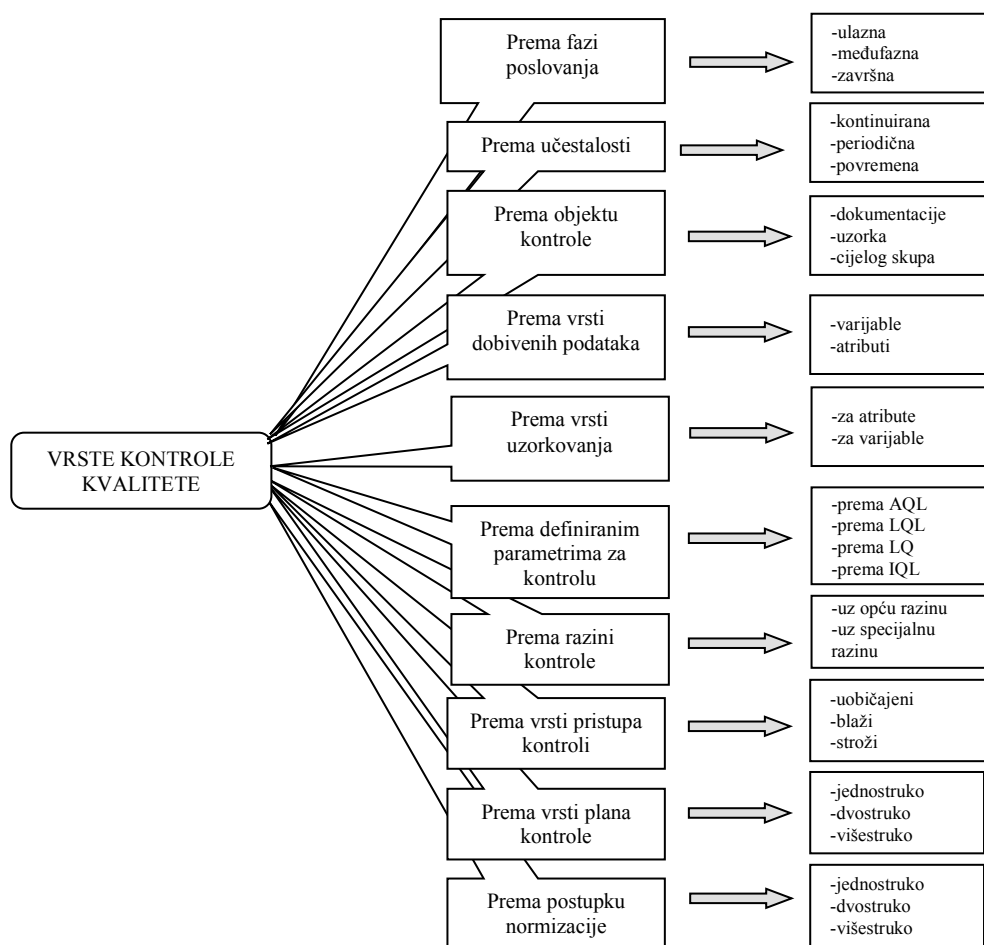
Na osnovi navedenog, pod nazivom „Kontrola kvalitete“ mogu se smatrati smišljene aktivnosti na osiguranju sukladnosti skupa zahtijevanih značajki kvalitete na konkretnom izlazu iz procesa (pozicija, sklop, proizvod, softver, usluga i sl.). Postupak kontrole kvalitete spada u objektivne postupke ispitivanja (provjere) gdje se dobiva informacija da li je neka značajka mjenenog objekta u granicama ili izvan granica postavljenih specifikacija ili njihovih tolerancija.

Rezultati kontrole, pomažu u donošenju odluka u procesu proizvodnje - da li je neki proizvod dobar, loš ili za doradu. Kontrolom kvalitete se dobivaju informacije o karakteru procesa kojim se izrađuje kontrolirani proizvod, gdje se na osnovi rezultata kontrole zaključuje o stabilnosti procesa ili potrebi korekcije upravljanja tehnološkim procesom.

Za cjelovitije razumijevanje kontrole kvalitete u proizvodnom procesu nužno je poznavanje osnovnih pojmova koji se odnose na ispravnost rezultata procesa i na njegov nadzor, kao što su: sukladnost (conformity), nesukladnost (nonconformity), škart (defect), popravak (repair), dorada (rework), razvrstavanje (regrade), odbacivanje – neprihvaćanje (scrap), prihvaćanje (release), preventivna aktivnost (preventive action), korektivna aktivnost (corrective action), odobrenje za isporuku (concession), odobrenje za proizvodnju (deviation permit), rezultat kontrole (objektive evidence), loša kvaliteta (poor quality), dobra kvaliteta (good quality), izvrsna kvaliteta (excellent quality), ispitivanje (testing), verifikacija (verification), validacija (validation).

### 2. VRSTE KONTROLE KVALITETE

Kontrola kvalitete rezultata procesa zahtijeva pravilan izbor vrste kontrole, ovisno o: fazi poslovanja, periodu kontrole, predmetu kontrole, promatranim značajkama, sustavu kontrole, nivou kontrole, pristupu kontroli, tipu i planu kontrole i normizaciji (slika 1).



Slika 1. Vrste kontrole kvalitete

## 2.1. Kontrola kvalitete prema fazi poslovanja

Kontrola kvalitete rezultata procesa prema fazi poslovanja, odnosno u kojem se trenutku provodi može biti na ulazu (ulazna kontrola), u procesu prerade i oblikovanja (međufazna kontrola) i na kraju procesa (izlazna – završna kontrola).

Ulazna kontrola je kontrola materijala (sirovine, limovi, profili, potrošnih materijala, rezervnih dijelova i sl.) i proizvoda (konstrukcijski elementi, motori, spojke, reduktori, ventilatori i sl.) koji su rezultat nekih drugih procesa a koja se provodi na ulazu u proizvodni proces.

Međufazna kontrola provodi se nakon realizirane operacije ili više operacija u tehnološkom procesu proizvodnje a koje se prema normi DIN 8580 dijele na sljedeće grupe aktivnosti: oblikovanja, deformiranja, razdvajanja, sastavljanja i toplinsko-kemijske aktivnosti obrade.

Završna kontrola proizvodnje se vrši na kraju procesa proizvodnje i ima za cilj još jednu kontrolu nakon procesa tehnološke obrade.

## 2.2. Kontrola kvalitete prema učestalost

Kontrola kvalitete rezultata rada u procesu prema učestalosti provedbe može biti: stalna (kontinuirana), periodična i povremena.

Kontinuirana ili stalna kontrola je primjenjiva u proizvodnim procesima kada je rezultat prethodnih procesa neizvjestan i gdje postoji velika vjerojatnost pojavljivanja nesukladnih proizvoda.

Periodična kontrola kvalitete proizvoda obično se promjenjuje na izlazu iz vlastitih procesa koji na osnovu iskustva daju neizvjesnu kvalitetu izlaza.

Povremeno kontroliranje se primjenjuje u rjeđim slučajevima kada vlastiti procesi povremeno daju neizvjesnu kvalitetu rezultata procesa.

## 2.3. Kontrola kvalitete prema objektu kontrole

Kontrola kvalitete može se promatrati i kroz objekt kontrole. Tako je moguće kontrolu kvalitete provesti kroz kontrolu dokumentacije (tehničke), kontrolu uzoraka ili kontrolu cijelog skupa (populacije).

Kontrola kvalitete izlaza iz procesa preko dokumentacije je najmanje pouzdan vid kontrole, ali je zato najbrži i najjeftiniji. Iz tih se razloga danas često koristi na ulazu u proizvodne procese i to kad postoji određena garancija kvalitete iz prethodnih procesa ili na izlazu iz proizvodnog procesa kada postoji određena vjerojatnost dobre kvalitete rezultata procesa.

Osnovna je ideja uzorkovanja u cilju ekonomičnosti odustati od kontrole svih proizvedenih jedinica (100%) i kontrolirati samo mali dio slučajno izabranih jedinica.

Uvijek se kod uzorkovanja postavlja pitanje kako u toj masi (populaciji) pronaći loše (škartne – nesukladne) komade, odnosno koliko će se novaca potrošiti da bi se u toj masi komada našao loš komad. Na ovo pitanje odgovor daje krivulja pronalazjenja loših komada. Pouzdan postupak uzorkovanja može biti relativno jeftin u odnosu na 100 %-tnu kontrolu i može značajno smanjiti monotoniju kontrole. Kod nekih ispitivanja kvalitete uzorkovanje je jedino moguće, primjerice u slučaju razornih ispitivanja to je jedina mogućnost.

Kontrola svih proizvoda ili 100% kontrola uvijek ima, u pravilu, prednost pred uzorkovanjem. Ima nekoliko značajki 100% kontrole koje imaju nedostatke u usporedbi s uzorkovanjem. To su:

- Skupa je. Svaki izrađen dio se mora pojedinačno provjeravati.
- Nerazumijevanje značenja (postupka) 100%-tne kontrole. 100%-tna kontrola je rijetko, u pravilu nikada, potpuna kontrola svih značajki dijela. To je provjera samo određenih značajki. Izjava "100%-tna kontrola je potrebna" u pravilu dovodi do pretjerane kontrole pri čemu se propušta ono što je ključno.
- Uključuje sortiranje. U biti, 100%-tna kontrola znači odvajanje (sortiranje) loših dijelova od dobrih. To je tzv. „brojanje mrtvih“, odnosno postupak koji je potpuno stran suvremenom (preventivnom) pristupu kontroli kvalitete.
- Može rezultirati prihvaćanjem nekih nesukladnih ili oštećenih dijelova. Brojne nezavisne provjere pouzdanosti 100%-tne kontrole u odvajanju loših dijelova od dobrih bacili su značajnu sumnju na njenu efikasnost. Monotonija ponavljajućih operacija kontrole može rezultirati nenamjernim prihvaćanjem loših dijelova.
- Može rezultirati neprihvatanjem dobrih dijelova. Nekada kontrolori misle da njihov posao nije opravdan od njihovih nadređenih ako stalno prihvaćaju dijelove. To ponekad rezultira prestrogim interpretacijama specifikacija i neprihvatanjem zadovoljavajućih dijelova.
- Može biti nepraktično. U slučajevima gdje su potrebna razorna ispitivanja 100 %-tna kontrola je, naravno, nemoguća.

## 2.4. Kontrola kvalitete prema vrsti dobivenih podataka

Kako je tijekom kontrole kvalitete moguće dobiti dvije osnovne vrste podataka i to kontinuirane i diskontinuirane, može se govoriti o kontinuiranoj kontroli kvalitete i diskontinuiranoj (diskretnoj) kontroli kvalitete.

Pri kontinuiranoj kontroli kvalitete dobivaju se numeričke, odnosno mjerne značajke kvalitete proizvoda koji se kontrolira (method of variables). Podaci mogu biti bilo koja veličina između definiranih vrijednosti „a“ i „b“.

Pri diskretnoj kontroli kvalitete dobivaju se atributni podaci (method of attributes), znači podaci koji nastaju samo prebrojavanjem a koji mogu biti samo cijeli brojevi između definiranih vrijednosti „a“ i „b“.

U tablici 1 prikazane su razlike između kontroliranih mjernih i atributivnih karakteristika (kontinuirane i diskontinuirane varijable).

**Tabela 1.** Razlike između kontroliranja kontinuirane i diskretne veličine

Značajke kontrole kvalitete preko kontinuirane veličine		Značajke kontrole kvalitete preko diskretne veličine	
+	zadane granice tolerancije	-	nisu definirane tolerancije
+	jednostavnije	-	složenije
+	brže se realizira	-	sporije se realizira
+	ne zavisi od oblika statističke razdiobe	-	zavisi od oblika statističke razdiobe
+	zahtjeva jeftinije kontrolne instrumente	-	zahtjeva skuplje kontrolne uređaje
+	općenito ima niže troškove	-	općenito ima više troškove
-	rezultat kontrole atributi	+	rezultat numerički (bilo koji broj)
-	zahtjeva veće uzorke	+	zahtjeva manje veličine uzoraka
-	rezultat s manje informacija	+	rezultat s više informacija

## 2.5. Kontrola kvalitete prema vrsti uzorkovanja za kontrolu

Temeljno pitanje koje se postavlja pri kontroli uzorkovanjem glasi: „Koliki uzorak treba kontrolirati da bi nalaz kontrole bio pouzdan glede procjene razine kvalitete cijele isporuke?“ Taj problem se može efikasno rješavati upotrebom planova uzorkovanja. Planovi uzorkovanja su nadomjesti u mnogo primjera sve druge pristupe u kontroli prijema ulaznih materijala i dijelova. Planovi se također široko upotrebljavaju u završnoj kontroli radi provjere kvalitete isporuke prije isporučivanja kupcu. Ponešto različita i jednako važna potreba za primjenom planova uzorkovanja odnosi se i na kontrolu dijelova i sklopova tijekom procesa proizvodnje.

Planovi uzorkovanja se dijele u dvije temeljne skupine:

1. Planovi uzorkovanja (prijema) za attribute (rezultat kontrole je atribut: dobro – loše, broj grešaka i sl.). Temelje se na Binomnoj i Poissonovoj raspodjeli.
2. Planovi uzorkovanja (prijema) za varijable (rezultat kontrole je mjerni podatak). Temelje se na Normalnoj i Studentovoj raspodjeli.

## 2.6. Kontrola kvalitete prema definiranim parametrima za kontrolu

Kontrola kvalitete prema definiranim parametrima može biti na osnovu: AQL, LQL, LQ i IQL.

Oblik kontrole kvalitete prema prihvatljivoj razini kvalitete (AQL). Vrijednost AQL (acceptable quality level) je oznaka postotka nesukladnih jedinica (ili broja nesukladnosti na 100 jedinica) koji će shemom uzorkovanja biti primljen najveći broj puta. Očekuje se da će prosjek procesa biti manji od vrijednosti AQL-a ili jednak toj vrijednosti da bi se izbjeglo prekomjerno odbijanje na temelju ovog sustava kontrole.

Oblik kontrole kvalitete prema LQL ((limiting quality level), primjenjuje granicu LQL odbijanja proizvoda s rizikom korisnika. Pogodna je za kontroliranje ulaza koji slijede sa zahtjevom otkrivanja nesukladnih proizvoda

Oblik kontrole kvalitete prema LQ (limiting quality), granična kvaliteta. To je razina kvalitete čija se vjerojatnost prihvaćanja ograničuje na malu vrijednost kad se, radi kontrole uzorkovanjem, količina (partija) razmatra izdvojeno.

Oblik kontrole kvalitete prema ILQ (indifference quality level), primjenjuje srednju granicu neispravnosti IQL i pogodan je za kontrolu izlaza isporučitelja, sa nizom proizvedenih partija i sa zahtjevom ispravnosti, uz jednake vjerojatnosti prijema i odbijanja.

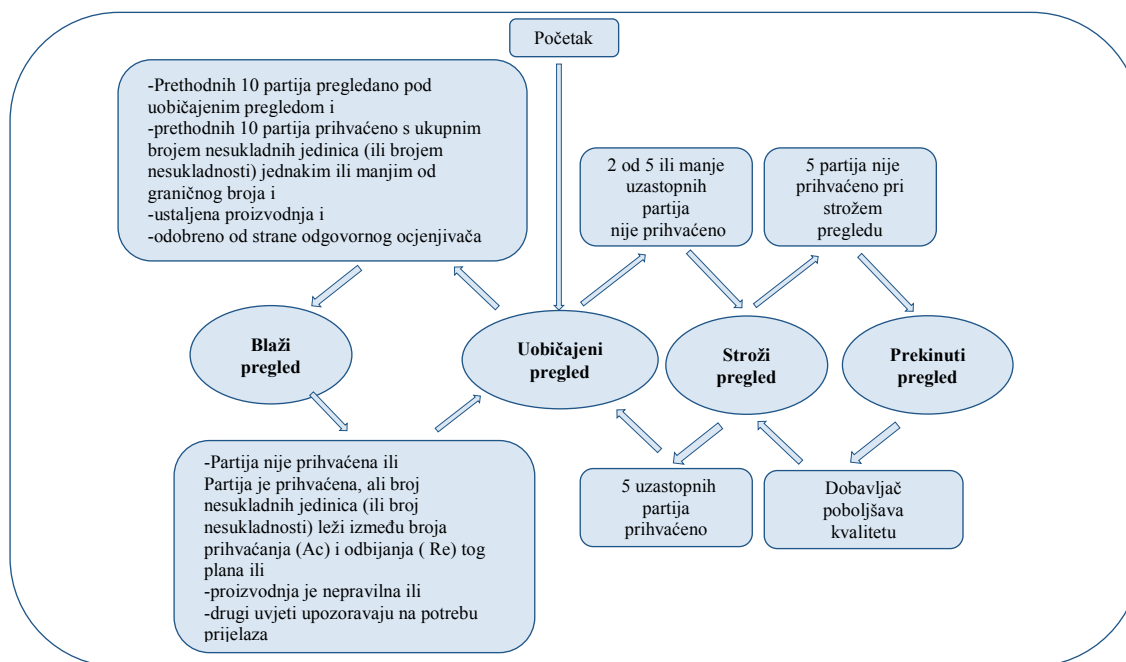
## 2.7. Kontrola kvalitete prema razini kontrole

Odgovorni ocjenjivač u procesu propisuje zahtijevanu razinu kvalitete za svaku posebnu primjenu. Izbor razine kontrole odvojen je od planova uzorkovanja. Razlikuju se tri razine pregleda (I, II, III) za opću razinu uporabe. Ako nije drugačije određeno, upotrebljava se razina kontrole II. Kad se zahtjeva manje razlikovanje može se upotrebljavati razina pregleda I, a kad se zahtjeva veće razlikovanje, razina kontrole III. Općenito se ova razina koristi pri kontroliranju uobičajenih i manje problematičnih rezultata procesa.

U primjeni razine kontrole razliku se još specijalne četiri razine kontrole (S-1, S-2, S-3, S-4), a koje se koriste kad su nužne razmjerno male veličine uzoraka, a mogu se ili će se dopustiti ili se dopuštaju veliki rizici uzorkovanja. Ova specijalna razina kontrole primjenjuje se za kontrolu složenih, skupih ili općenito kritičnih rezultata procesa (primjerice, s razaranjem ili uništavanjem).

## 2.8. Kontrola kvalitete prema vrsti pristupa kontroli

Prema pristupu kontroli kvalitete razlikuje se uobičajeni, stroži i blaži pregled. Na početku kontrole, ako nije drugačije odlučeno, provodi se uobičajeni pregled. Primjenjuje se za uobičajenu veličinu uzoraka i uobičajen kriterij za prijem ili odbijanje proizvoda. Blaži pristupi kontroliranju primjenjuju se kod većih uzorka ili blažeg kriterija za preuzimanje ili odbijanje serije ili neke pošiljke. Stroži pristup kontroliranju primjenjuje se pri manjim veličinama uzoraka i kad je stroži kriterij za prijem ili odbijanje serije ili pošiljke. Slika 2 pokazuje općenita pravila prijelaza pregleda.



Slika 2. Općeniti prikaz pravila prijelaza

## 2.9. Kontrola kvalitete prema vrsti plana kontrole

Ovisno o primijenjenom planu uzorkovanja odluka o prihvaćanju (odbijanju) proizvoda može se donijeti nakon:

1. kontrole jednog slučajno odabranog uzorka (jednostruko uzorkovanje);
2. kontrole najviše dva slučajna uzorka (dvostruko uzorkovanje);
3. kontrole više od dva slučajna uzorka (višestruko uzorkovanje).

Jednostruki plan kontrole (single sampling plan) je najjednostavniji plan kontrole, sa najnižim jediničnim troškovima kontrole ali s najvećim brojem primjeraka u

jednom uzorku. Dvostruko uzorkovanje (double sampling plan) je složenije uzorkovanje od prethodnog. S manjim ukupnim brojem primjeraka u dva uzorka ali s većim jediničnim troškovima kontrole.

Višestruko uzorkovanje (multiple sampling plan) je najsloženije uzorkovanje, s najmanjim ukupnim brojem primjeraka u sedam uzorka ali s najvećim jediničnim troškovima kontrole.

Odluka o vrsti plana obično se temelji na usporedbi između administrativnih poteškoća i prosječnih veličina uzorka za dostupne planove. Primjerice, za uzorkovanje prema ISO 2859 (prema atributima) prosječna veličina uzorka za planove višekratnog uzorkovanja manja je od prosječne veličine uzorka za planove dvostrukog uzorkovanja, a svaki od tih prosječnih veličina obično je

manja od prosječne veličine uzorka za jednostruke planove uzorkovanja.

## 2.10. Kontrola kvalitete prema postupku normizacije

Kontrola kvalitete prema normama može biti klasična i normirana. Klasična kontrola kvalitete nastala je kao rezultat doprinosa mnogih znanstvenika i gurua kvalitete, primjerice: Gaussa, Shewharta, Dodgea, Romiga, Wald, Gosseta, Hamakera itd. i kao takva je znatno složenija od normirane i zasnovana je na statističkim principima, odnosno teoriji razdioba i teoriji uzoraka.

Normirana kontrola kvalitete svoje korijene vuče iz većih svjetskih korporacija kao interne postupke kontrole, primjerice: Western Elektrik, general motors, Philips, Ford, Simens, Boieng, itd. koji su poslije preuzeti od strane nacionalnih i međunarodnih organizacija kao nacionalne ili međunarodne norme, primjerice: DIN, HRN, ISO, IEC, EN i dr. Postupci su jednostavniji od klasičnih postupaka te dovoljno točni i precizni.

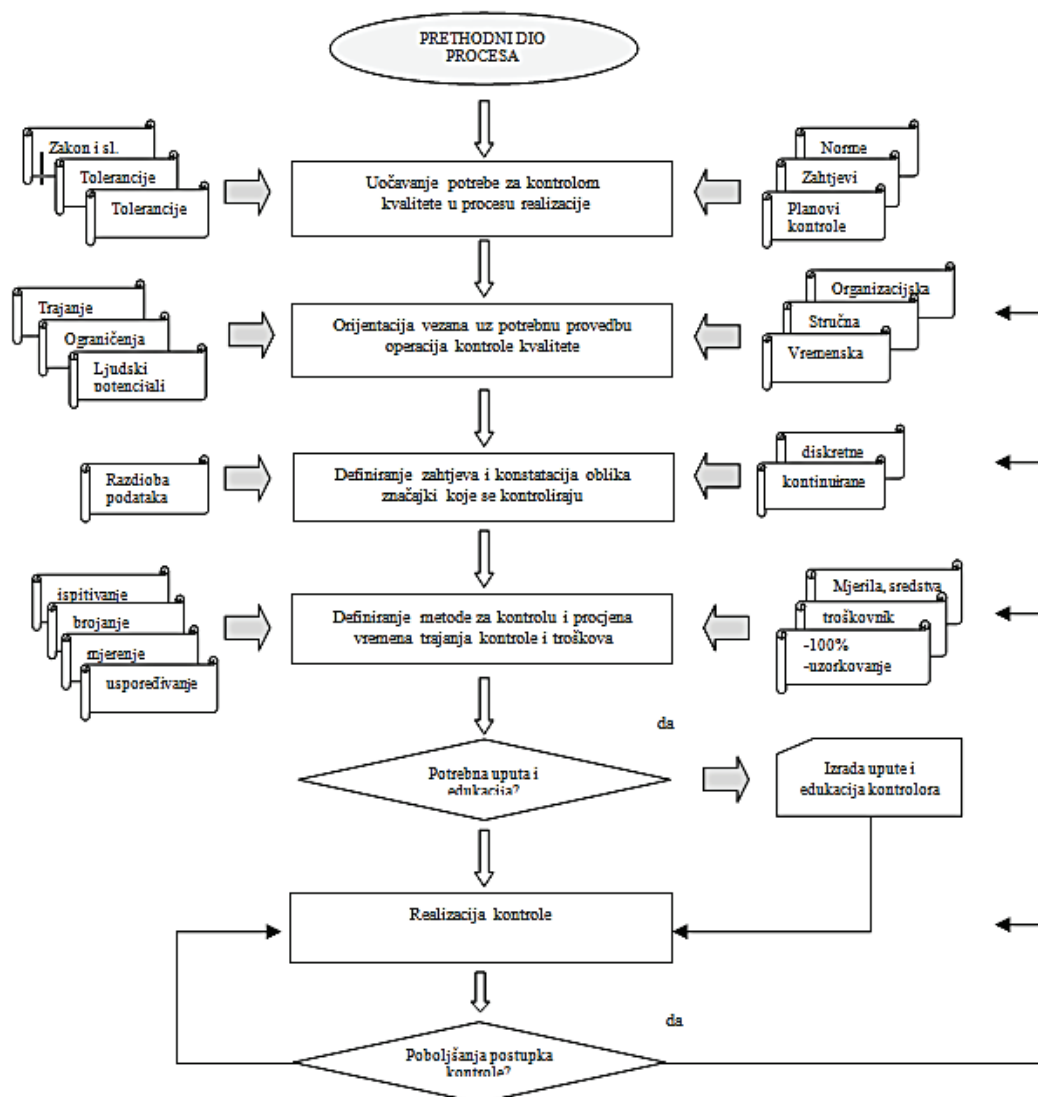
## 3. POSTUPAK ODABIRA KONTROLE KVALITETE

Postupak odabira načina kontrole kvalitete pozicija temelji se na načelima od kojih se posebno ističu načela:

1. troškova,
2. zahtjeva,
3. značajki kontrole i
4. raspoloživosti resursa,

Slika 3 prikazuje općeniti algoritam izbora optimalne varijante za kontrolu kvalitete u proizvodnim i uslužnim procesima gdje se uočavaju sljedeće aktivnosti:

1. Uočavanje potrebe za kontrolom kvalitete u procesu realizacije
2. Orijentacija vezana uz potrebnu provedbu operacija kontrole kvalitete
3. Definiranje zahtjeva i konstatacija oblika značajki koje se kontroliraju
4. Definiranje metode za kontrolu i procjena vremena trajanja kontrole i troškova
5. Provjera za potrebom dokumentirane upute i edukacijom zaposlenika
6. Realizacija kontrole kvalitete
7. Poboljšavanje postupka kontrole kvalitete



Slika 3. Postupak izbora varijante kontrole kvalitete

## 4. ZAKLJUČAK

Ključ suvremene kontrole kvalitete je u koncentraciji na elemente procesa, a ne na značajke proizvoda. To nije „lov“ na nesukladne proizvode. Međutim, za poznavanje i razumijevanje procesa realizacije potrebno je znanje iz kontrole kvalitete. Dobro odabran i uspostavljen proces kontrole stvorit će pouzdane preuvjete za stabilan proces obrade. Isto tako u slučaju pojave sustavnih pogrešaka moguće je lakše pronaći uzroke ili aktivnosti koje bi imale preventivni karakter.

Prikazani model izbora postupka kontrole kvalitete predstavlja razmatranje autora i jednu od mogućnosti za njihov izbor. Za njegovu primjenu potrebno je solidno znanje iz teorije mjerenja, statističke kontrole kvalitete, teorije uzorkovanja i teorije vjerojatnosti.

## 5. LITERATURA

- [1] HRN EN ISO 2859-1:1996, Postupci uzorkovanja za pregled prema atributima, 1.dio: planovi uzorkovanja indeksirani prema prihvatljivoj razini kvalitete (AQL) za pregled partije po partija)
- [2] Kondić, Ž.: Kvaliteta i ISO 9000 – primjena; Studija, Tiva, Varaždin, (2002)
- [3] Broom, M.; Richtar, J.: Game-Theoretical Models in Biology, (2013)
- [4] Kondić, Ž.: Statistička kontrola kvalitete, Veleučilište u Varaždinu, Varaždin, 2013.

### Kontakt autora:

**Veljko Kondić, mag. ing. mech.**  
Sveučilište Sjever  
104. brigade 3, 42000 Varaždin  
veljko.kondic@unin.hr

**Branislav Bojanić, dr. sc.**  
Pulaparking d.o.o.  
branisal.bojanic@pulaparking.hr

**Živko Kondić, dr. sc.**  
Sveučilište Sjever  
104. brigade 3, 42000 Varaždin  
zivko.kondic@unin.hr