

Usporedba postupaka uzorkovanja pri pregledima prema varijablama i prema obilježjima

Stanković, Matko

Master's thesis / Diplomski rad

2020

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Zagreb, Faculty of Mechanical Engineering and Naval Architecture / Sveučilište u Zagrebu, Fakultet strojarstva i brodogradnje**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:235:385698>

Rights / Prava: [In copyright](#)/[Zaštićeno autorskim pravom.](#)

Download date / Datum preuzimanja: **2024-08-26**

Repository / Repozitorij:

[Repository of Faculty of Mechanical Engineering and Naval Architecture University of Zagreb](#)



SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
FAKULTET STROJARSTVA I BRODOGRADNJE

DIPLOMSKI RAD

Matko Stanković

Zagreb, 2020.

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
FAKULTET STROJARSTVA I BRODOGRADNJE

DIPLOMSKI RAD

Mentori:

Prof. dr. sc. Biserka Runje
Dr. sc. Amalija Horvatić Novak

Student:

Matko Stanković

Zagreb, 2020.

Izjavljujem da sam ovaj rad izradio samostalno koristeći znanja stečena tijekom studija i navedenu literaturu.

Zahvaljujem se mentorici prof.dr.sc. Biserki Runje na pomoći i stručnim savjetima pri pisanju rada. Također želim se zahvaliti komentorici dr. sc. Amaliji Horvatić Novak.

Hvala mojoj obitelji na velikoj potpori tijekom cijelog studija.

Matko Stanković



SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
FAKULTET STROJARSTVA I BRODOGRADNJE



Središnje povjerenstvo za završne i diplomske ispite
Povjerenstvo za diplomske radove studija strojarstva za smjerove:
proizvodno inženjerstvo, računalno inženjerstvo, industrijsko inženjerstvo i menadžment,
inženjerstvo materijala te mehatronika i robotika

Sveučilište u Zagrebu Fakultet strojarstva i brodogradnje	
Datum:	Prilog:
Klasa: 602 - 04 / 20 - 6 / 3	
Ur. broj: 15 - 1703 - 20 -	

DIPLOMSKI ZADATAK

Student: **MATKO STANKOVIĆ** Mat. br.: 0035207422

Naslov rada na hrvatskom jeziku: **Usporedba postupaka uzorkovanja pri pregledima prema varijablama i prema obilježjima**

Naslov rada na engleskom jeziku: **Comparison of sampling procedures for inspection by variables and attributes**

Opis zadatka:

Postupci uzorkovanja su jedni od alata koji se koriste u kontroli kvalitete. S obzirom na vrstu značajki koja se ispituje dijele se na postupke uzorkovanja prema varijablama i postupke uzorkovanja prema obilježjima.

U radu je potrebno:

- Opisati načine uzorkovanja koja pokrivaju norme ISO 3951 i ISO 2859.
- Na konkretnom primjeru provesti planove uzorkovanja te za dani primjer analizirati rezultate u cilju zaštite kupca.
- Za isti primjer analizirati rezultate u cilju zaštite proizvođača.

U radu je potrebno navesti korištenu literaturu i eventualno dobivenu pomoć.

Zadatak zadan:
24. rujna 2020.

Rok predaje rada:
26. studenog 2020.

Predviđeni datum obrane:
30. studenog do 4. prosinca 2020.

Zadatak zadao:
prof. dr. sc. Biserka Runje

Komentor:
dr. sc. Amalija Horvatić Novak

Predsjednica Povjerenstva:
prof. dr. sc. Biserka Runje

SADRŽAJ

SADRŽAJ	I
POPIS SLIKA	III
POPIS TABLICA.....	V
POPIS OZNAKA	VI
SAŽETAK.....	VIII
SUMMARY	IX
1. UVOD.....	1
2. NAČINI KONTROLE.....	2
2.1. 100 %-tna kontrola	3
2.2. Uzorkovanje.....	4
2.3. Planovi uzorkovanja	7
3. PLANOVI UZORKOVANJA ZA ATRIBUTE	11
3.1. Izrazi	11
3.2. Uzimanje uzoraka	14
3.3. Režimi kontrole	14
3.4. Planovi uzorkovanja	16
4. PLANOVI UZORKOVANJA ZA MJERLJIVE KARAKTERISTIKE.....	21
4.1. Korištenje planova uzorkovanja	21
4.2. Prihvatljiva razina kvalitete- <i>AQL</i>	21
4.3. Izbor između <i>s</i> -metode i σ -metode	22
4.4. Izbor razine kontrole i <i>AQL</i> -a.....	22
4.5. Izbor plana uzorkovanja i postupak.....	22
4.6. <i>s</i> -metoda.....	23
4.7. σ -metoda	27
4.8. Režimi kontrole	29

5. PROVEDBA PLANOVA UZORKOVANJA	31
5.1. Atributi.....	31
5.2. Varijable	44
6. SIMULACIJA PLANOVA UZORKOVANJA	52
6.1. Simulacija plana uzorkovanja za atribute	52
6.2. Simulacija plana uzorkovanja za varijable	56
6.3. Analiza.....	61
7. ZAKLJUČAK	63
LITERATURA.....	64
PRILOZI.....	65

POPIS SLIKA

Slika 1.	Krivulja troška pronalaska (izdvajanja) nesukladnog proizvoda [2]	2
Slika 2.	Jednostavni slučajni uzorak [5].....	5
Slika 3.	Sustavni uzorak [5]	5
Slika 4.	Stratificirani uzorak [5].....	6
Slika 5.	Uzorak skupina [5].....	6
Slika 6.	Primjer operativne (radne) krivulja plana uzorkovanja [9].....	8
Slika 7.	Krivulja prosječne izlazne kvalitete [11]	10
Slika 8.	Prijelazi između režima kontrole [3].....	16
Slika 9.	Jednostruki plan uzorkovanja za attribute.....	18
Slika 10.	Dvostruki plan uzorkovanja za attribute	19
Slika 11.	Zadana samo gornja granica dopuštenog odstupanja [2].....	24
Slika 12.	Zadana samo donja granica dopuštenog odstupanja [2]	25
Slika 13.	Dvostruke povezane granice: grafičko rješenje [2].....	25
Slika 14.	Shema jednostrukog uzorkovanja $N = 2000$, normalni režim.....	31
Slika 15.	Operativna krivulja, jednostruki plan, normalni režim kontrole.....	33
Slika 16.	AOQ , jednostruki plan, normalni režim kontrole.....	34
Slika 17.	Shema jednostrukog uzorkovanja $N = 2000$, pooštren režim	34
Slika 18.	Operativna krivulja, jednostruko uzorkovanje, pooštreni režim kontrole	35
Slika 19.	AOQ , jednostruko uzorkovanje, pooštreni režim kontrole	36
Slika 20.	Shema jednostrukog uzorkovanja $N = 2000$, smanjeni režim.....	36
Slika 21.	Operativna krivulja, jednostruko uzorkovanje, smanjeni režim kontrole.....	37
Slika 22.	AOQ , $N = 2000$, smanjeni režim kontrole.....	38
Slika 23.	Operativne krivulje, jednostruko uzorkovanje, tri režima kontrole.....	38
Slika 24.	AOQ , jednostruko uzorkovanje, tri režima kontrole	39
Slika 25.	Shema dvostrukog uzorkovanja $N = 2000$, normalni režim	40
Slika 26.	Shema dvostrukog uzorkovanja $N = 2000$, pooštreni režim	41
Slika 27.	Shema dvostrukog uzorkovanja $N = 2000$, smanjeni režim	42
Slika 28.	Operativne krivulje, dvostruko uzorkovanje, tri režima kontrole.....	43
Slika 29.	AOQ , dvostruko uzorkovanje, tri režima kontrole	44
Slika 30.	Grafičko rješenje normalne kontrole; s -metoda s dvostrukim granicama	46
Slika 31.	Grafičko rješenje pooštrene kontrole; s -metoda s dvostrukim granicama.....	48

Slika 32.	Grafičko rješenje smanjene kontrole; <i>s</i> -metoda s dvostrukim granicama	49
Slika 33.	Operativne krivulje: <i>s</i> -metoda.....	50
Slika 34.	<i>AOQ</i> : uzorkovanje za varijable; tri režima kontrole	51
Slika 35.	Simulacija 1: grafički prikaz isporuka po broju nesukladnih jedinica.....	54
Slika 36.	Simulacija 2: grafički prikaz isporuka po broju nesukladnih jedinica.....	56
Slika 37.	Grafički prikaz uzoraka.....	59

POPIS TABLICA

Tablica 1.	Rizici kupca i dobavljača [10].....	9
Tablica 2.	Kodna slova [3]	17
Tablica 3.	Rizici jednostrukog uzorkovanja za attribute	39
Tablica 4.	Vrijednosti uzoraka za normalni režim kontrole.....	44
Tablica 5.	Vrijednosti uzoraka za pooštreni režim kontrole	46
Tablica 6.	Vrijednosti uzoraka za smanjeni režim kontrole.....	48
Tablica 7.	Rizici uzorkovanja za varijable	50
Tablica 8.	Simulacija 1: atributi	52
Tablica 9.	Simulacija 2: atributi	55
Tablica 10.	Simulacija 1: varijable.....	57
Tablica 11.	Simulacija 2: varijable.....	60
Tablica 12.	Usporedba rizika	62
Tablica 13.	2-A – Jednostruki plan uzorkovanja za attribute, normalni režim kontrole [3]... 66	
Tablica 14.	2-B – Jednostruki plan uzorkovanja za attribute, pooštreni režim kontrole [3]... 67	
Tablica 15.	2-C – Jednostruki plan uzorkovanja za attribute, smanjeni režim kontrole [3] ... 68	
Tablica 16.	3-A – Dvostruki plan uzorkovanja za attribute, normalni režim kontrole [3] 69	
Tablica 17.	3-B – Dvostruki plan uzorkovanja za attribute, pooštreni režim kontrole [3] 70	
Tablica 18.	3-C – Dvostruki plan uzorkovanja za attribute, smanjeni režim kontrole [3]..... 71	
Tablica 19.	B.1 - Konstanta prihvaćanja k za jednostruki plan uzorkovanja, normalni režim kontrole: s -metoda [12].....	72
Tablica 20.	B.2 – Konstanta prihvaćanja k za jednostruki plan uzorkovanja, pooštreni režim kontrole: s -metoda [12].....	73
Tablica 21.	B.3 – Konstanta prihvaćanja k za jednostruki plan uzorkovanja, smanjeni režim kontrole: s -metoda [12].....	74
Tablica 22.	D.1 – Vrijednosti f_s za dvostruke povezane granice: normalni režim kontrole, s -metoda [12]	75
Tablica 23.	D.1 – Vrijednosti f_s za dvostruke povezane granice: pooštreni režim kontrole, s -metoda [12]	75
Tablica 24.	D.3 – Vrijednosti f_s za dvostruke povezane granice: smanjeni režim kontrole, s -metoda [12]	76
Tablica 25.	L.1 – Rizik dobavljača [%] kod normalne kontrole: s -metoda.....	76

POPIS OZNAKA

Oznaka	Mjerna jedinica	Opis
\hat{p}_L	-	procjena udjela nesukladnih, donja granica
\hat{p}_U	-	procjena udjela nesukladnih, gornja granica
\hat{p}	-	procjena ukupnog udjela nesukladnih u procesu
\bar{x}	-	aritmetička sredina uzorka
Ac	-	broj za prihvaćanje
AOQ	%	prosječna izlazna kvaliteta
$AOQL$	%	granična vrijednost prosječne izlazne kvalitete
AQL	%	prihvatljiva razina kvalitete
d	-	broj nesukladnih jedinica u uzorku
D	-	broj nesukladnih jedinica u seriji
f_s	-	koeficijent za računanje $MSSD$
f_σ	-	koeficijent za računanje $MPSD$
k	-	koeficijent prihvaćanja
L	-	donja granica dopuštenog odstupanja
L	-	procijenjena šteta nastala propuštanjem lošeg komada
L_{max}	-	procijenjena najveća šteta nastala propuštanjem lošeg komada
L_{min}	-	procijenjena najmanja šteta nastala propuštanjem lošeg komada
LQ	%	granična kvaliteta
$MPSD$	-	maksimalno standardno odstupanje procesa
$MSSD$	-	maksimalno standardno odstupanje uzorka
n	-	veličina uzorka
N	-	veličina serije
p	%	udio nesukladnih jedinica
p^*	-	procjena maksimalnog dopuštenog udjela nesukladnih u procesu
Pa	%	vjerojatnost prihvaćanja

p_b	%	granični postotak nesukladnih (škarta)
P_x	%	vjerojatnost prihvatanja za udio nesukladnih jedinica x
Q_L	-	donja granična kvaliteta
Q_U	-	gornja granična kvaliteta
Re	-	broj za odbijanje
s	-	standardno odstupanje
s_{max}	-	maksimalno standardno odstupanje uzorka
T_1	-	jedinični trošak kontrole
U	-	gornja granica dopuštenog odstupanja
x	-	broj nesukladnih jedinica
α -rizik	%	rizik dobavljača
β -rizik	%	rizik kupca
σ	-	standardno odstupanje procesa
σ_{max}	-	maksimalno standardno odstupanje procesa

SAŽETAK

U ovo radu predstavljene su načini kontrole proizvoda te planovi uzorkovanja za atribute i varijable. Planovi uzorkovanja za atribute provode se prema normi HRN ISO 2859-1, dok se planovi uzorkovanja za varijable provode prema normi HRN ISO 3951-1. Također, u ovome radu predstavljene su primjeri planova uzorkovanja za atribute i varijable. Primjeri za atribute izvedeni su za jednostruki i dvostruki plan uzorkovanja po normalnom, pooštrenom i smanjenom režimu kontrole. Primjeri planova uzorkovanja za varijable izvedeni su prema *s*-metodi za dvostruke povezane granice odstupanja za normalni, pooštreni i smanjeni režim kontrole. U eksperimentalnom dijelu rada provedena je simulacija uzorkovanja u programskom paketu Minitab. Simulacija uzorkovanja atributa provedena je prema jednostrukom planu uzorkovanja za normalni režim kontrole. Simulacija uzorkovanja varijabli provedena prema planu uzorkovanja sa dvostrukim povezanim granicama odstupanja prema normalnom režimu kontrole. Dobiveni rezultati simulacije su analizirani te je izveden zaključak.

Ključne riječi: atributi, varijable, uzorkovanje, planovi uzorkovanja, HRN ISO 2859-1, HRN ISO 3951-1,

SUMMARY

This paper presents product control methods and sampling plans for attributes and variables. Sampling plans for attributes are carried out according to HRN ISO 2859-1, while sampling plans for variables are carried out according to HRN ISO 3951-1. Also, examples of sampling plans for attributes and variables are presented. Examples for attributes were derived for single and double sampling plan under normal, tightened and reduced inspection. Examples of sampling plans for the variables were derived according to the s-method for combined control of double specification limits for normal, tightened, and reduced inspection. In the experimental part of the paper, a simulation of sampling in the Minitab software package was performed. Attribute sampling simulation was performed according to a single sampling plan for the normal inspection. Variable sampling simulation performed according to the sampling plan of double specification limits according to the normal inspection. The obtained simulation results were analyzed and a conclusion was drawn.

Key words: attributes, variables, sampling, sampling plans, HRN ISO 2859-1, HRN ISO 3951-1

1. UVOD

U industrijskoj proizvodnji proizvođač kako bi osigurao normalnu proizvodnju svojih proizvoda mora od dobavljača nabaviti određenu sirovinu, materijal ili dio proizvoda. Kupac koji se odlučio kupovati proizvod od određenog dobavljača, zahtjeva određene značajke proizvoda. Različita poduzeća proizvode određene proizvode, te iako slični proizvodi, proizvodi međusobno se razlikuju po značajkama, osobinama i svojstvima, tj. razlikuju se prema kvaliteti. Prema [1], kvaliteta je "stupanj do kojeg skup svojstvenih karakteristika ispunjava zahtjeve". Proizvođač pri proizvodnji nužan je ispuniti zahtjeve za kvalitetom koja je određena ugovorom između proizvođača i kupca. Kvaliteta proizvedenog proizvoda nije uvijek ista te na nju utječu mnogi utjecaji. Kako kvaliteta proizvoda nije stalna, javlja se potreba za kontrolom kvalitete. Kontrola kvalitete usmjerena je na ispunjavanje postavljenih zahtjeva za kvalitetom. Kako bi se ispunili zahtjevi kvalitete postavljeni za neku seriju proizvoda potrebno je te proizvode provjeravati i kontrolirati.

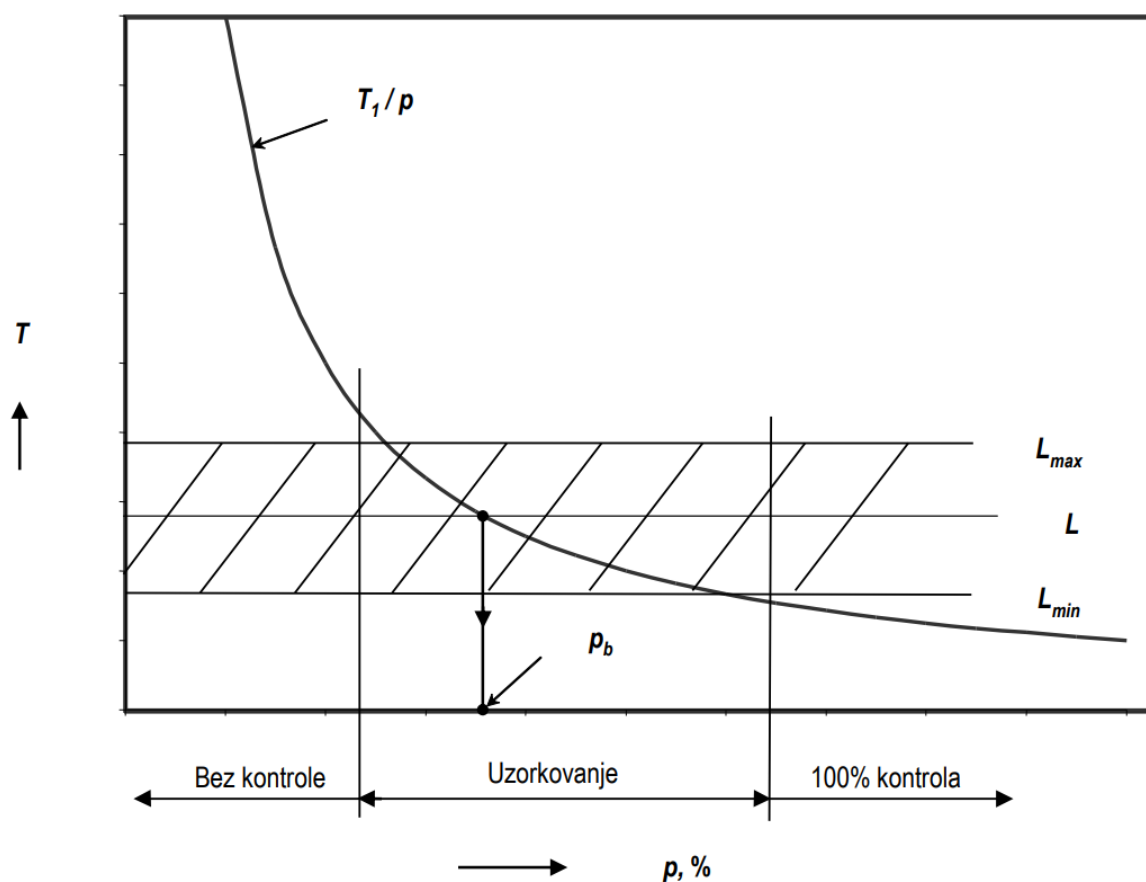
Pri kontroli proizvoda u praksi, ponekad nije moguće ispitati sve proizvode, odnosno provesti 100 %-tnu kontrolu. Zbog nemogućnosti kontrole svih proizvoda, uzimaju se uzorci proizvoda. Uz pomoć statistike i alata moguće je kontrolirati veliku količinu proizvoda kontroliranjem uzorka proizvoda. Nakon provedbe uzorkovanja, na temelju analize uzorka donose se zaključci i odluke za osnovni statistički skup. Uzorkovanja je potrebno provoditi u skladu pravilima i normama koje ih propisuju.

U ovom radu predstavljeni su načini kontrole proizvoda te planovi uzorkovanja za attribute i varijable. Planovi uzorkovanja za attribute (rezultat kontrole je atribut) provode se prema normi HRN ISO 2859-1, dok se planovi uzorkovanja za varijable (rezultat kontrole je mjerni podatak) provode prema normi HRN ISO 3951-1. Također, u ovome radu predstavljeni su primjeri planova uzorkovanja za attribute i varijable. U eksperimentalnom dijelu rada provedena je simulacija uzorkovanja atributa prema jednostrukom planu uzorkovanja i simulacija uzorkovanja varijabli sa dvostrukim granicama odstupanja.

2. NAČINI KONTROLE

Pri kontroli kvalitete proizvoda, najprije je potrebno provesti izbor načina kontrole. Kod tog izbora potrebno je način kontrole sagledati sa ekonomskog gledišta, te donijeti odluku da li je potrebno provoditi 100 %-tnu (stopostotnu) kontrolu, uzorkovati ili uopće ne provoditi kontrolu.

Slika 1 prikazuje krivulju troška pronalaska (izdvajanja) nesukladnog proizvoda gdje T predstavlja vrijednost troška izdvajanja nesukladnog proizvoda, a p predstavlja udio nesukladnih jedinica.



Slika 1. Krivulja troška pronalaska (izdvajanja) nesukladnog proizvoda [2]

L , L_{min} i L_{max} , prikazane na slici 1 su procijenjene štete nastale zbog propuštanja lošeg komada. Sjecištem krivulje i procijenjene štete nastale zbog propuštanja lošeg komada L može se odrediti vrijednost graničnog postotka nesukladnosti p_b prema formuli [2]:

$$p_b = T_1/L \quad (1)$$

Gdje je:

p_b – granični postotak nesukladnosti (škarta),

T_1 – jedinični trošak kontrole (trošak kontrole jednog komada),

L – procijenjena šteta (trošak) nastala propuštanjem lošeg komada.

U situaciji kada je trošak pronalaska (izdvajanja) nesukladnog proizvoda relativno visok, a ujedno je mali udio nesukladnih jedinica potrebno je donijeti racionalnu odluku o provedbi kontrole. U slučaju kada su relativno niski troškovi pronalaska (izdvajanja) nesukladnog proizvoda, a udio nesukladnih jedinica je relativno visok, preporučuje se provoditi 100 %-tnu kontrolu. Kada je nemoguće provoditi 100 %-tnu kontrolu provedba uzorkovanja jedina je mogućnost, ujedno pouzdan postupak uzorkovanja može biti relativno jeftin u odnosu na 100 %-tnu kontrolu [2].

2.1. 100 %-tna kontrola

Stopostotnoj kontroli se, u pravilu, uvijek daje prednost nad uzorkovanjem iako u usporedbi sa uzorkovanjem ima nekoliko nedostataka [2]:

- a) Skupa je. Svaki dio se mora pojedinačno provjeravati.
- b) Nerazumijevanje značenja 100 %-tne kontrole. Stopostotna je kontrola u pravilu vrlo rijetko potpuna kontrola svih značajki dijelova. Zapravo je provjera određenih značajki. Izjava "stopostotna kontrola je potrebna" u pravilu dovodi do pretjerane kontrole pri čemu se često propušta ono što je ključno.
- c) Sortiranje. Stopostotna kontrola u pravilu uključuje odvajanje loših dijelova od dobrih.
- d) Moguće prihvatanje loših dijelova. Monotonija ponavljajućih operacija kontrole može rezultirati nenamjernim prihvatanjem loših dijelova.
- e) Može rezultirati prihvatanjem loših dijelova. Nekada kontrolori misle da njihov posao nije opravdan ako stalno prihvataju dijelove. To ponekad rezultira prekritičkim interpretacijama specifikacija i neprihvatanjem zadovoljavajućih dijelova.
- f) Nepraktičnost stopostotne kontrole. U slučajevima gdje su potrebna razorna ispitivanja, stopostotna kontrola je nemoguća.

Kada je u pitanju uništenje imovine ili gubitak ljudskog života nužno je koristiti 100 %-tnu kontrolu.

2.2. Uzorkovanje

Uzimanje uzoraka vrši se kada je potrebno ispitati neku veću statističku masu ispitujući manji, odabrani dio elemenata te mase. Uzorak se smatra reprezentantom neke statističke mase koja se ispituje. Uzorkovanje je procjena nekog osnovnog skupa na temelju jednog ili više uzoraka [3]. Prednosti uzorkovanja [2]:

- Pouzdan postupak uzorkovanja može biti relativno jeftin u odnosu na 100 %-tnu kontrolu.
- Uzorkovanje može značajno smanjiti monotoniju kontrole.
- U slučaju razornih ispitivanja, uzorkovanje je jedina mogućnost.

2.2.1. Vrste uzoraka

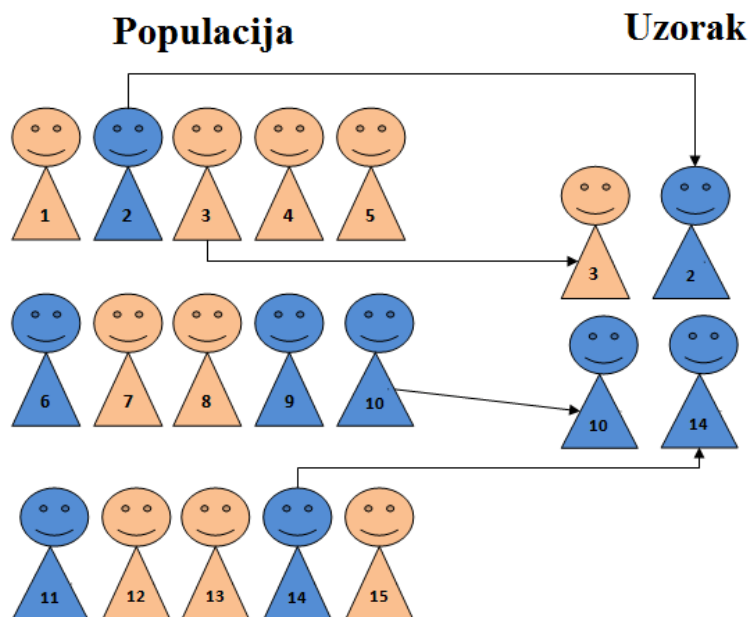
Postoje dva osnovna tipa uzoraka:

- a) Slučajni
- b) Namjerni.

Slučajni uzorak može biti:

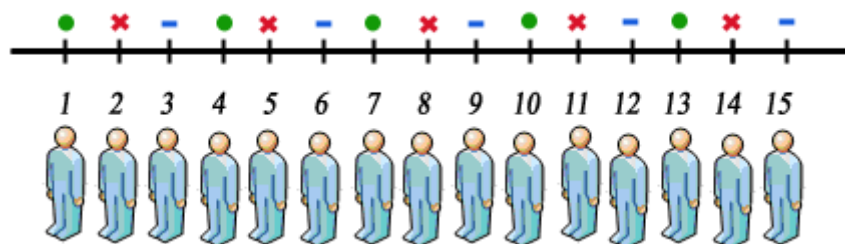
- a) jednostavni slučajni
- b) sustavni
- c) stratificirani
- d) uzorak skupina.

Jednostavni slučajni uzorak vrsta je slučajnog uzorka kojim se može uštedjeti novac i resursi. Ovom metodom pouzdano se dobivaju informacije o osnovnom skupu gdje je svaki element uzorka slučajno odabran. Tako svaki element iz osnovnog skupa ima jednaku vjerojatnost da bude izabran kao element uzorka. Navedeno je da "logika jednostavnog slučajnog uzorka uklanja pristranost odabira elemenata i trebala bi rezultirati reprezentativnim uzorcima"[4].



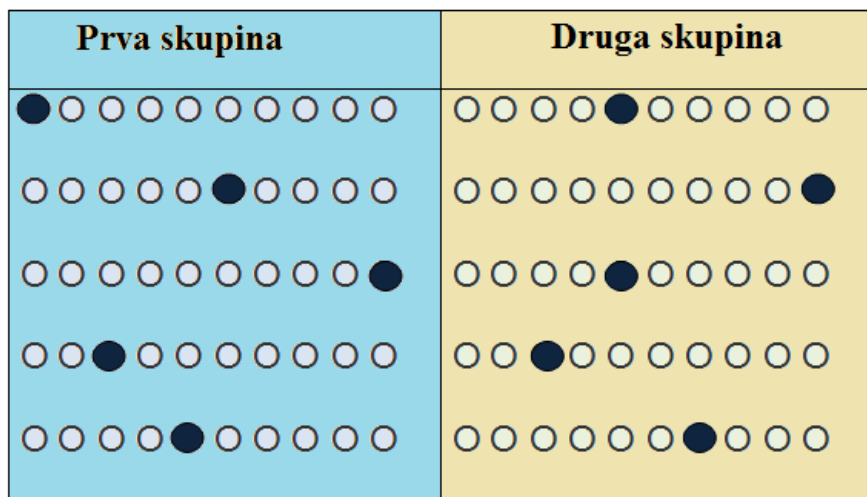
Slika 2. Jednostavni slučajni uzorak [5]

Kod sustavnog uzorka elementi se biraju iz populacije u jednakim intervalima. Potrebno je izabrati početnu točku uzorkovanja i veličinu uzorka koja će se ponavljati u jednakim intervalima. Ovom vrstom uzorka unaprijed je definiran raspon te zbog toga izuzima najmanje vremena. Navedeno je da "sustavnim uzorkom, svaki k -ti element tvori n elemenata iz populacije veličine N " [6].



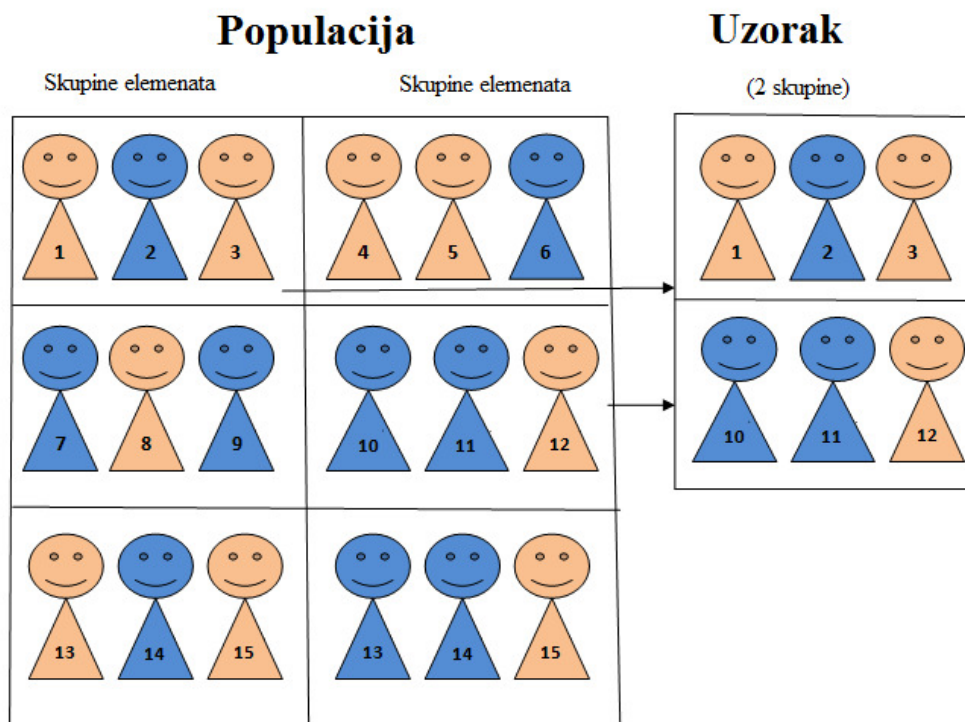
Slika 3. Sustavni uzorak [5]

Stratificiranim uzorak dobiven je iz populacije čiji su elementi podijeljeni u dvije ili više skupina prema atributima svojstvenima za tu skupinu. Kod izuzimanja elemenata, skupine su podijeljene zasebno te se slučajnim odabirom odabiru elementi iz svake skupine koji će činiti uzorak.



Slika 4. Stratificirani uzorak [5]

Uzorak skupina metoda je u kojoj su elementi populacije podijeljeni u klustere koji predstavljaju ukupnu populaciju [7]. Uzorkom skupina moguće je smanjiti troškove i povećati učinkovitost uzorkovanja. Glavna razlika između stratificiranog uzorka i uzorka skupina je u činjenici da kod uzorka skupina jedan klaster može biti jedan element uzorka. U slučaju stratificiranog uzorka samo pojedini elementi mogu biti iz svake skupine mogu biti elementi uzorka.



Slika 5. Uzorak skupina [5]

Nakon što se odabere uzorkovanje potrebno je izabrati plan uzorkovanja i pokazatelje kvalitete.

2.3. Planovi uzorkovanja

Prilikom proizvodnje dijelova ili proizvoda, postavljeni su zahtjevi za neke svojstvene karakteristike dijelova. Kontrola kvalitete usmjerena je na ispunjavanje postavljenih zahtjeva za kvalitetom. Kako bi se ispunili zahtjevi kvalitete postavljeni za neku seriju proizvoda potrebno je te proizvode provjeravati i kontrolirati.

Planom uzorkovanja ispituje se relativno mali broj elemenata (uzorak) iz serije. Na temelju ispitivanja uzorka odlučuje se hoće li cijela serija biti prihvaćena ili odbačena nakon što se utvrdi broj nesukladnih jedinica unutar uzorka. Statističkim metodama određuje se da li će serija proizvoda biti prihvaćena ili odbačena. Ovisno o primijenjenom planu uzorkovanja odluka o prihvaćanju (odbijanju) može se donijeti nakon [2]:

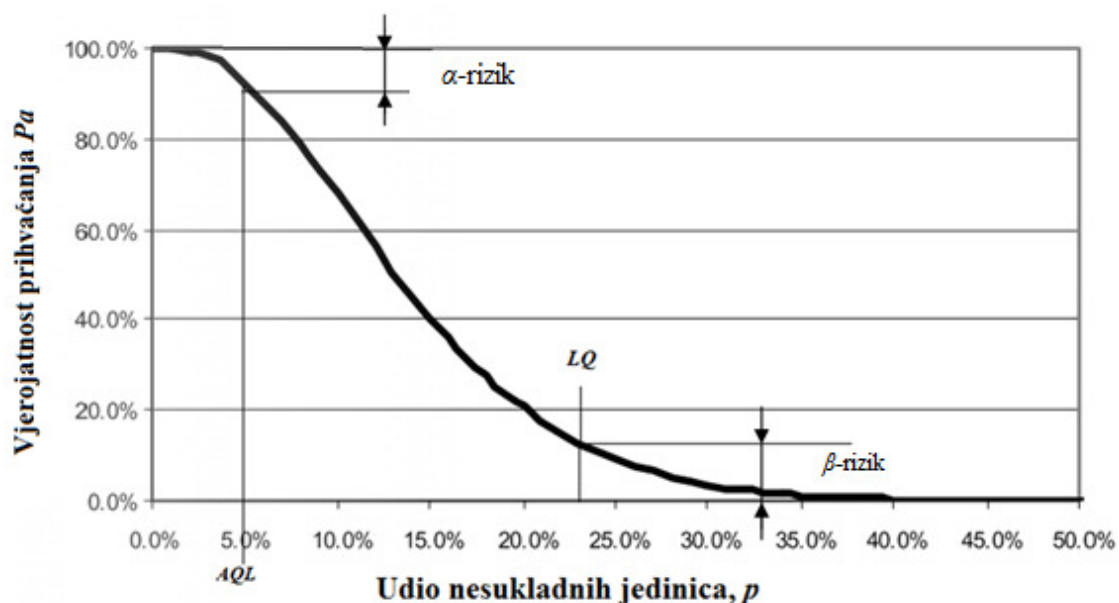
- kontrole jednog slučajnog odabranog uzorka (jednostruko uzorkovanje)
- kontrole najviše dva slučajna uzorka (dvostruko uzorkovanje)
- kontrole više od dva slučajna uzorka (višestruko uzorkovanje).

Svako uzorkovanje potrebno je provesti prema planu uzorkovanja. Postoje dvije temeljne skupine planova uzorkovanja:

- 1) **Planovi uzorkovanja za atribut** (rezultat kontrole je atribut: dobro – loše, broj grešaka i slično). Planovi uzorkovanja za atribut temelje se na binomnom i Poissonovoj raspodjeli. Planovi uzorkovanja za atribut opisani su normom HRN ISO 2859-1:2012: *Postupci uzorkovanja pri pregledima po obilježjima -- 1. dio: Sheme uzorkovanja razvrstane prema prihvatljivim razinama kvalitete za „lot-by-lot“ pregled.*
- 2) **Planovi uzorkovanja za varijable** (rezultat kontrole je mjerni podatak). Planovi uzorkovanja za varijable temelje se na normalnoj i Studentovoj raspodjeli. Planovi uzorkovanja za varijable opisani su normom HRN ISO 3951-1:2016: *Postupci uzorkovanja pri pregledima prema varijablama -- 1. dio: Specifikacije planova jednostrukih uzorkovanja razvrstanih u odnosu na prihvatljivu razinu kvalitete („AQL“) za preglede pojedinačnih partija za jednu značajku kvalitete i jedan „AQL“.*

2.3.1. Operativna krivulja plana uzorkovanja

Grafički se, plan uzorkovanja može prikazati operativnom krivuljom plana uzorkovanja (eng. *Operating Characteristic Curve*). Tvori se određivanjem vjerojatnosti prihvatanja za različite kvalitete isporuke. Krivulja prikazuje vjerojatnost prihvatanja isporuke za različite udjele nesukladnih jedinica u uzorku [Slika 6]. Operativna krivulja slika je plana uzorkovanja, stoga svaki plan uzorkovanja ima jedinstvenu operativnu krivulju [8].



Slika 6. Primjer operativne (radne) krivulja plana uzorkovanja [9]

2.3.1.1. Prihvatljiva razina kvalitete – AQL

Na primjeru operativne krivulje plana uzorkovanja naznačen je AQL (eng. *Acceptance Quality Level*) te iznosi 5 % nesukladnih jedinica u isporuci [Slika 6]. Prihvatljiva razina kvalitete-AQL predstavlja najveći postotak nesukladnosti koji se može prihvatiti kao zadovoljavajući prosjek procesa pri kontinuiranom uzorkovanju [3]. AQL koristi se u ugovoru između kupca i dobavljača te predstavlja najvažniji ugovorni zahtjev za kvalitetom. Pri planiranju uzorkovanja AQL je potrebno najprije definirati. Iako poneki uzorci sa razinom kvalitete jednakom AQL-u imaju veću razinu prihvatanja, definirani AQL se ne odnosi na ciljanu razinu kvalitete.

2.3.1.2. Granična kvaliteta – LQ

Granična kvaliteta LQ (eng. *Limiting Quality*) značajna je kod kontrole pojedinačnih isporuka i određena je niskom vjerojatnošću prihvatanja [3]. LQ razina je kvalitete značajno lošija od prihvatljive razine kvalitete AQL [Slika 6].

2.3.1.3. Rizici α i β

Pri određivanju plana uzorkovanja potrebno je uzeti obzir interese dobavljača i kupca. Koristi imaju obje strane jer se njihovi interesi međusobno ne isključuju već su u velikoj mjeri kompatibilni. Iako su interesi kupca i dobavljača kompatibilni radi uzorkovanja postoje određeni rizici [Tablica 1].

Rizik dobavljača (α -rizik) predstavlja rizik da će dobra isporuka dobavljača (postotak škarta jednak dogovorenom AQL -u) biti odbijena [2]. Rizik dobavljača računa se prema formuli:

$$\alpha\text{-rizik} = 1 - Pa \quad (2)$$

Gdje je:

Pa – vjerojatnost prihvatanja isporuke (za postotak škarta jednak AQL -u) [Slika 6].

Rizik kupca (β -rizik) predstavlja rizik da će loša isporuka (postotak škarta značajno veći od AQL -a) biti prihvaćena [2]. Rizik kupca računa se za postotak škarta koji je jednak LQ [Slika 6].

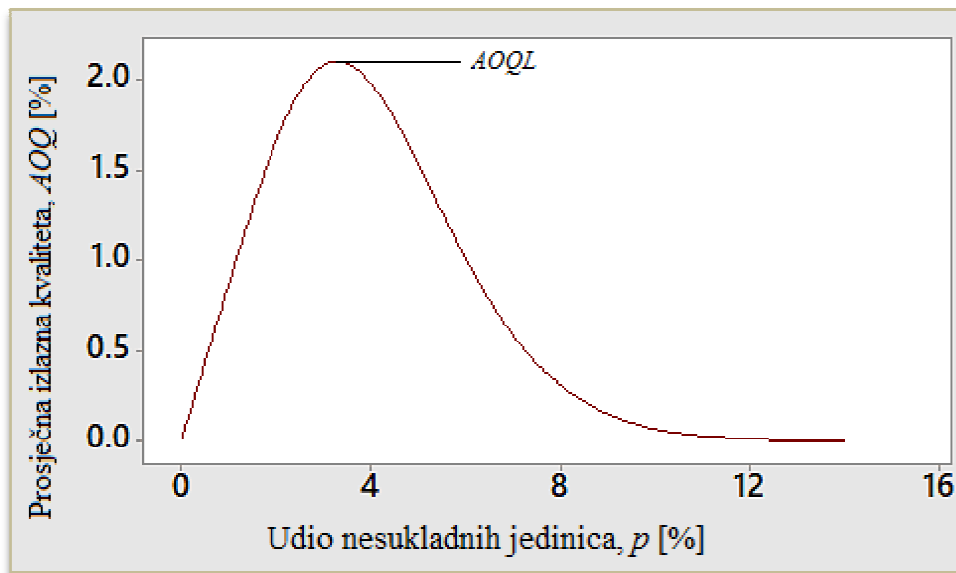
Tablica 1. Rizici kupca i dobavljača [10]

	Dobavljač	Kupac
Odbačena dobra isporuka	α -rizik	potencijalno povećanje troška
Prihvaćena loša isporuka	potencijalno nezadovoljstvo kupca	β -rizik

2.3.1.4. Prosječne izlazne kvalitete AOQ i $AOQL$

Nakon početno provedenog uzorkovanja isporuke dolaze na ulazno skladište, na ulazno skladište ujedno dolazi određeni postotak škarta. Vrijednost kojom se izražava prosječan postotak škarta na ulaznom skladištu je AOQ – prosječna izlazna kvaliteta (eng. *Average Outgoing Quality*).

Prosječna izlazna kvaliteta predstavlja prosječnu dugoročnu kvalitetu proizvoda koja uključuje sve prihvaćene isporuke i ne prihvaćene isporuke [3]. Sve neprihvaćene isporuke su naknadno ispitane 100 %-tnom kontrolom i sve nesukladne jedinice su zamijenjene sukladnima. Krivulja prosječne izlazne kvalitete predstavlja vezu između ulaznih i izlazne kvalitete isporuke [Slika 7] [10].



Slika 7. Krivulja prosječne izlazne kvalitete [11]

Točka maksimuma krivulje prosječne izlazne kvalitete je $AOQL$ [Slika 7]. Granična vrijednost prosječne izlazne kvalitete – $AOQL$ (eng. *Average Outgoing Quality Limit*) najveći je postotak škarta koji može biti na ulaznom skladištu nakon dovoljnog broja pristiglih isporuka [2]. Vrijednost $AOQL$ -a također je dugoročna prosječna kvaliteta, u ugovorima zahtijevana kvaliteta najčešće se izražava upravo preko te vrijednosti.

3. PLANOVI UZORKOVANJA ZA ATRIBUTE

Planovi uzorkovanja za attribute opisani su normom HRN ISO 2859-1:2012: *Postupci uzorkovanja pri pregledima po obilježjima -- 1. dio: Sheme uzorkovanja razvrstane prema prihvatljivim razinama kvalitete za „lot-by-lot“ pregled (ISO 2859-1:1999+Cor 1:2001+Amd 1:2011)*. U ovom poglavlju koriste se izrazi i definicije iz navedene norme.

Norma nalaže planove kontrole jedinica (rezultat kontrole je atribut: dobro – loše, broj grešaka i slično). Planovi uzorkovanja za attribute temelje se na binomnom i Poissonovoj raspodjeli.

Svrha norme HRN ISO 2859-1:2012 je neprihvatanjem isporuke ekonomskim i psihološkim pritiskom primorati dobavljača da održava prosječnu kvalitetu procesa barem na razini dogovorene prihvatljive razine kvalitete ($AQL-a$), u isto vrijeme održavajući gornju granicu rizika kupčeva prihvatanja povremene loše isporuke (α -rizika) [2]. Ispitivanje različitim shemama uzorkovanja opisanim ovom normom mogu se primjeniti, ali ne i ograničiti na:

- završne proizvode
- dijelove i sirove materijale
- postupke
- dijelove u procesu
- zalihe u skladištu
- postupke održavanja
- podatke ili zapise
- upravne postupke.

Sheme uzorkovanja namijenjene su prvenstveno kontinuiranom uzorkovanju. Kontinuirano uzorkovanje omogućuje primjenu pravila mijenjanja režima kontrole (opisano u nastavku) koje osigurava:

- zaštitu kupcu (u smislu prelaska na pooštreni režim kontrole ili prekida ispitivanja) u slučaju pogoršanja kvalitete
- poticaj, kako bi se smanjio trošak ispitivanja (prelaskom na smanjeni režim kontrole) u svrhu konstantnog postizanja dobre kvalitete.

3.1. Izrazi

U korist lakšeg korištenja i shvaćanja norme koriste se stručni izrazi i definicije navedeni u nastavku.

3.1.1. Jedinica ispitivanja

Jedinica ispitivanja može biti:

- fizički predmet
- definirana količina materijala
- usluga, aktivnost ili proces
- kombinacija istoga.

3.1.2. Nesukladnost

Ispitivanjem uzorka ispituje se zadovoljava li uzorak postavljene zahtjeve. Pojam nesukladnost označava neispunjavanje određenih zahtjeva. Kako ispitivanje uzorka često uključuje vrednovanje više od jedne karakteristike, iste se mogu razlikovati po učinku na kvalitetu i/ili ekonomskom učinku. Stoga, smatra se poželjnim, nesukladnosti razvrstati prema razredu odnosno stupnju ozbiljnosti:

Razred A: Nesukladnosti najvećeg prioriteta; kod uzorkovanja takve vrste nesukladnosti općenito imaju najmanju vrijednost AQL -a.

Razred B: nesukladnosti niže razine prioriteta; Nesukladnosti ove vrste pri uzorkovanju imaju veću vrijednosti AQL -a. Ako postoji, vrijednost kod razred C nesukladnosti će najveću vrijednost AQL -a, itd.

3.1.2.1. Nesukladna jedinica

Jedinica s jednom ili više nesukladnosti smatra se nesukladnom jedinicom. Nesukladne jedinice se prema potrebi mogu podijeliti prema stupnju ozbiljnosti:

Razred A: Jedinica s jednom ili više nesukladnosti također može imati nesukladnosti razreda B, razreda C, itd.

Razred B: Jedinica s jednom ili više nesukladnosti također može imati nesukladnosti razreda C, itd. Jedinice razreda B nesukladnosti ne sadržavaju nesukladnosti razreda A.

3.1.2.2. Postotak nesukladnih jedinica

Postotak nesukladnih jedinica (u uzorku) može se računati iz formule:

$$\text{Postotak nesukladnih jedinica} = \frac{d}{n} \times 100 \quad (3)$$

Gdje je:

d – broj nesukladnih jedinica u uzorku

n – veličina uzorka.

Analogno, postotak nesukladnih jedinica (u seriji) može se računati prema formuli:

$$100p = 100 \times \frac{D}{N} \quad (4)$$

Gdje je:

p – udio nesukladnih jedinica

D – broj nesukladnih jedinica u seriji

N – veličina serije.

3.1.2.3. Broj nesukladnosti na sto jedinica

Broj nesukladnosti (u uzorku) na sto jedinica može se računati prema formuli:

$$\text{Broj nesukladnosti na sto jedinica} = 100 \times \frac{d}{n} \quad (5)$$

Gdje je:

d – broj nesukladnosti u uzorku

n – veličina uzorka.

Analogno, broj nesukladnosti (u seriji) na sto jedinica može se odrediti prema formuli:

$$100p = 100 \times \frac{D}{N} \quad (6)$$

Gdje je:

p – broj nesukladnosti po jedinici

D – broj nesukladnosti u seriji

N – veličina serije.

3.1.3. Nadzorno tijelo

Koncept nadzornog tijela koristi se kako bi se održala neutralnost, može ga pozvati prva, druga ili treća strana. Nadzorno tijelo može biti:

- odjel kvalitete unutar organizacije dobavljača (prva strana)
- kupac ili organizacija nabave (druga strana)
- neovisna tijelo za ovjeru ili tijelo za certificiranje (treća strana).

3.2. Uzimanje uzoraka

Jedinice koje će se nalaziti u uzorku trebaju se uzimati iz serije jednostavnim slučajnim odabirom. U slučaju da se serija sastoji od pod-serija ili šarži raspodijeljenih prema određenom racionalnom kriteriju, treba primjeniti stratificirani odabir uzoraka. Stratificirano uzorkovanje treba se provesti na način da veličina svakog od uzorka iz pod-serije ili šarže treba biti proporcionalna toj pod-seriji ili šarži.

Uzorkovanje se može odvijati za vrijeme proizvodnje ili nakon proizvodnje serije. U svakom od slučaja, uzorke je potrebno odabirati na prethodno naveden način.

Kod dvostrukog uzorkovanja ili višestrukog uzorkovanja, svaki slijedeći uzorak potrebno je uzeti iz ostatka iste serije iz koje su se prethodno uzimali uzorci.

3.3. Režimi kontrole

Prema [2] postoje tri režima kontrole: normalni režim kontrole, smanjeni režim kontrole i pooštreni režim kontrole. Vjerojatnost prihvaćanja serije različita je kod svakog od režima kontrole. Pooštreni režim kontrole ima najstrože zahtjeve za kvalitetom i stoga je vjerojatnost prihvaćanja serije za taj režim najmanja. Kod normalnog režima kontrole veća je vjerojatnost prihvaćanja je nešto veća, dok je kod smanjenog režim kontrole najveća. Važno je za reći da svaki plan uzorkovanja počinje normalnim režimom kontrole. Slika 8 prikazuje prijelaze između režima kontrole.

3.3.1. Prijelaz između režima kontrole

3.3.1.1. Prijelaz s normalnog na pooštreni režim kontrole

Za vrijeme provođenja normalne kontrole, pooštreni režim kontrole potrebno je uvesti ako 2 od 5 (ili manje od 5) uzastopnih serija ne bude prihvaćeno pri početnom pregledu.

3.3.1.2. Prijelaz s pooštrenog na normalni režim kontrole

Za vrijeme provođenja pooštrene kontrole, normalni režim potrebno je vratiti kada 5 uzastopnih serija bude prihvaćeno.

3.3.1.3. Prijelaz s normalnog na smanjeni režim kontrole

Tijekom normalnog režima kontrole, smanjeni režim kontrole potrebno je uvesti ako su svi uvjeti zadovoljeni:

- trenutna vrijednost pokazatelja prebacivanja (eng. *Switching score*) je najmanje 30

- proizvodnja je pod kontrolom
- smanjeni režim kontrole odobren od strane nadzornog tijela.

Pokazatelj prebacivanja (eng. *Switching score*) potrebno je računati od početka kontrole (normalnog režima) ako nije drugačije određeno od strane nadzornog tijela. Računanje ovog pokazatelja potrebno je postaviti na 0 te ga računati nakon svake slijedeće serije.

Računanje pokazatelja za jednostruki plan uzorkovanja:

- 1) Kada je broj za prihvatanje (Ac) 2 ili više: vrijednosti pokazatelja dodati 3 ako je serija prihvaćena za jednu nižu vrijednost AQL -a. Ako serija nije prihvaćena vrijednost pokazatelja vratiti na 0.
- 2) Kada broj za prihvatanje (Ac) 0 ili 1: vrijednosti pokazatelja dodati 2 ako je serija prihvaćena. Ako serija nije prihvaćena vrijednost pokazatelja vratiti na 0.

Računanje pokazatelja za dvostruki i višestruki plan uzorkovanja:

- 1) Kada se koristi dvostruki plan uzorkovanja vrijednosti pokazatelja dodati 3 ako je serija prihvaćena nakon prvog uzorka, u suprotnom vratiti vrijednost pokazatelja na 0.
- 2) Kada se koristi višestruki plan uzorkovanja: vrijednosti pokazatelja dodati 3 ako je serija prihvaćena sa trećim uzorkom, u suprotnom vratiti vrijednost pokazatelja na 0.

3.3.1.4. Prijelaz sa smanjenog na normalni režim kontrole

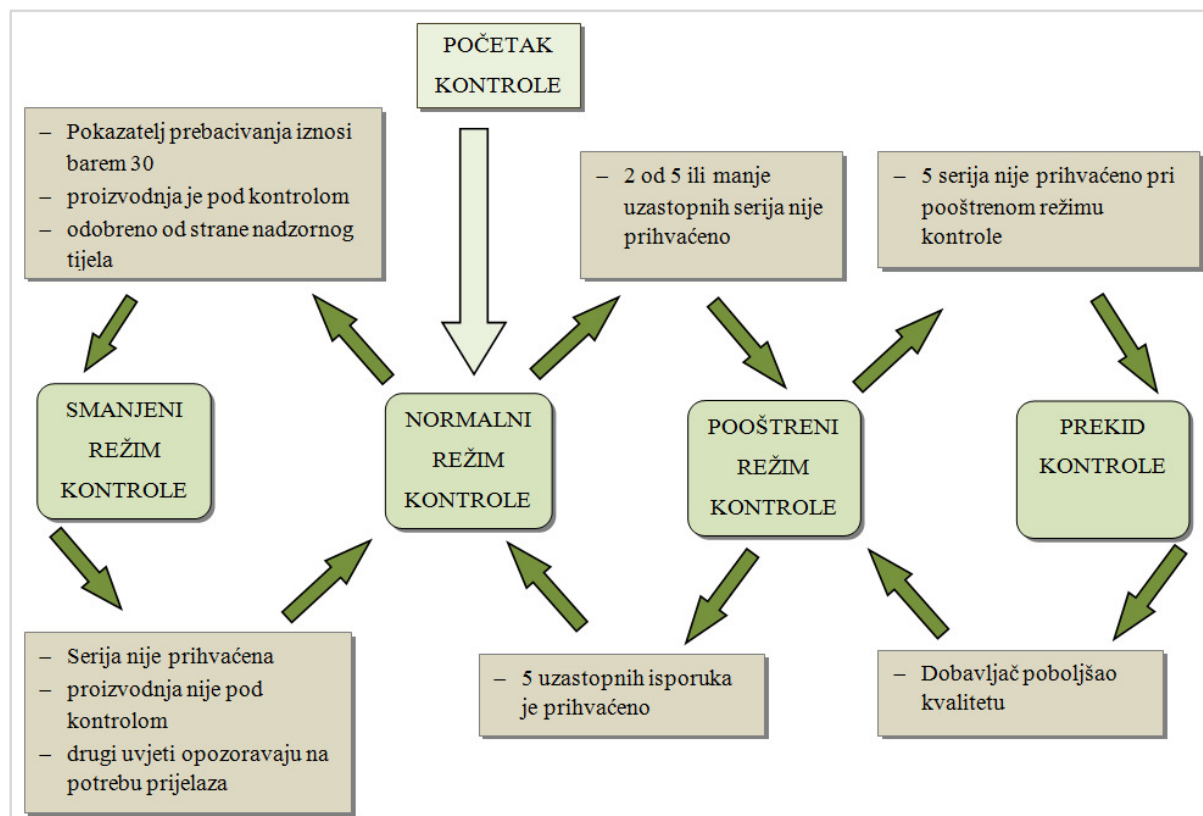
Za vrijeme provođenja smanjene kontrole, normalni režim potrebno vratiti ako se dogodi bilo što od navedenog:

- serija ne bude prihvaćena
- proizvodnja kasni ili nije pod kontrolom
- drugi uvjeti opozoravaju na potrebu prijelaza.

3.3.2. Prekid kontrole

Ako kumulativni broj serija koje nisu prihvaćene po pooštrenom režimu kontrole dosegne 5, kontrola se prekida [Slika 8]. U tom slučaju norma *HRN ISO 2859-1:2012* ne treba se koristiti sve dok dobavljač ne poboljša kvalitetu.

Kada se dobavljač poboljša kvalitetu i nadzorno tijelo dozvoli, uvodi se pooštreni režim kontrole.



Slika 8. Prijelazi između režima kontrole [3]

3.4. Planovi uzorkovanja

3.4.1. Razine kontrole

Razina kontrole (eng. *Inspection level*) određuje relativnu količinu kontrole. Tri razine kontrole I, II i III koriste se uobičajenu pregledu [Tablica 2]. Uobičajeno je koristiti razinu kontrole II ukoliko drugačije nije određeno. Razina kontrole I može se koristiti kada je potreban manje strogo razlikovanje ili razina kontrole III kada je potrebno strože razlikovanje. Dodatne specijalne razine kontrole S-1, S-2, S-3 i S-4 mogu se koristiti kada su neophodne male veličine uzorka te se veći rizici uzorkovanja mogu dozvoliti. Razina kontrole za svaku posebnu namjenu mora biti određena od strane nadzornog tijela.

Na početku određena razina kontrole ostaje nepromijenjena bez obzira mijenjaju li se režimi kontrole objašnjeni pod 3.3.1.

Količina informacija o kvaliteti serije dobivenih na temelju proučavanja uzorka ovisi o apsolutnoj veličini uzorka. Količina informacija ne ovisi o odnosu veličine uzorka prema veličini serije i stoga su uzorci relativno mali u odnosu na seriju.

Tablica 2. Kodna slova [3]

Veličina serije	Specijalne razine kontrole				Uobičajene razine kontrole		
	S-1	S-2	S-3	S-4	I	II	III
2 to 8	A	A	A	A	A	A	B
9 to 15	A	A	A	A	A	B	C
16 to 25	A	A	B	B	B	C	D
26 to 50	A	B	B	C	C	D	E
51 to 90	B	B	C	C	C	E	F
91 to 150	B	B	C	D	D	F	G
151 to 280	B	C	D	E	E	G	H
281 to 500	B	C	D	E	F	H	J
501 to 1 200	C	C	E	F	G	J	K
1 201 to 3 200	C	D	E	G	H	K	L
3 201 to 10 000	C	D	F	G	J	L	M
10 001 to 35 000	C	D	F	H	K	M	N
35 001 to 150 000	D	E	G	J	L	N	P
150 001 to 500 000	D	E	G	J	M	P	Q
500 001 and over	D	E	H	K	N	Q	R

3.4.2. Provedba plana uzorkovanja

Veličina uzorka određena je prema kodnom slovu. Potrebno je odabrati odgovarajuće kodno slovo prema veličini serije [Tablica 2].

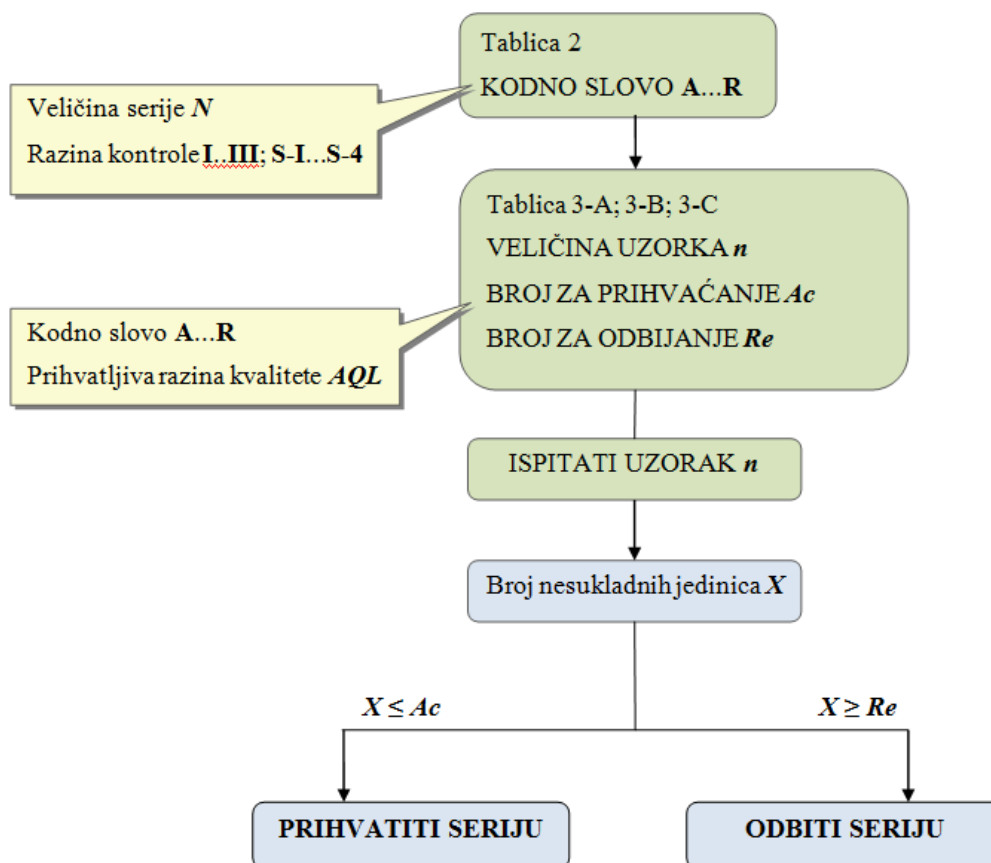
Nadalje, potrebno je odabrati vrijednost *AQL*-a i kodno slovo kako bi se sproveli planovi uzorkovanja. Za određenu vrijednost *AQL*-a i veličine serije koristi se ista kombinacija *AQL*-a i kodnog slova za sva tri režima kontrole.

Kada ne postoji plan uzorkovanja za danu kombinaciju *AQL*-a i kodnog slova, tablice navode koje kodno slovo izabrati. U slučaju da spomenuta procedura dovodi do različitih uzoraka za različite razrede neskladnosti ili nesukladnih jedinica, kodno slovo najvećeg uzorka može se koristiti za sve razrede neskladnosti ili nesukladnih jedinica odobreno od strane nadzornog tijela.

3.4.2.1. Jednostruki plan uzorkovanja

Planom jednostrukog uzorkovanja odluka o tome hoće li serija biti prihvaćena ili odbačena donosi se na temelju ispitivanja jednog uzorka. Iz serije veličine *N* nasumično se izabiru jedinice koje će činiti uzorak *n*. Veličina uzorka *n* treba biti jednaka veličini određenoj

planom uzorkovanja. Ako je broj nesukladnih jedinica unutar uzorka jednak ili manji od broja za prihvaćanje A_c serija se prihvaća. Ako je broj nesukladnih jedinica jednak ili veći od broja za odbacivanje R_e serija se ne prihvaća (odbacuje se). Procedura jednostrukog plana uzorkovanja prikazuje Slika 9.



Slika 9. Jednostruki plan uzorkovanja za attribute

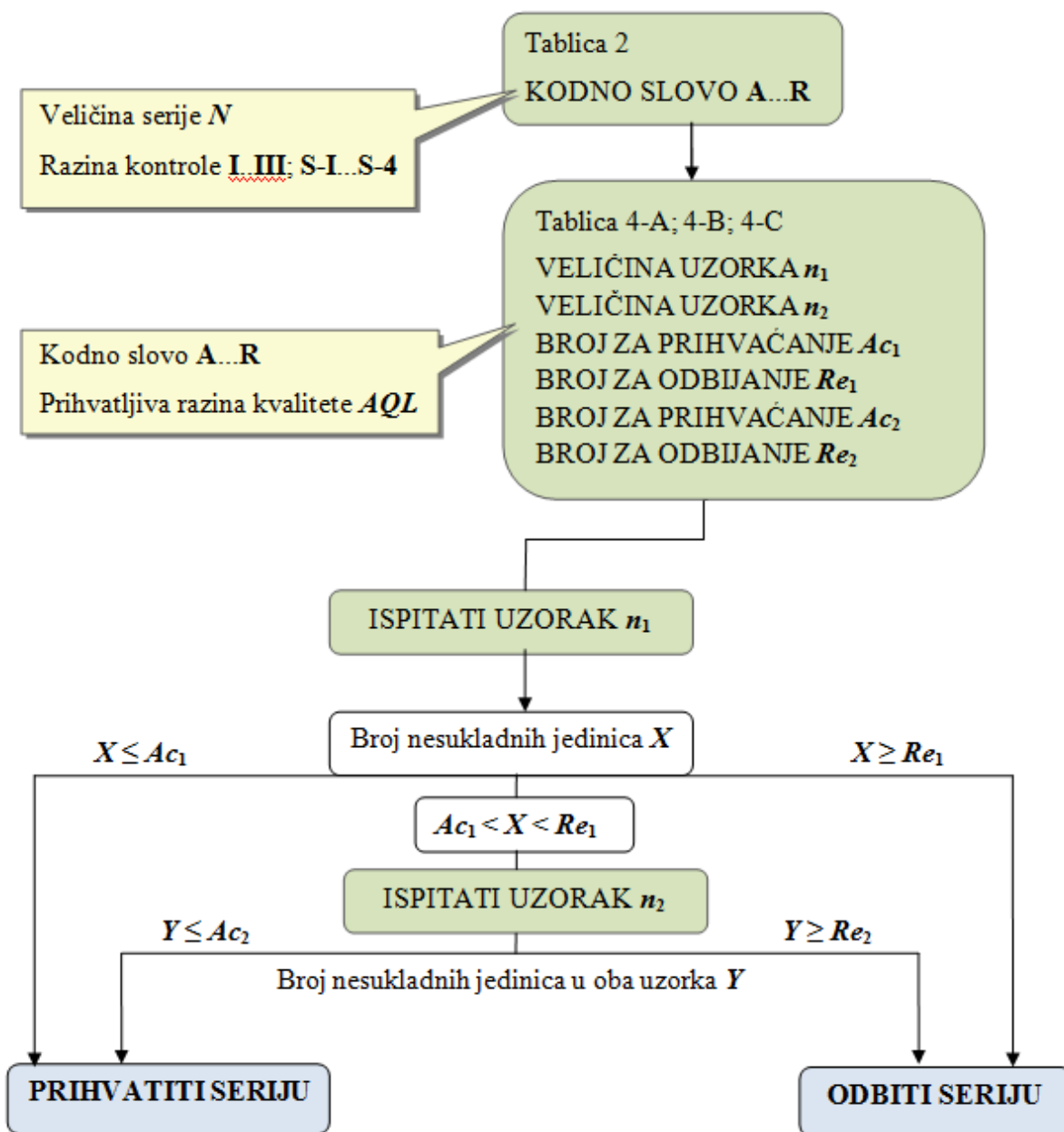
Odbijanje serije podrazumijeva 100 %-tnu kontrolu serije na trošak dobavljača i pri tome je dobavljač dužan nesukladne jedinice zamijeniti ili izvršiti financijsku nadoknadu [2].

3.4.2.2. Dvostruki plan uzorkovanja

Dvostrukim planom uzorkovanja odluka o tome hoće li serija biti prihvaćena ili odbačena donosi se na temelju ispitivanja dva uzorka. Ako se utvrdi da je broj nesukladnih jedinica unutar prvog uzorka n_1 jednak ili manji od broja za prihvaćanje A_{c1} , serija se prihvaća. Ukoliko se utvrdi da je broj nesukladnih jedinica unutar prvog uzorka jednak ili veći od broja za odbijanje R_{e1} , serija se odbacuje.

Utvrdi li se da je broj nesukladnih jedinica unutar prvog uzorka između brojeva za prihvaćanje i odbijanje, odabire se drugi uzorak n_2 od preostalih jedinica unutar serije.

Napomenuto je da važan ukupan broj nesukladnih jedinica unutar prvog uzorka i drugog uzorka (suma nesukladnih jedinica). Ukoliko je ukupan broj nesukladnih jedinica jednak ili manji nego vrijednost broja za prihvaćanje Ac_2 serija se prihvaća, a ukoliko je jednak ili veći od broja za odbijanje Re_2 serija se odbacuje. Procedura dvostrukog plana uzorkovanja prikazuje Slika 10.



Slika 10. Dvostruki plan uzorkovanja za atribute

Odbijanje serije podrazumijeva 100 %-tnu kontrolu serije na trošak dobavljača i pri tome je dobavljač dužan nesukladne jedinice zamijeniti ili izvršiti financijsku nadoknadu [2].

3.4.2.3. Višestruki plan uzorkovanja

Postupak višestrukog uzorkovanja odvija se prema planu dvostrukog uzorkovanja, u obzir se uzima ukupan broj nesukladnih jedinica nakon svakog uzorkovanja. Prema normi [3] postoji najviše 5 uzorkovanja prije nego li se donese odluka o prihvaćanju ili odbijanju serije.

4. PLANOVİ UZORKOVANJA ZA MJERLJIVE KARAKTERISTIKE

Planovi uzorkovanja za varijable (mjerljive karakteristike) opisani su normom HRN ISO 3951-1:2016: *Postupci uzorkovanja pri pregledima prema varijablama -- 1. dio: Specifikacije planova jednostrukih uzorkovanja razvrstanih u odnosu na prihvatljivu razinu kvalitete („AQL“)* za preglede pojedinačnih partija za jednu značajku kvalitete i jedan „AQL“.

U ovom dijelu koriste se izrazi i definicije iz navedene norme.

4.1. Korištenje planova uzorkovanja

Planovi uzorkovanja opisani normom *HRN ISO 3951-1:2016* (u daljnjem tekstu norma) koriste se u slijedećim uvjetima:

- za kontinuirano uzorkovanje jednog diskretnog proizvoda
- mjeri se jedna mjerljiva karakteristika proizvoda x
- u slučaju postojanja više mjerljivih veličina x , svaka se tretira zasebno
- primjena kod stabilne proizvodnje, mjerljiva karakteristika x je distribuirana prema normalnoj razdiobi
- standardom ili ugovorom definirana donja granica dopuštenih odstupanja L , gornja granica dopuštenih odstupanja U , ili oboje; proizvod je sukladan ako i samo ako mjerljiva karakteristika x zadovoljava slijedeće nejednakosti:
 - 1) $x \geq L$ (mjerena karakteristika veća od donje granice odstupanja)
 - 2) $x \leq U$ (mjerena karakteristika manja od gornje granice odstupanja)
 - 3) $x \geq L$ i $x \leq U$ (mjerena karakteristika između donje i gornje granice odstupanja).

Nejednakosti 1) i 2) su slučajevi sa definiranom jednom granicom odstupanja, a slučaj 3) sa dvostrukom granicom odstupanja.

4.2. Prihvatljiva razina kvalitete- *AQL*

Prihvatljiva razina kvalitete - *AQL* (eng. *Acceptance quality limit*) koristi se u ugovoru između kupca i dobavljača te predstavlja najvažniji ugovorni zahtjev za kvalitetom. Pri planiranju uzorkovanja *AQL* je potrebno najprije definirati.

Planovi uzorkovanja definirani normom propisuju pravila o promjeni režima kontrole ili prekidu kontrole definirani su kako bi potakli proizvođače da postotak nesukladnih jedinica bude bolji nego propisani *AQL*. Ako je drugačije, odnosno postotak nesukladnih jedinica je lošiji nego propisani *AQL*, povećan je rizik da će nastupiti strogi režim kontrole za koji je

kriterij prihvaćanja zahtjevniji. Kod strogog režima kontrole, ako kvaliteta procesa nije poboljšana, povećana je vjerojatnost da će doći do prekida kontrole.

Postoje 16 predloženih vrijednosti *AQL*-a propisni normom *HRN ISO 3951-1:2016* sa rasponom vrijednosti od 0,01 % do 10 % nesukladnih.

4.3. Izbor između *s*-metode i σ -metode

Kada se provodi plan uzorkovanja za varijable moguće je koristiti dvije metode. U statistici σ (sigma) ili *s* predstavlja standardno odstupanje procesa koji se ponaša prema normalnoj raspodjeli.

σ -metoda smatra se najekonomičnijom metodom gledano prema veličini uzorka. Prije nego li se počne koristiti ova metoda potrebno je odrediti vrijednost σ .

Najprije je potrebno početi sa *s*-metodom, ako kontrolirana kvaliteta kontinuiranim provođenjem kontrole ostane zadovoljavajuća, normom je dopušteno prelazak na smanjeni režim kontrole i korištenje manjih uzoraka. Nadalje, ako je proces "pod kontrolom" i daljnjom kontrolom uzorci bivaju prihvaćeni, pitanje je hoće li biti ekonomičnije prelazak na σ -metodu. Kod σ -metode veličine uzoraka su manje i kriterij prihvaćanja jednostavniji u usporedbi sa *s*-metodom.

Ako proces nije "pod kontrolom" potrebno je i dalje pratiti standardnu devijaciju *s*.

4.4. Izbor razine kontrole i *AQL*-a

Za plan uzorkovanja, razina kontrole zajedno sa veličinom serije i odabranim *AQL*-om određuju veličinu uzorka i upravljaju strogošću kontrole. Izborom razine kontrole i *AQL*-a upravljaju mnogi faktori, ali ponajviše ravnoteža između ukupnog troška inspekcije i posljedica propuštanja nesukladnih jedinica u prodaju.

Tablica 2 prikazuje tri razine kontrole: I, II, i III. Uobičajeno je koristiti razinu kontrole II, osim ako okolnosti ne ukazuju da je potrebno koristiti drugačiju razinu kontrole. Razina kontrole I koristi se kada je potrebno manje strogosti u razlikovanju dok se razina kontrole III koristi kada je potrebno strože razlikovanje. Četiri dodatne razine kontrole S-1, S-2, S-3 i S-4 koriste se kada su nužni mali uzorci te se može tolerirati relativno velik rizik.

4.5. Izbor plana uzorkovanja i postupak

Standardna procedura koristi se samo ako se izvršava kontinuirano uzorkovanje. Standardna procedura počinje sa veličinom serije, potom izbora veličine uzorka korištenjem razine

kontrole II i s -metode. Najveći prioritet ima AQL , potom veličina uzorka tek onda granična kvaliteta LQ (eng. *Limiting Quality*). Granična kvaliteta je razina kvalitete značajno lošija od prihvatljive (AQL).

Ako standardna procedura nije prihvatljiva potrebno je razviti posebnu proceduru. Mora biti odlučeno koja kombinacija vrijednosti AQL -a, granične kvalitete i veličine uzorka je najprikladnija pazeći pri tome da svaka vrijednost nije nezavisna: iz odabrane dvije vrijednosti proizlazi treća. Ovaj izbor nije proizvoljan, te ako je standardna procedura potrebna potrebno je posavjetovati se sa statističarom sa iskustvom u kontroli kvalitete.

4.5.1. Postupak

Prije nego li se krene sa uzorkovanjem potrebno je :

- provjeriti smatra li se proizvodnja kontinuiranom te distribuiraju li se karakteristike prema normalnoj raspodjeli
- provjeriti koristiti li s -metodu ili se standardno odstupanje smatra stabilnim i poznatim; u tom slučaju koristiti σ -metodu
- provjeriti da li su odabrane razine kontrole, ako nisu koristiti razine kontrole II,
- u slučaju kontrole sa dvostrukim granicama dopuštenih odstupanja, provjeriti ako se nesukladnosti koje prelaze granice smatraju jednako važnima. Ako to nije slučaj, provjeriti *ISO 3951-2*
- provjeriti da li je izabran preferirani AQL iz norme *ISO 3951-1*, ako nije tablice iz norme *ISO 3951-1* nisu prikladne.

4.6. s -metoda

Plan uzorkovanja s -metodom odvija se slijedećim redoslijedom:

- 1) Sa odabranom razinom kontrole (uobičajeno II) i veličinom serije, odabire se kodno slovo [Tablica 2].
- 2) Za jednostruku granicu dopuštenih odstupanja uz određeno kodno slovo i vrijednost AQL -a, odabrati odgovarajuću veličinu n i konstantu prihvaćanja k . Kod kontrole sa dvostrukim povezanim granicama dopuštenih odstupanja kod koje je veličina uzorka veća ili jednaka 5, pronaći prikladnu krivulju prihvaćanja iz dijagrama.
- 3) Uzeti slučajni uzorak n , izmjeriti mjerljivu karakteristiku x svakog elementa uzorka. Potom izračunati vrijednost aritmetičke sredine uzorka \bar{x} , standardno odstupanje uzorka s . Ako je vrijednost \bar{x} izvan granice/a dopuštenih odstupanja uzorak se može

proglasiti neprihvatljivim i bez računanja vrijednosti s . Unatoč tome, potrebno je računati vrijednosti s zbog evidencije.

4.6.1. Kriterij prihvaćanja za jednostruke granice dopuštenih odstupanja

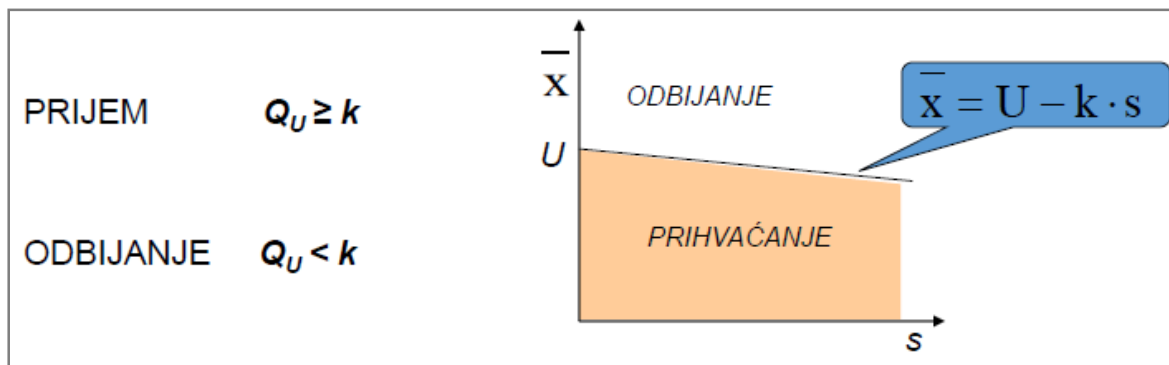
Za jednostruke granice dopuštenih odstupanja računaju se gornja statistička kvaliteta Q_U :

$$Q_U = \frac{U - \bar{x}}{s} \quad (7)$$

ili donja statistička kvaliteta Q_L :

$$Q_L = \frac{\bar{x} - L}{s} \quad (8)$$

Nakon toga uspoređuje se vrijednost statističke kvalitete (Q_U ili Q_L) sa odabranom konstantom prihvaćanja k za normalni, pooštreni i smanjeni režim kontrole. Ako je vrijednost statističke kvalitete veća ili jednaka od konstante prihvaćanja, uzorak se prihvaća. U slučaju da je manja, uzorak se ne prihvaća. Stoga, ako je zadana samo gornja granica dopuštenog odstupanja [Slika 11]:



Slika 11. Zadana samo gornja granica dopuštenog odstupanja [2]

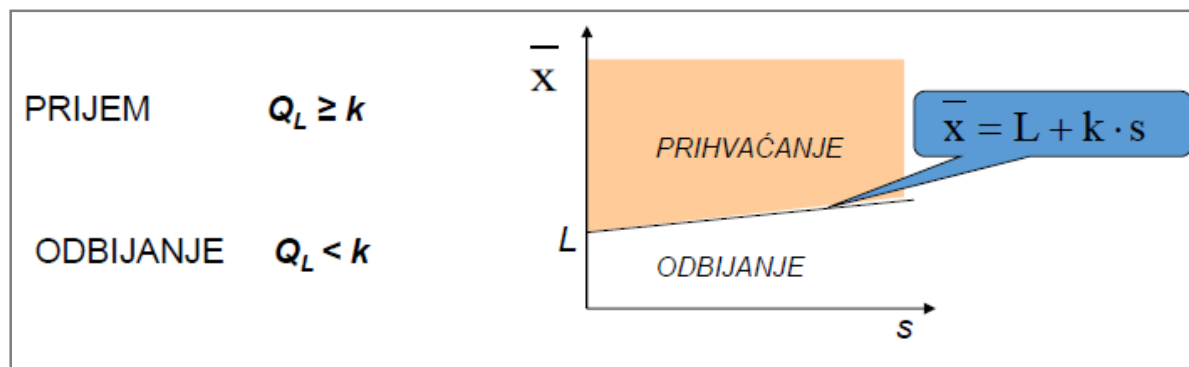
$Q_U \geq k$ – uzorak se prihvaća

$Q_U < k$ – uzorak se ne prihvaća.

Ako je zadana samo donja granica dopuštenog odstupanja [Slika 12]:

$Q_L \geq k$ – uzorak se prihvaća

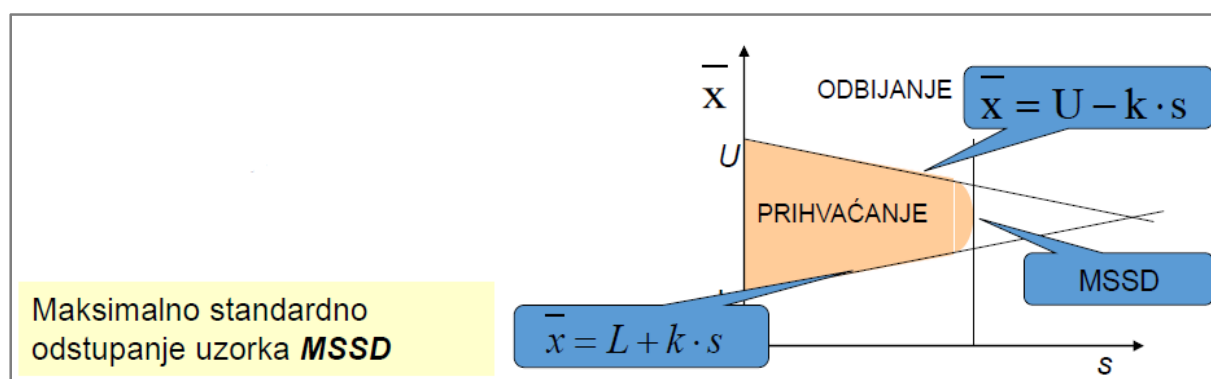
$Q_L < k$ – uzorak se ne prihvaća.



Slika 12. Zadana samo donja granica dopuštenog odstupanja [2]

4.6.2. Kriterij prihvaćanja za dvostruke povezane granice dopuštenih odstupanja

Za plan uzorkovanja sukladno s -metodi za dvostruke povezane granice dopuštenih odstupanja, norma pruža mogućnost grafičkog određivanja prihvatljivosti svih veličina uzoraka osim za uzorke veličine 3 i 4. Ako vrijednost standardne devijacije s premašuje vrijednost maksimalnog standardnog odstupanja uzorka *MSSD* (eng. *Maximum sample standard deviation*) očitano iz odgovarajuće tablice daljnje računanje nije potrebno te se uzorci odmah proglašavaju neprihvatljivima [Slika 13].



Slika 13. Dvostruke povezane granice: grafičko rješenje [2]

4.6.2.1. Kontrola sa dvostrukim granicama za veličinu uzorka 3

Kada je uzorak veličine 3, nakon računanja aritmetičke sredine uzorka \bar{x} i standardnog odstupanja s potrebno je pronaći vrijednost koeficijenta f_s iz odgovarajuće tablice. Zatim, izračunati vrijednost maksimalnog standardnog odstupanja uzorka *MSSD* iz jednadžbe

$$MSSD = s_{\max} = (U - L)f_s \quad (9)$$

te usporediti vrijednosti s i $MSSD$. Ako je vrijednost s veća od $MSSD$ uzorak se odmah odbija. Ako je vrijednost s manja od $MSSD$ izračunati vrijednosti $Q_U = (U - \bar{x})/s$ i $Q_L = (\bar{x} - L)/s$. Pomnožiti vrijednosti Q_U i Q_L sa $\sqrt{3}/2$ te iz odgovarajuće tablice odrediti procijenjene vrijednosti udjela nesukladnih jedinica u procesu \hat{p}_U i \hat{p}_L .

Vrijednosti \hat{p}_U i \hat{p}_L koriste se za računanje \hat{p} procijene ukupnog udjela nesukladnih u procesu prema jednadžbi:

$$\hat{p} = \hat{p}_U + \hat{p}_L \quad (10)$$

Ako vrijednost \hat{p} ne premašuje maksimalnu dopuštenu vrijednost p^* , uzorak se prihvaća, u suprotnom uzorak se ne prihvaća.

4.6.2.2. Kontrola sa dvostrukim granicama za veličinu uzorka 4

Kada je uzorak veličine 4, nakon računanja aritmetičke sredine uzorka \bar{x} i standardnog odstupanja s potrebno je pronaći vrijednost koeficijenta f_s . Potrebno je izračunata vrijednost maksimalnog standardnog odstupanja uzorka $MSSD$ iz jednadžbe (9), potom usporediti vrijednosti s i $MSSD$. Ako je vrijednost s veća od $MSSD$ uzorak se odmah odbija.

Ako je vrijednost s manja od $MSSD$ izračunati vrijednosti $Q_U = (U - \bar{x})/s$ i $Q_L = (\bar{x} - L)/s$. Potom je potrebno izračunati \hat{p}_U i \hat{p}_L :

$$\hat{p}_U = \begin{cases} 1 & Q_U \leq -1,5 \\ 0,5 - Q_U/3 & -1,5 < Q_U < 1,5 \\ 0 & Q_U \geq 1,5 \end{cases} \quad (11)$$

$$\hat{p}_L = \begin{cases} 1 & Q_L \leq -1,5 \\ 0,5 - Q_L/3 & -1,5 < Q_L < 1,5 \\ 0 & Q_L \geq 1,5 \end{cases} \quad (12)$$

Vrijednosti \hat{p}_U i \hat{p}_L koriste se za računanje \hat{p} procijene ukupnog udjela nesukladnih u procesu prema jednadžbi (10).

Ako vrijednost \hat{p} ne premašuje maksimalnu dopuštenu vrijednost p^* , uzorak se prihvaća u suprotnom uzorak se ne prihvaća.

4.6.2.3. Kontrola sa dvostrukim granicama za veličinu uzorka većeg od 4

Nakon računanja aritmetičke sredine uzorka \bar{x} i standardnog odstupanja s potrebno je pronaći vrijednost koeficijenta f_s iz odgovarajuće tablice. Izračunati vrijednost maksimalnog standardnog odstupanja uzorka $MSSD$ iz jednadžbe (9) potom usporediti vrijednosti s i $MSSD$. Ako je vrijednost s veća od $MSSD$ uzorak se odmah odbija.

Ukoliko je vrijednost s manja od $MSSD$ potrebno je iz norme pronaći odgovarajući dijagram s-D do s-R norme prema veličini uzorka i kodnom slovu, potom izabrati odgovarajuću krivulju prihvatanja sa vrijednošću AQL -a definiranim za obje granice.

Potrebno je izračunati vrijednosti:

$$s/(U - L) \quad (13)$$

$$(\bar{x} - L)/(U - L) \quad (14)$$

potom pronaći odgovarajuću točku na dijagramu koja odgovara izračunatim vrijednostima. Ako pronađena točka na dijagramu se nalazi unutar krivulje prihvatanja uzorak se prihvata, a ako se nalazi izvan krivulje uzorak se ne prihvata.

4.7. σ -metoda

σ -metoda može se koristiti samo u slučaju kada postoji valjan dokaz da je standardno odstupanje procesa σ poznate vrijednosti i konstantno.

Procedura kod σ -metode se odvija tako da se odabere kodno slovo s obzirom na veličinu serije i razinu kontrole. Ovisno o režimu kontrole, iz odgovarajuće tablice, prema kodnom slovu i vrijednosti AQL -a odabere se veličina uzorka n i konstanta prihvatanja k .

Nakon toga potrebno je provjeriti kriterij prihvatanja na temelju granica dopuštenih odstupanja.

4.7.1. Kriterij prihvatanja za jednostruke granice dopuštenih odstupanja

Procedura kojom se prihvaćaju ili odbijaju uzorci slična je navedenoj kod s -metode.

Izračunata vrijednost s zamjeni se sa σ , poznatim standardnim odstupanjem procesa. Nakon toga, usporedi se izračunata vrijednost statističke kvalitete Q sa konstantom prihvatanja k , iščitanom iz tablice norme.

Potrebno je napomenuti da na primjer, kriterij prihvatanja:

$$Q_U [= (U - \bar{x})/\sigma] \geq k \quad (15)$$

može se također pisati i kao

$$\bar{x} \leq U - k\sigma \quad (16)$$

S obzirom da su vrijednosti U , k i σ unaprijed poznate, vrijednost kriterija

$$\bar{x}_U [= U - k\sigma] \quad (17)$$

$$\bar{x}_L [= L + k\sigma] \quad (18)$$

treba se odrediti prije no što kontrola započne.

Za definiranu gornju granicu dopuštenog odstupanja uzorak će se

prihvatiti, ako je $\bar{x} \leq \bar{x}_U [= U - k\sigma]$

ili

obiti, ako je $\bar{x} > \bar{x}_U [= U - k\sigma]$.

Slično navedenome, za definiranu donju granicu dopuštenog odstupanja, uzorak će se

prihvatiti, ako je $\bar{x} \geq \bar{x}_L [= L + k\sigma]$

ili

odbiti, ako je $\bar{x} < \bar{x}_L [= L + k\sigma]$.

4.7.2. Kriterij prihvaćanja za dvostruke povezane granice dopuštenih odstupanja

Kod kontrole sa dvostrukim povezanim granicama može se koristiti slijedeća procedura:

- a) Prije uzorkovanja, sa zadanom vrijednosti AQL -a odrediti vrijednost faktora f_σ .
- b) Izračunati maksimalno standardno odstupanje procesa $MPSD$ (eng. *Maximum process standard deviation*) iz formule:

$$MPSD = \sigma_{\max} = (U - L)f_\sigma \quad (19)$$

- c) Usporediti vrijednost standardnog odstupanja procesa σ sa σ_{\max} . Ako je vrijednost σ veća od σ_{\max} proces se smatra neprihvatljivim i nema smisla provoditi uzorkovanja sve dok se rasipanje procesa u propisanoj mjeri ne smanji.
- d) Ako je σ manja od σ_{\max} tada se odredi kodno slovo iz odgovarajuće tablice norme.
- e) Nakon toga na temelju kodnog slova i režima kontrole (normalni, pooštreni, smanjeni) odredi se veličina uzorka n i konstanta prihvatanja k .
- f) Izračunati gornju granicu \bar{x}_U prema jednadžbi (17) i donju granicu \bar{x}_L prema jednadžbi (18).
- g) Odabrati slučajni uzorak veličine n i izračunati aritmetičku sredinu uzorka \bar{x} . Ako je $\bar{x}_L \leq \bar{x} \leq \bar{x}_U$ serija se prihvaća,
a ako je $\bar{x} < \bar{x}_L$ ili $\bar{x} > \bar{x}_U$ serija se ne prihvaća.

4.8. Režimi kontrole

Prema normi, postoje tri režima kontrole: normalni režim, pooštreni režim i smanjeni režim kontrole.

Normalni režim kontrole koristi se na početku kontrole (ako drugačije nije određeno). Koristi se sve pooštreni režim kontrole dok ne bude nužan ili smanjeni režim kontrole dopušten. Pooštreni režim kontrole potrebno je koristiti kada 2 serije od mogućih 5 ili manje ne budu prihvaćene pod normalnim režimom kontrole. Pooštreni režim postiže se povećavanjem vrijednosti konstante prihvatanja k .

Prijelaz sa pooštrenog režima kontrole na normalni režim može se učiniti kada 5 uzastopnih serija biva prihvaćeno pod pooštrenim režimom kontrole.

Smanjeni režim kontrole očituje se manjom veličinom uzorka u usporedbi sa normalnim režimom kontrole te konstanta prihvatanja također smanjena.

Smanjeni režim se uvesti nakon što se 10 uzastopnih serija prihvati pod normalnim režimom kontrole. Također, proizvodnja mora biti pod kontrolom i smanjeni režim mora biti odobren od strane ocjenjivača.

Prijelaz sa smanjenog režima kontrole na normalni režim kontrole potreban je kada:

- serija nije prihvaćena,
- proizvodnja nije pod kontrolom, ili
- drugi uvjeti upozoravaju na potrebu prijelaza.

Prekid kontrole kada se 5 uzastopnih serija ne prihvati pri pooštrenom režimu kontrole. Kontrola se može ponovno provoditi kada je dobavljač poboljšao kvalitetu koju mora biti odobrena od strane ocjenjivača.

Pojednostavljena shema prijelaza između režima kontrole jednaka kao kod planova uzorkovanja za attribute [Slika 8].

5. PROVEDBA PLANOVA UZORKOVANJA

U ovom poglavlju prikazani su planovi uzorkovanja za attribute i varijable. Na konkretnim primjerima prikazane su krivulje planova uzorkovanja, izračunate vrijednosti prihvatanja i odbijanja te rizici kupca i proizvođača.

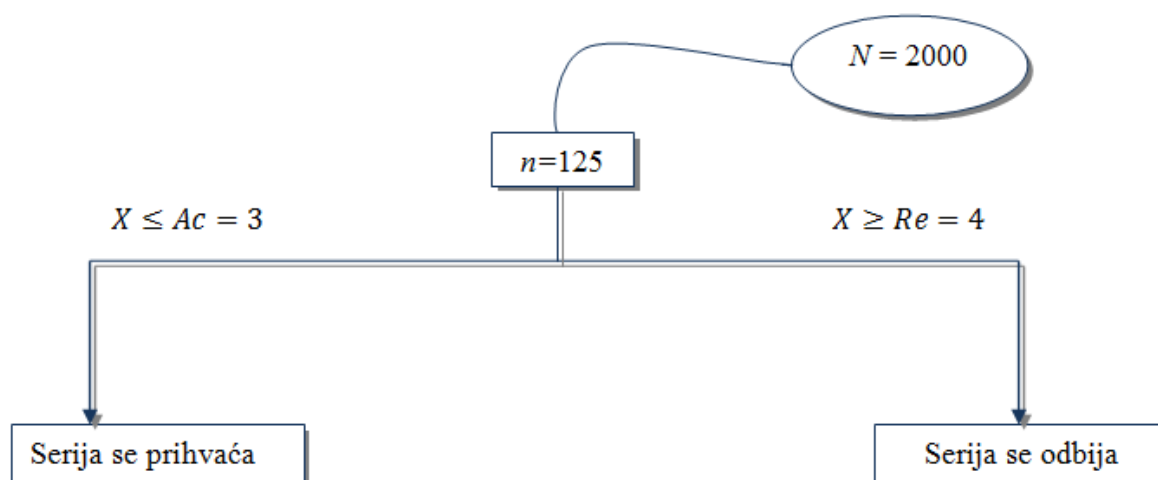
5.1. Atributi

5.1.1. Jednostruki plan uzorkovanja za attribute

Koristeći jednostruki plan uzorkovanja provedeno je uzorkovanje serije od 2000 jedinica ($N = 2000$) prihvatljive razine kvalitete AQL od 1 % prema režimu normalne kontrole, pooštrene i smanjene kontrole.

5.1.1.1. Normalni režim kontrole

Kako prikazuje tablica 2 za uobičajenu razinu kontrole II prema veličini serije od 2000 komada odgovara kodno slovo K. Za kodno slovo K i vrijednost AQL -a 1 % odgovara veličina uzorka $n = 125$ te brojevi za prihvatanje i odbijanje $Ac = 3$ i $Re = 4$ [Tablica 13]. Uzorkovanje se provodi prema shemi uzorkovanja [Slika 14].



Slika 14. Shema jednostrukog uzorkovanja $N = 2000$, normalni režim

Planovi uzorkovanja za attribute temelje se na binomnom i Poissonovoj razdiobi. Rekurzivna formula binomne razdiobe, odnosno jednačba kojom se računa vjerojatnost prihvatanja pojedinačnih elemenata glasi:

$$P(x) = \frac{n-x+1}{x} \cdot \frac{p}{q} \cdot P(x-1) \quad (20)$$

Gdje je:

x – broj nesukladnih jedinica

n – veličina serije

p – udio nesukladnih jedinica (jednak AQL-u)

q – vrijednost $1-p$

Vjerojatnost prihvatanja serije za konkretan primjer računa se prema izrazu:

$$Pa = P(x = 0) + P(x = 1) + P(x = 2) + P(x = 3)$$

U konkretnom primjeru veličina uzorka je 125 ($n = 125$) i vrijednost AQL-a iznosi 1 % ($p = 0,01$) te vjerojatnost prihvatanja iznosi:

$$P(x = 0) = q^n = 0,99^{125} = 0,2847$$

$$P(x = 1) = \frac{125 - 1 + 1}{1} \cdot \frac{0,01}{0,99} \cdot P(x = 0) = 0,3595$$

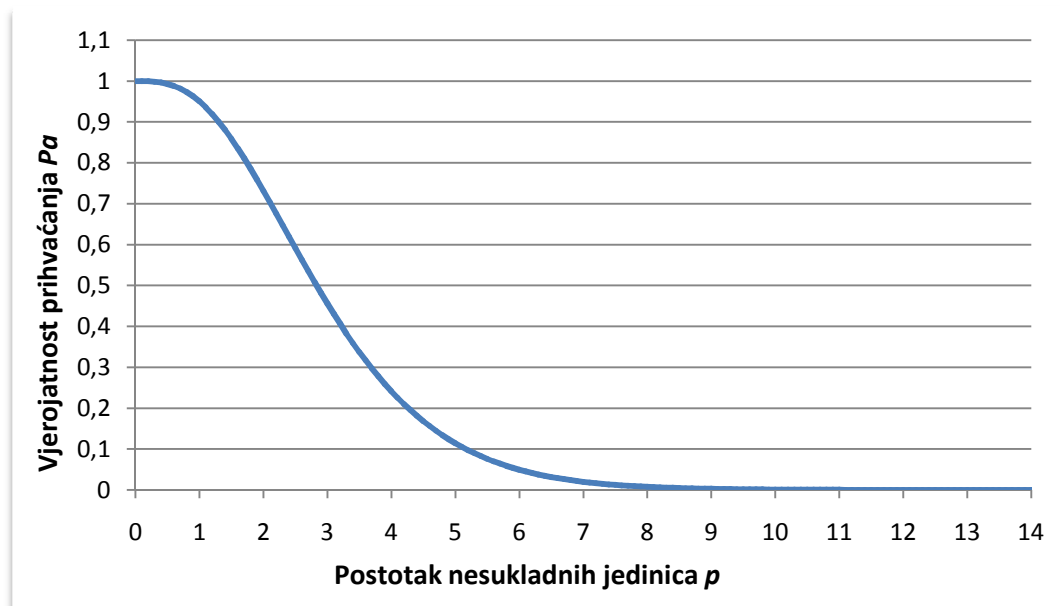
$$P(x = 2) = \frac{125 - 2 + 1}{2} \cdot \frac{0,01}{0,99} \cdot P(x = 1) = 0,2251$$

$$P(x = 3) = \frac{125 - 3 + 1}{3} \cdot \frac{0,01}{0,99} \cdot P(x = 2) = 0,09322$$

Vjerojatnost da će se u uzorku naći 3 ili manje nesukladnih jedinica, odnosno da će serija prihvatiti iznosi:

$$Pa = 0,2847 + 0,3595 + 0,2251 + 0,09322 = 0,9625 = 96,25 \%$$

Slika 15 prikazuje operativnu krivulju za dani primjer jednostrukog uzorkovanja.



Slika 15. Operativna krivulja, jednostruki plan, normalni režim kontrole

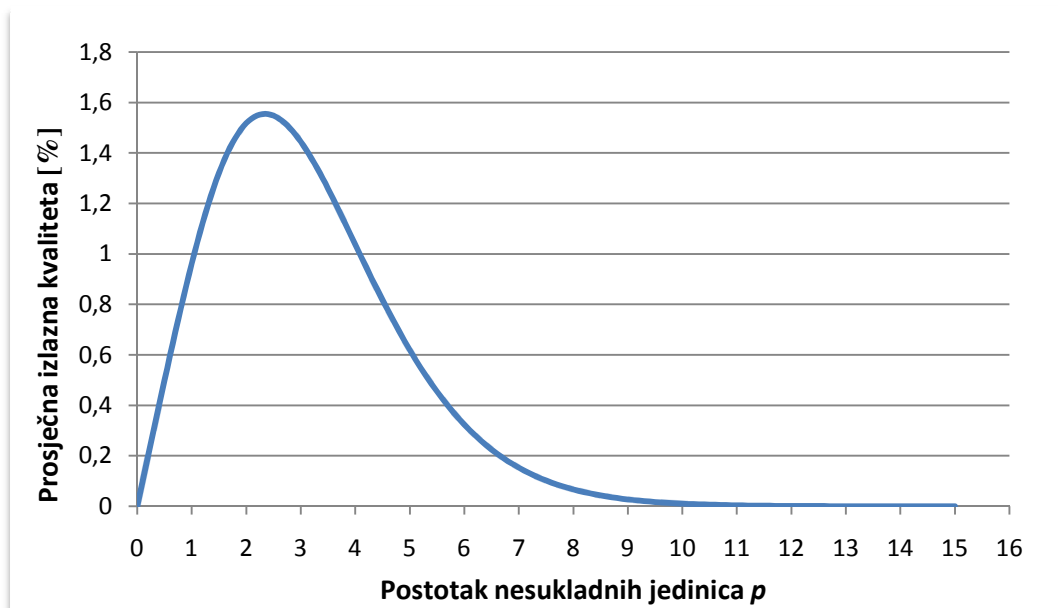
Rizik dobavljača (α -rizik) odnosno vjerojatnost da će dobra isporuka proizvođača biti odbijena iznosi:

$$\alpha\text{-rizik} = 1 - P_a = 0,0375 = 3,75 \%$$

Rizik kupca (β -rizik) je vjerojatnost da će kupac prihvatiti isporuku značajno lošije kvalitete od dogovorene. Rizik kupca za ovaj plan uzorkovanja za udio nesukladnih jedinica $p = 5\%$ iznosi:

$$\beta\text{-rizik} = 0,1238 = 12,38 \%$$

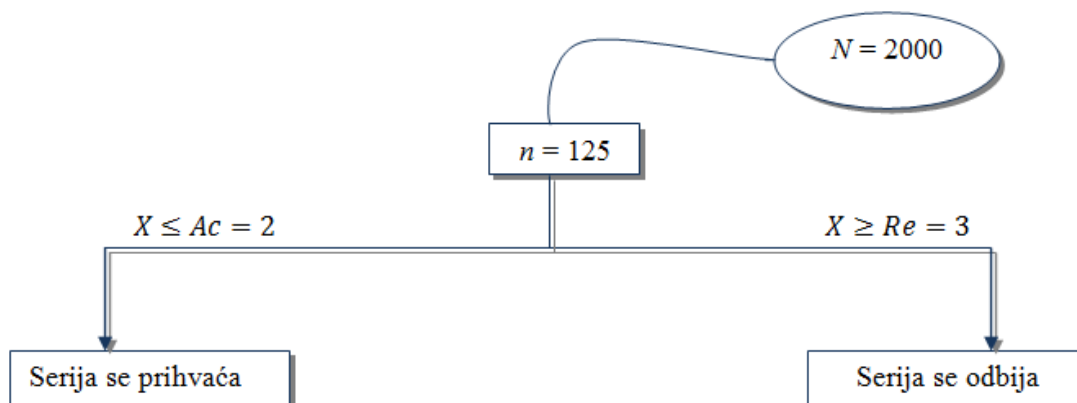
Vrijednost prosječne izlazne kvalitete (AOQ) pokazuje prosječan udio škarta na ulaznom skladištu. Kod ovog ispitivanja vrijednost prosječne izlazne kvalitete za $AQL = 1 \%$ iznosi 0,96 % [Slika 16].



Slika 16. AOQ, jednostruki plan, normalni režim kontrole

5.1.1.2. Pooštreni režim kontrole

Plan uzorkovanja za pooštreni režim ima identičan prvi korak pri odabiru kodnog slova zbog identične veličine serije. Za kodno slovo K veličina uzorka je $n = 125$ [Tablica 14]. Prema navedenoj tablici odabrani su brojevi za prihvaćanje odnosno odbijanje, $Ac = 2$ i $Re = 3$. Uzorkovanje je prikazano shemom [Slika 17].



Slika 17. Shema jednostrukog uzorkovanja $N = 2000$, pooštren režim

Vjerojatnost prihvaćanja serije za pooštren režim kontrole:

$$P_a = P(x = 0) + P(x = 1) + P(x = 2)$$

Vjerojatnosti prihvaćanja pojedinačnih elemenata iznose:

$$P(x = 0) = 0,2847$$

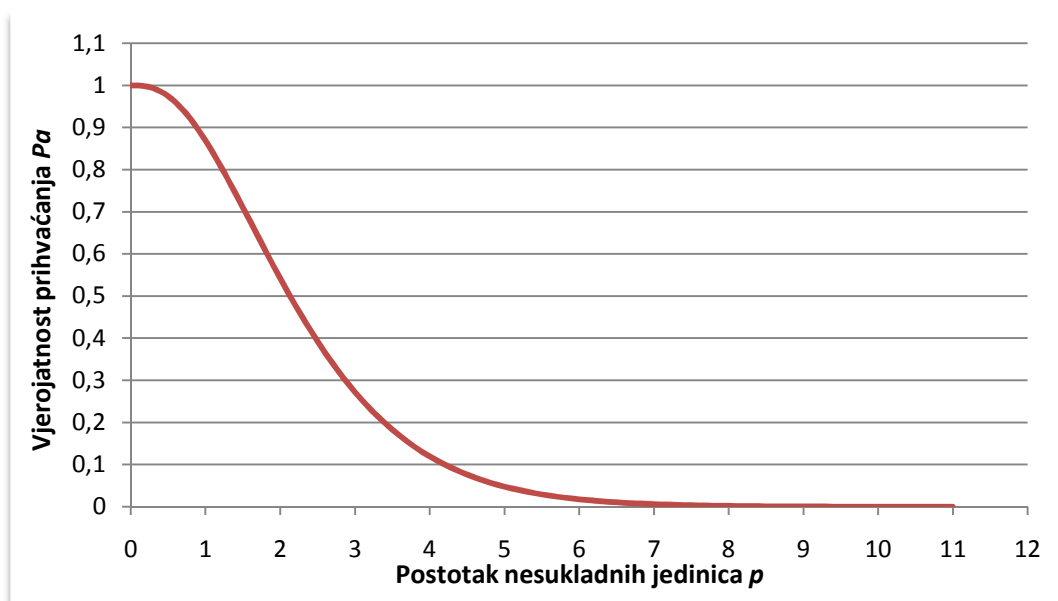
$$P(x = 1) = 0,3595$$

$$P(x = 2) = 0,2251$$

Vjerojatnost da će se u uzorku naći 2 ili manje nesukladnih jedinica, odnosno da će serija prihvatiti prema pooštrenom režimu kontrole iznosi:

$$Pa = 0,2847 + 0,3595 + 0,2251 = 0,8693 = 86,93 \%$$

Slika 18 prikazuje operativnu krivulju za primjer pooštrenog režima kontrole.



Slika 18. Operativna krivulja, jednostruko uzorkovanje, pooštreni režim kontrole

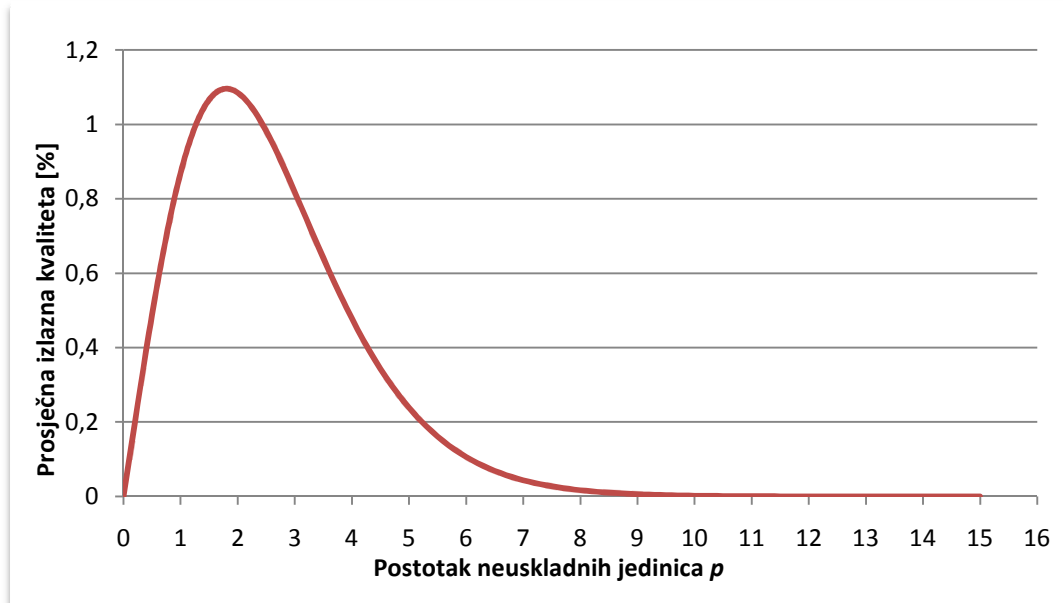
Rizik dobavljača (α -rizik) odnosno vjerojatnost da će dobra isporuka proizvođača biti odbijena iznosi:

$$\alpha\text{-rizik} = 1 - Pa = 0,1307 = 13,07 \%$$

Rizik kupca za ovaj plan uzorkovanja za udio nesukladnih jedinica $p = 5 \%$ iznosi:

$$\beta\text{-rizik} = 0,0477 = 4,77 \%$$

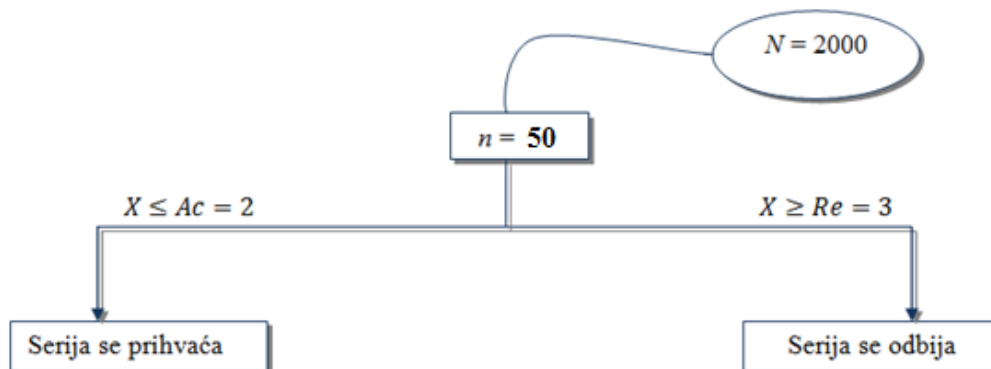
Slika 19 prikazuje krivulju prosječne izlazne kvalitete za režim pooštrene kontrole.



Slika 19. AOQ, jednostruko uzorkovanje, pooštreni režim kontrole

5.1.1.3. Smanjeni režim kontrole

Za kodno slovo K i vrijednost AQL-a 1 % za smanjeni režim kontrole odgovara veličina uzorka 50. Brojevi za prihvatanje i odbijanje iznose $Ac = 2$ i $Re = 3$ [Tablica 15]. Uzorkovanje se provodi prema shemi [Slika 20].



Slika 20. Shema jednostrukog uzorkovanja $N = 2000$, smanjeni režim

Vjerojatnost prihvatanja serije za smanjen režim kontrole:

$$P_a = P(x = 0) + P(x = 1) + P(x = 2)$$

Vjerojatnosti prihvatanja pojedinačnih elemenata iznose:

$$P(x = 0) = 0,6050$$

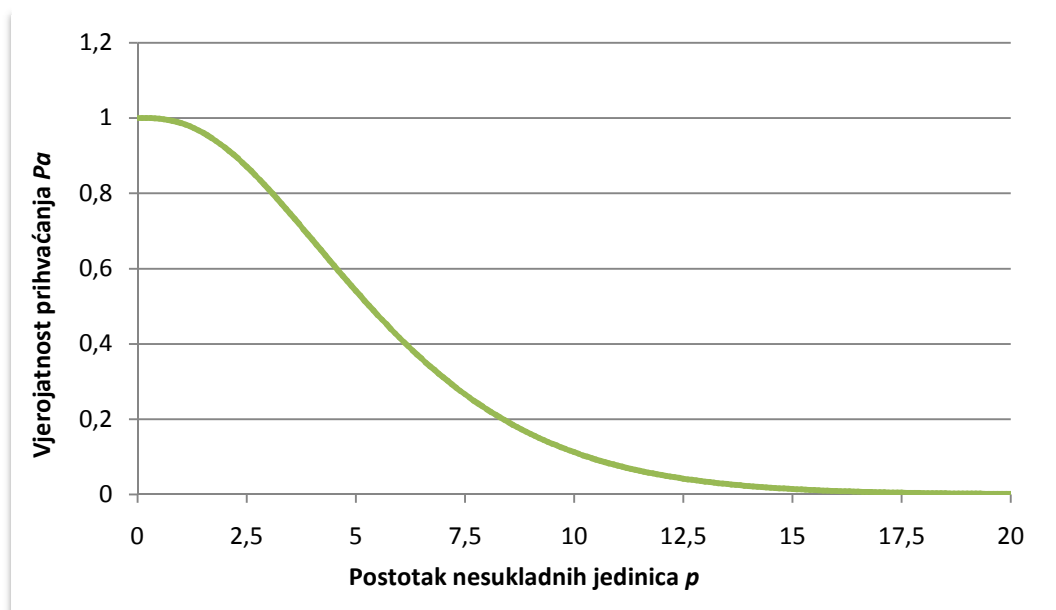
$$P(x = 1) = 0,3056$$

$$P(x = 2) = 0,0756$$

Vjerojatnost da će se serija prihvatiti prema smanjenom režimu kontrole iznosi

$$P_a = 0,9862 = 98,62 \%$$

Operativna krivulja smanjenog režima kontrole prikazana je na slici 21.



Slika 21. Operativna krivulja, jednostruko uzorkovanje, smanjeni režim kontrole

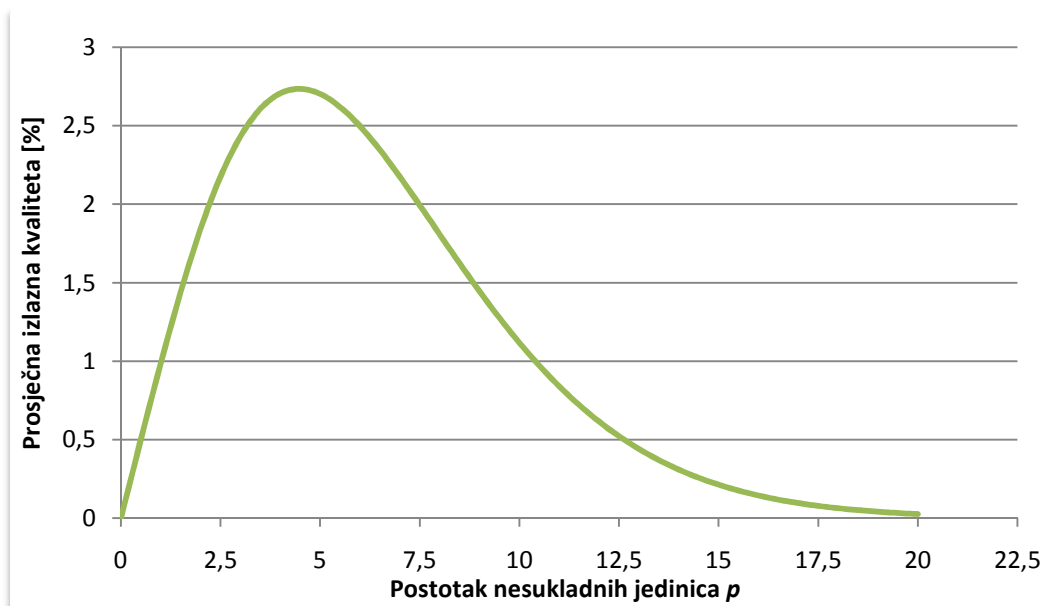
Rizik dobavljača odnosno vjerojatnost da će dobra isporuka proizvođača biti odbijena iznosi:

$$\alpha\text{-rizik} = 1 - P_a = 0,0138 = 1,38 \%$$

Rizik kupca za ovaj plan uzorkovanja za udio nesukladnih jedinica $p = 5 \%$ iznosi:

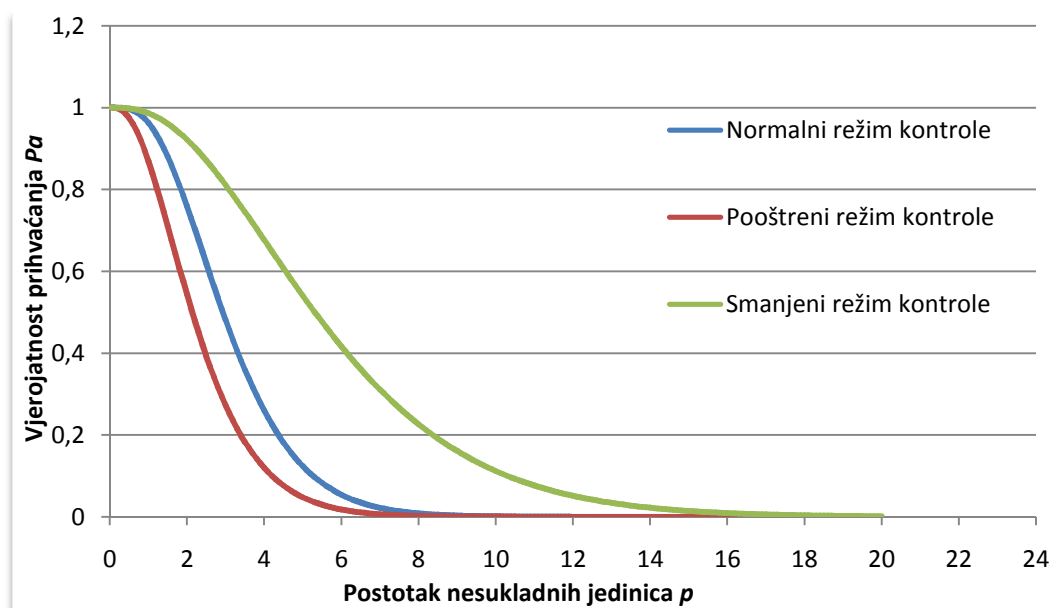
$$\beta\text{-rizik} = 0,5405 = 54,05 \%$$

Slika 22 prikazuje krivulju prosječne izlazne kvalitete.

Slika 22. AOQ, $N = 2000$, smanjeni režim kontrole

5.1.1.4. Analiza jednostrukih planova za atribut

Proveden je primjer jednostrukog plana uzorkovanja za atribut veličine serije $N = 2000$ za prihvatljivu razinu kvalitete $AQL = 1\%$, kroz sva tri režima kontrole. Kod normalnog i pooštrenog režima kontrole veličina uzorka iznosila je 125 jedinica dok je kod smanjenog iznosila 50 jedinica. Operativna krivulja smanjenog režima kontrole pokazuje najveće vjerojatnosti prihvaćanja za sve udjele nesukladnih jedinica [Slika 23].



Slika 23. Operativne krivulje, jednostruko uzorkovanje, tri režima kontrole

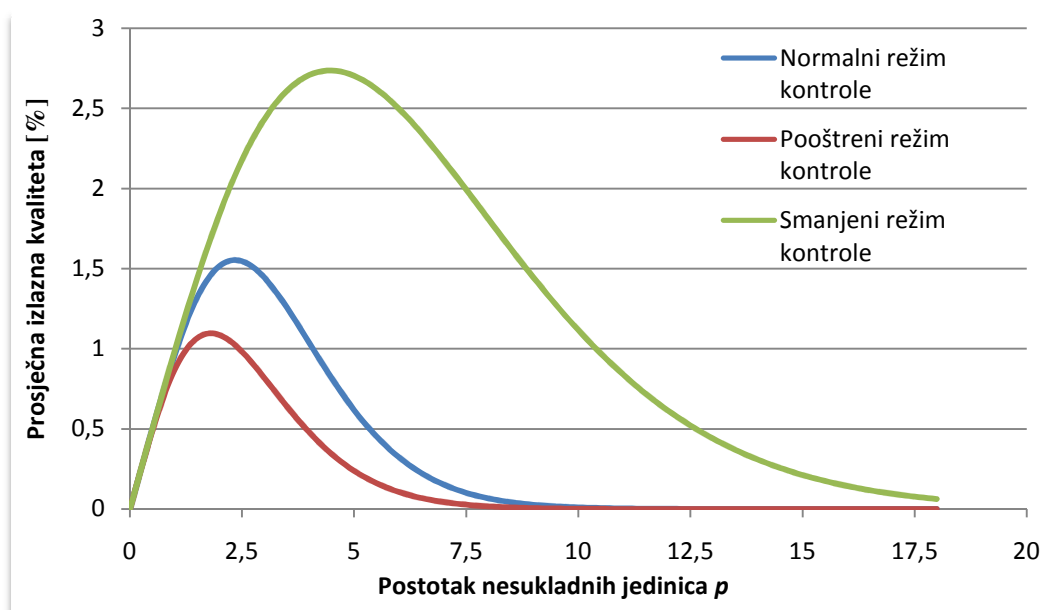
Također, vidljivo je da pooštreni režim pokazuje najmanje vjerojatnosti prihvaćanja kod svih udjela nesukladnih jedinica. Tako je vjerojatnost prihvaćanja P_a za udio nesukladnih jedinica p od 1 % kod smanjenog režima 98,62 %, normalnog 96,25 % te pooštrenog 86,93 %. Dok je za postotak nesukladnih jedinica p od 4 % vjerojatnost prihvaćanja za smanjeni režim 67,67 %, normalni režim 25,93 % te pooštreni režim 11,96 %.

Rizik dobavljača povećava se sa pooštavanjem režima [Tablica 3]. Kod smanjenog režima kontrole rizik dobavljača iznosi 1,38 % dok je kod pooštrenog režima ima najveću vrijednost 13,07 %. Rizik kupca da prihvati isporuku značajno lošije kvalitete povećana je kod smanjenog režima dok kod pooštrenog režima ima značajno manju vrijednost. Rizik kupca kod pooštrenog režima iznosi manje od 5 % dok za isti postotak nesukladnih jedinica kod smanjenog režima iznosi preko 50 %.

Tablica 3. Rizici jednostrukog uzorkovanja za atribute

	Smanjena kontrola	Normalna kontrola	Pooštrena kontrola
α -rizik	1,38 %	3,75 %	13,07 %
β -rizik	54,05 %	12,38 %	4,77 %

Krivulja prosječne izlazne kvalitete pokazuje kako je najveći postotak škarta koji dolazi na ulazno skladište kod smanjene kontrole, dok je kod pooštrene kontrole najmanji [Slika 24].



Slika 24. AOQ, jednostruko uzorkovanje, tri režima kontrole

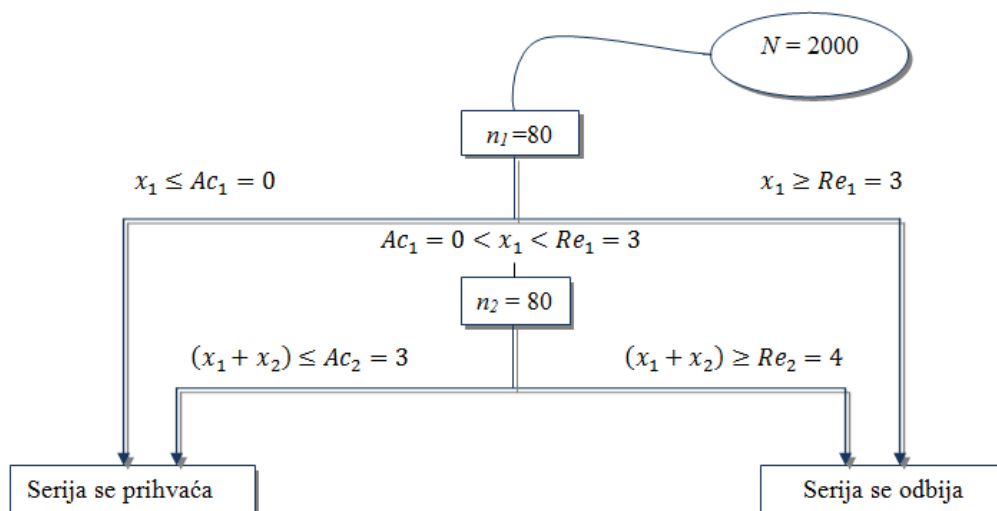
Vidljivo je da je granična vrijednost prosječne izlazne kvalitete kod pooštrenog režima kontrole najmanja ($AOQL = 1,095 \%$, $p = 1,8 \%$) dok je kod smanjenog režima kontrole najveća ($AOQL = 2,74 \%$, $p = 4,5 \%$). Granična vrijednost prosječne izlazne kvalitete uvijek je veća (više nesukladnih) od prihvatljive razine kvalitete. Stoga se često u ugovorima između kupca i proizvođača razina kvalitete dogovara upravo preko granične vrijednosti prosječne izlazne kvalitete ($AOQL$). Takvim ugovorom daje se povjerenje proizvođaču da prosječna prihvaćena kvaliteta "na duge staze" neće biti gora od zahtijevane $AOQL$ vrijednosti [2].

5.1.2. Dvostruki plan uzorkovanja za atribute

Koristeći dvostruki plan uzorkovanja provedeno je uzorkovanje serije od 2000 jedinica ($N = 2000$) prihvatljive razine kvalitete AQL od $0,65 \%$ prema režimu normalne kontrole, pooštrene i smanjene kontrole.

5.1.2.1. Normalni režim kontrole

Za uobičajenu razinu kontrole II prema veličini serije od 2000 komada odgovara kodno slovo K [Tablica 16]. Za kodno slovo K i vrijednost AQL -a $0,65 \%$ odgovara veličina prvog uzorka $n_1 = 80$ te brojevi za prihvaćanje i odbijanje prvog uzorka $Ac_1 = 0$ i $Re_1 = 3$ [Tablica 16]. Veličina drugog uzorka je $n_2 = 80$ te brojevi za prihvaćanje i odbijanje $Ac_2 = 3$ i $Re_2 = 4$. Uzorkovanje je prikazanom shemom [Slika 25].



Slika 25. Shema dvostrukog uzorkovanja $N = 2000$, normalni režim

Vjerojatnost prihvaćanja serije nakon dva uzorkovanja za konkretan primjer računa se prema izrazu:

$$Pa = P(x = 0) + P(x = 1) \times [P(x = 0) + P(x = 1) + P(x = 2)] + P(x = 2) \times [P(x = 0) + P(x = 1)]$$

Vjerojatnost da će se naći 3 ili manje nesukladnih jedinica (kumulativno) nakon dva uzorkovanja, odnosno da će serija prihvatiti nakon dva uzorkovanja iznosi:

$$Pa = 0,9719 = 97,19 \%$$

Rizik dobavljača odnosno vjerojatnost da će dobra isporuka proizvođača biti odbijena iznosi:

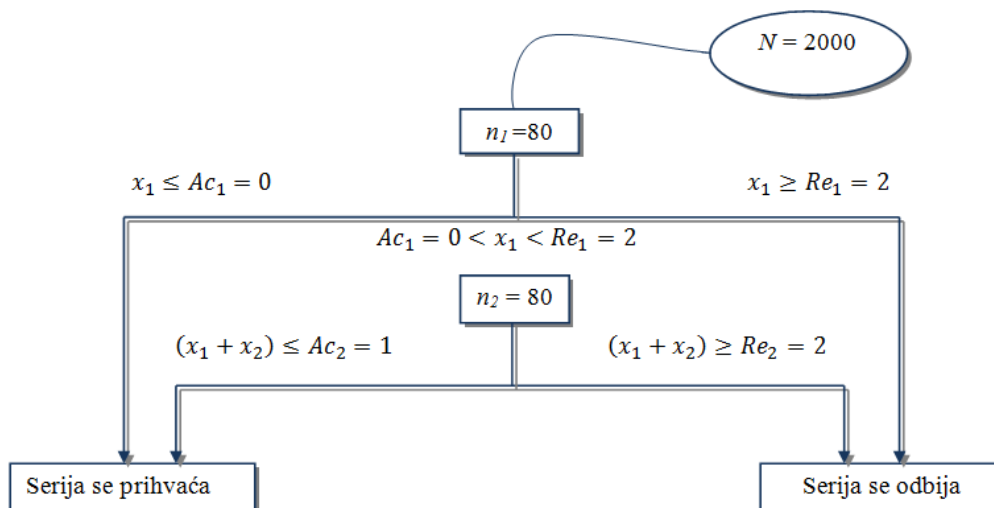
$$\alpha\text{-rizik} = 1 - Pa = 0,0281 = 2,81 \%$$

Rizik kupca za ovaj plan dvostrukog uzorkovanja za udio nesukladnih jedinica $p = 5 \%$ iznosi:

$$\beta\text{-rizik} = 0,04493 = 4,49 \%$$

5.1.2.2. Pooštreni režim kontrole

Za kodno slovo K i vrijednost AQL -a $0,65 \%$ za pooštrenu kontrolu kod dvostrukog uzorkovanja odgovara veličina prvog uzorka $n_1 = 80$, brojevi za prihvaćanje i odbijanje prvog uzorka $Ac_1 = 0$ i $Re_1 = 2$ [Tablica 17]. Veličina drugog uzorka je $n_2 = 80$ te brojevi za prihvaćanje i odbijanje $Ac_2 = 1$ i $Re_2 = 2$. Uzorkovanje je prikazanom shemom [Slika 26].



Slika 26. Shema dvostrukog uzorkovanja $N = 2000$, pooštreni režim

Vjerojatnost prihvaćanja serije nakon dva uzorkovanja za pooštreni režim računa se prema izrazu:

$$Pa = P(x = 0) + P(x = 1) \times P(x = 0)$$

Vjerojatnost da će se naći 1 nesukladna jedinica ili niti jedna (kumulativno) nakon dva uzorkovanja, odnosno da će serija prihvatiti nakon dva uzorkovanja iznosi:

$$Pa = 0,7779 = 77,79 \%$$

Rizik dobavljača odnosno vjerojatnost da će dobra isporuka proizvođača biti odbijena iznosi:

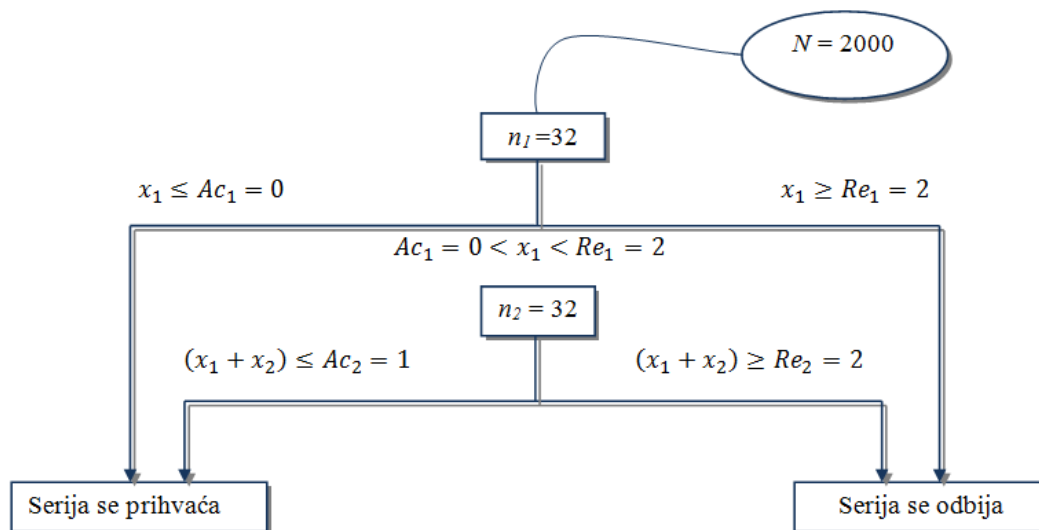
$$\alpha\text{-rizik} = 1 - Pa = 0,2221 = 22,21 \%$$

Rizik kupca za ovaj plan dvostrukog uzorkovanja za udio nesukladnih jedinica $p = 5 \%$ iznosi:

$$\beta\text{-rizik} = 0,01766 = 1,77 \%$$

5.1.2.3. Smanjeni režim kontrole

Za kodno slovo K i vrijednost AQL-a 0,65 % za smanjenu kontrolu kod dvostrukog uzorkovanja odgovara veličina prvog uzorka $n_1 = 32$, brojevi za prihvaćanje i odbijanje prvog uzorka $Ac_1 = 0$ i $Re_1 = 2$ [Tablica 18]. Veličina drugog uzorka je $n_2 = 32$ te brojevi za prihvaćanje i odbijanje $Ac_2 = 1$ i $Re_2 = 2$. Uzorkovanje je prikazanom shemom [Slika 27].



Slika 27. Shema dvostrukog uzorkovanja $N = 2000$, smanjeni režim

Vjerojatnost prihvaćanja serije nakon dva uzorkovanja za smanjeni režim računa se prema izrazu:

$$Pa = P(x = 0) + P(x = 1) \times P(x = 0)$$

Vjerojatnost da će se naći 1 nesukladna jedinica ili niti jedna (kumulativno) nakon dva uzorkovanja, odnosno da će serija prihvatiti nakon dva uzorkovanja iznosi:

$$Pa = 0,94958 = 94,96 \%$$

Rizik dobavljača odnosno vjerojatnost da će dobra isporuka proizvođača biti odbijena iznosi:

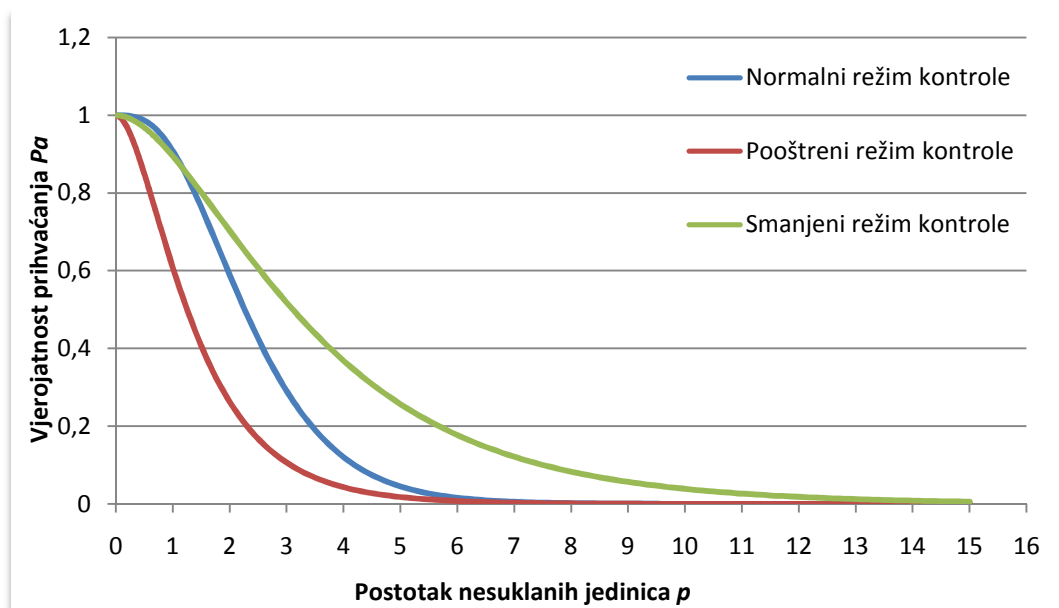
$$\alpha\text{-rizik} = 1 - Pa = 0,05042 = 5,04 \%$$

Rizik kupca za ovaj plan dvostrukog uzorkovanja za udio nesukladnih jedinica $p = 5 \%$ iznosi:

$$\beta\text{-rizik} = 0,25691 = 25,69 \%$$

5.1.2.4. Analiza dvostrukih planova za attribute

Proveden je primjer dvostrukog plana uzorkovanja za attribute veličine serije $N = 2000$ za prihvatljivu razinu kvalitete $AQL = 0,65 \%$ kroz sva tri režima kontrole. Operativna krivulja pooštrenog režima kontrole pokazuje najmanje vjerojatnosti prihvatanja za sve udjele nesukladnih jedinica [Slika 28].

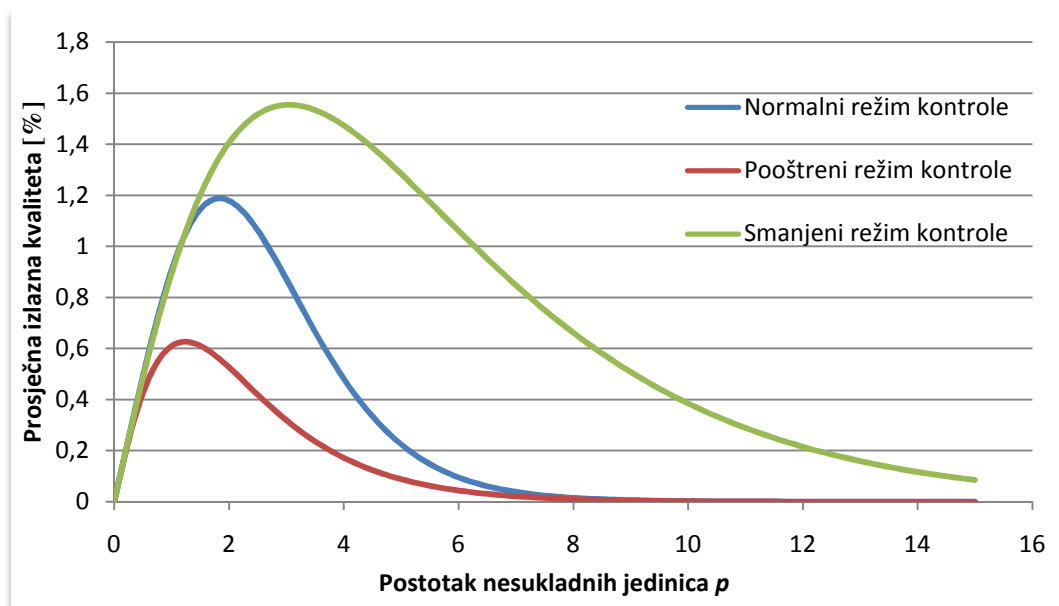


Slika 28. Operativne krivulje, dvostruko uzorkovanje, tri režima kontrole

Vjerojatnost prihvatanja serije nakon dvostrukog uzorkovanja za pooštreni režim, kao i kod jednostrukog uzorkovanja ima najmanju vrijednost. Kod navedenog primjera dvostrukog uzorkovanja, za postotak nesukladnih jedinica jednak AQL -u, vjerojatnost prihvatanja serije prema normalnom režimu je veća u usporedbi sa smanjenim režimom kontrole [Slika 28].

Rizik dobavljača najveći je kod pooštrenog režima. Rizik kupca najveći je kod smanjenog režima, za udio nesukladnih $p = 5\%$ i iznosi 25,69 %.

Vrijednost prosječne izlazne kvalitete za smanjeni režim kontrole postiže maksimalnu vrijednost 1,55 % kod udjela nesukladnih jedinica $p = 3,1\%$ [Slika 29].



Slika 29. AOQ, dvostruko uzorkovanje, tri režima kontrole

5.2. Varijable

Proveden je plan uzorkovanja za varijable prema s -metodi sa dvostrukim granicama norme HRN ISO 3951-1:2016.

5.2.1. Normalni režim kontrole

Za veličinu serije $N = 300$ i razine kontrole II odabrano je kodno slovo H [Tablica 2]. Prema kodnom slovu i prihvatljivoj razini kvalitete $AQL = 1\%$ odabrana je veličina uzorka $n = 24$ i koeficijent prihvaćanja $k = 1,862$ za normalni režim kontrole [Tablica 19]. Gornja granica dopuštenog odstupanja iznosi $U = 68,30$, a donja granica dopuštenog odstupanja $L = 65,30$. Iz osnovnog skupa odabrani su elementi uzorka [Tablica 4].

Tablica 4. Vrijednosti uzoraka za normalni režim kontrole

Broj uzorka	Vrijednost
1.	66,04

2.	66,75
3.	67,45
4.	66,33
5.	68,01
6.	67,03
7.	66,43
8.	67,22
9.	66,27
10.	65,75
11.	67,25
12.	66,97
13.	67,01
14.	67,82
15.	65,98
16.	67,35
17.	66,87
18.	66,95
19.	67,63
20.	67,15
21.	67,05
22.	65,94
23.	66,49
24.	67,01

Izračunata je aritmetička sredina \bar{x} prema formuli:

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n x_j = \frac{1604,75}{24} = 66,864$$

a zatim procijenjeno standardno odstupanje s :

$$s = \sqrt{\frac{\sum_{j=1}^n (x_j - \bar{x})^2}{n - 1}} = 0,6046$$

Prema AQL -u i kodnom slovu H odabran je koeficijent za računanje vrijednosti $MSSD$ -a, f_s . Vrijednost koeficijenta $f_s = 0,237$ [Tablica 22]. Vrijednosti $MSSD$ -a prema jednadžbi (9) iznosi:

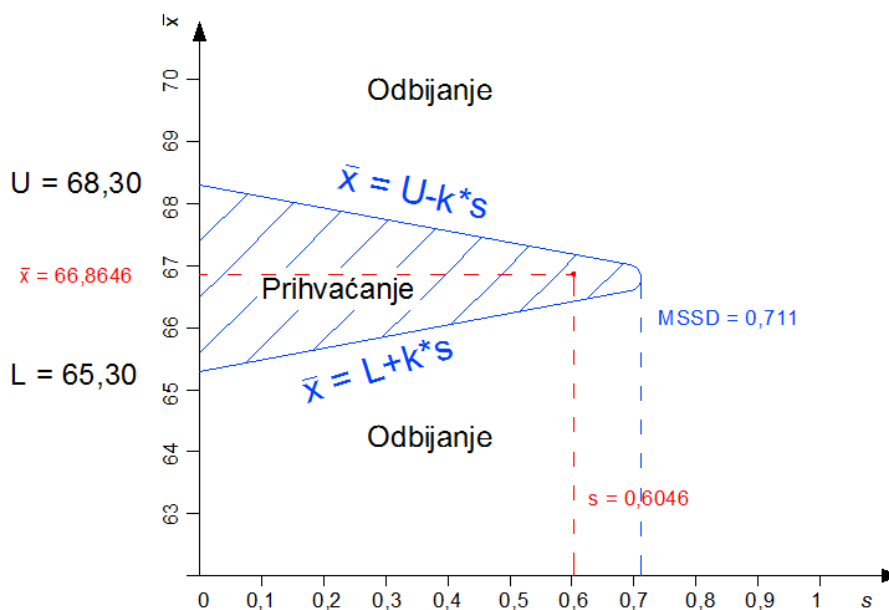
$$MSSD = s_{max} = (68,30 - 65,30) \times 0,237 = 0,711$$

Prema kriteriju prihvatanja:

$$s = 0,6046 < s_{max} = 0,711$$

serija se prihvća.

Slika 30 prikazuje grafičko rješenje odabranog primjera normalnog režima kontrole. Iz slike je vidljivo prihvatanje serije kao dokaz računskom kriteriju prihvatanja.



Slika 30. Grafičko rješenje normalne kontrole; s-metoda s dvostrukim granicama

5.2.2. Pooštreni režim kontrole

Za veličinu serije $N = 300$ i razine kontrole II odabrano je kodno slovo H [Tablica 2]. Prema kodnom slovu i prihvatljivoj razini kvalitete $AQL = 1\%$ odabrana je veličina uzorka $n = 30$ i koeficijent prihvatanja $k = 2,079$ za normalni režim kontrole [Tablica 19]. Gornja granica dopuštenog odstupanja iznosi $U = 68,30$, a donja granica dopuštenog odstupanja $L = 65,30$. Iz osnovnog skupa odabrani su elementi uzorka [Tablica 5].

Tablica 5. Vrijednosti uzoraka za pooštreni režim kontrole

Broj uzorka	Vrijednost
1.	66,04
2.	66,75
3.	67,45
4.	66,33
5.	68,01
6.	67,03
7.	66,43
8.	67,22
9.	66,27
10.	65,75
11.	67,25
12.	66,97

13.	67,01
14.	67,82
15.	65,98
16.	67,35
17.	66,87
18.	66,95
19.	67,63
20.	67,15
21.	67,05
22.	65,94
23.	66,49
24.	67,01
25.	65,73
26.	66,45
27.	66,89
28.	67,35
29.	67,72
30.	67,82

Izračunata je aritmetička sredina \bar{x} prema formuli:

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{j=i}^n x_j = \frac{2006,71}{30} = 66,890$$

a zatim procijenjeno standardno odstupanje s :

$$s = \sqrt{\frac{\sum_{j=1}^n (x_j - \bar{x})^2}{n - 1}} = 0,6359$$

Prema *AQL*-u i kodnom slovu H odabran je koeficijent za računanje vrijednosti *MSSD*-a, f_s . Vrijednost koeficijenta $f_s = 0,216$ [Tablica 23]. Vrijednosti *MSSD*-a prema jednadžbi (9) iznosi:

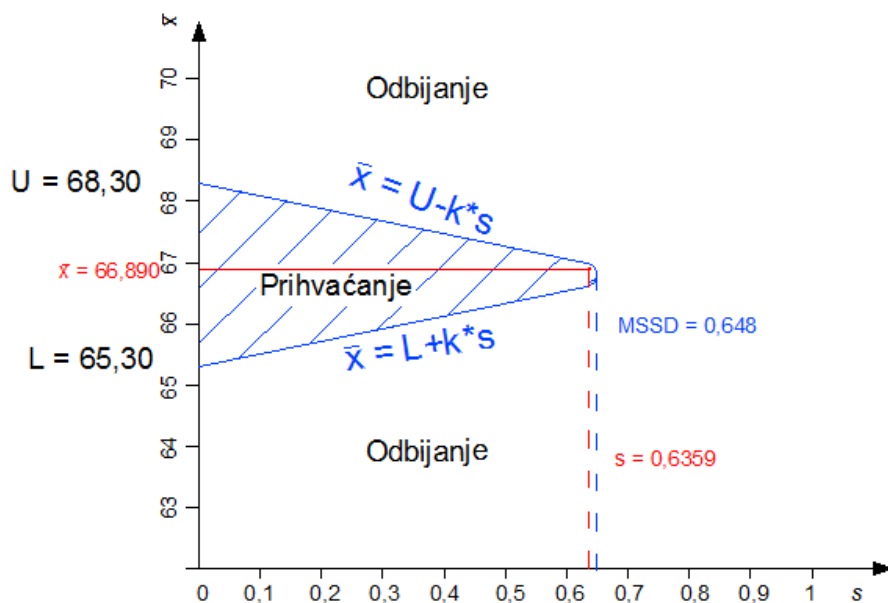
$$MSSD = s_{max} = (68,30 - 65,30) \times 0,216 = 0,648$$

Prema kriteriju prihvatanja:

$$s = 0,6359 < s_{max} = 0,648$$

serija se prihvaća.

Slika 31 prikazuje grafičko rješenje odabranog primjera pooštrenog režima kontrole. Iz slike je vidljivo prihvatanje serije kao dokaz računskom kriteriju prihvatanja.



Slika 31. Grafičko rješenje pooštrene kontrole; s-metoda s dvostrukim granicama

5.2.3. Smanjeni režim kontrole

Za veličinu serije $N = 300$ i razine kontrole II odabrano je kodno slovo H [Tablica 2]. Prema kodnom slovu i prihvatljivoj razini kvalitete $AQL = 1\%$ odabrana je veličina uzorka $n = 18$ i koeficijent prihvatanja $k = 1,682$ za normalni režim kontrole [Tablica 21]. Gornja granica dopuštenog odstupanja iznosi $U = 68,30$, a donja granica dopuštenog odstupanja $L = 65,30$. Iz osnovnog skupa odabrani su elementi uzorka [Tablica 6].

Tablica 6. Vrijednosti uzoraka za smanjeni režim kontrole

Broj uzorka	Vrijednost
1.	66,04
2.	66,75
3.	67,45
4.	66,33
5.	68,01
6.	67,03
7.	66,43
8.	67,22
9.	66,27
10.	65,75
11.	67,25
12.	66,97
13.	67,01
14.	67,82
15.	65,98
16.	67,35

17.	66,87
18.	66,95

Izračunata je aritmetička sredina \bar{x} prema formuli:

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{j=i}^n x_j = \frac{1203,48}{18} = 66,86$$

a zatim procijenjeno standardno odstupanje s :

$$s = \sqrt{\frac{\sum_{j=1}^n (x_j - \bar{x})^2}{n - 1}} = 0,6273$$

Prema AQL -u i kodnom slovu H odabran je koeficijent za računanje vrijednosti $MSSD$ -a, f_s . Vrijednost koeficijenta iznosi $f_s = 0,257$ [Tablica 24]. Vrijednosti $MSSD$ -a prema jednadžbi (9) iznosi:

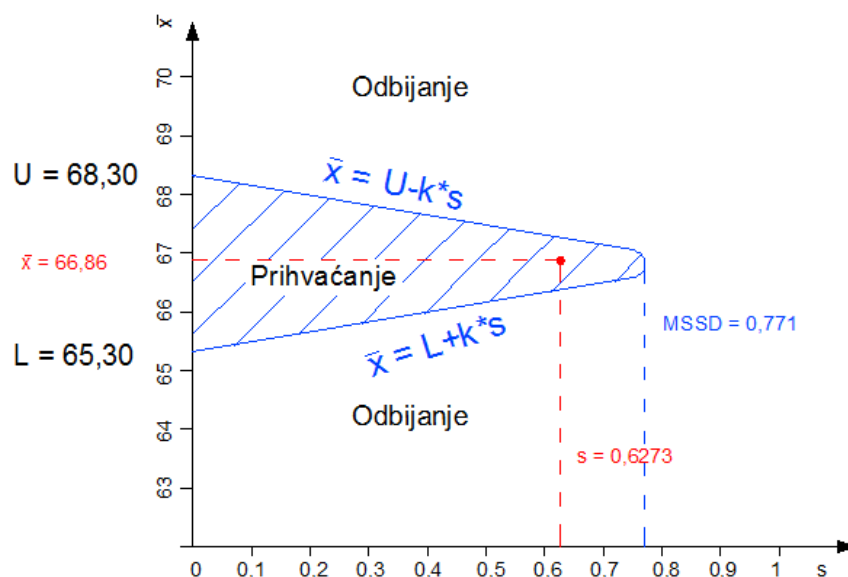
$$MSSD = s_{max} = (68,30 - 65,30) \times 0,257 = 0,771$$

Prema kriteriju prihvaćanja:

$$s = 0,6273 < s_{max} = 0,771$$

serija se prihvaća.

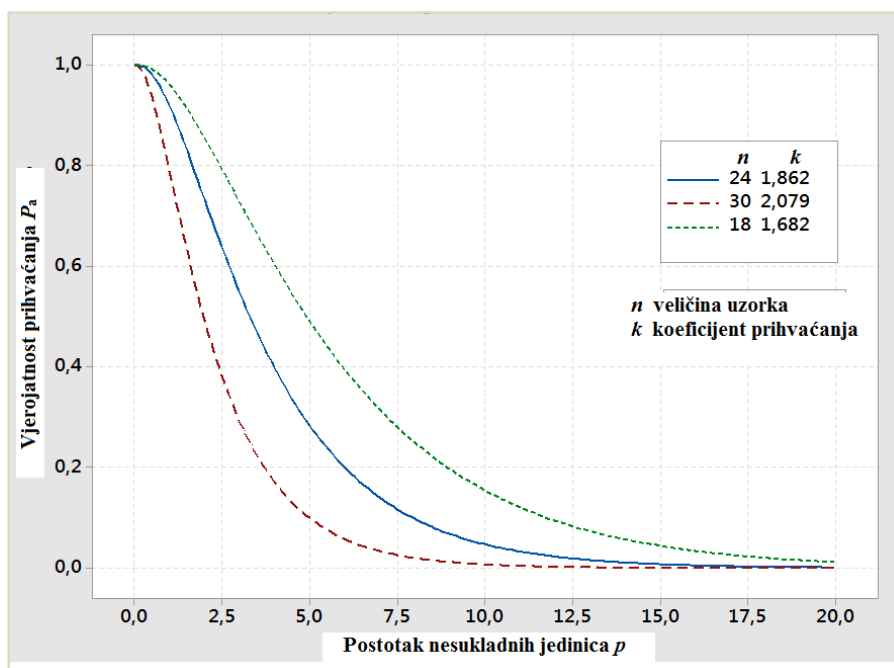
Slika 32 prikazuje grafičko rješenje odabranog primjera pooštrenog režima kontrole. Iz slike je vidljivo prihvaćanje serije kao dokaz računskom kriteriju prihvaćanja.



Slika 32. Grafičko rješenje smanjene kontrole; s -metoda s dvostrukim granicama

5.2.4. Analiza varijabli

Kao i kod planova uzorkovanja za atribute, pooštreni režim kontrole zadaje najstrože zahtjeve za kvalitetom. Stoga, vjerojatnost da će se prihvatiti serija pod pooštrenom režimu najniže su za sve udjele nesukladnih jedinica p . Vjerojatnost prihvaćanja serije prema normalnom režimu za udio nesukladnih jedinica jednak AQL -u iznosi $Pa = 91,09\%$. Rizik dobavljača za normalni režim iznosi $8,91\%$. Pooštavanjem kontrole povećavaju se veličine uzoraka i koeficijenti prihvaćanja imaju poprimalju veće vrijednosti. Tako je pri smanjenom režimu kontrole veličina uzorka $n = 18$ najmanja [Slika 33].



Slika 33. Operativne krivulje: s-metoda

Rizik kupca smanjuje se pooštavanjem režima, tako je kod smanjenog režima najveći i za udio nesukladnih jedinica od 5% iznosi $49,1\%$ [Tablica 7].

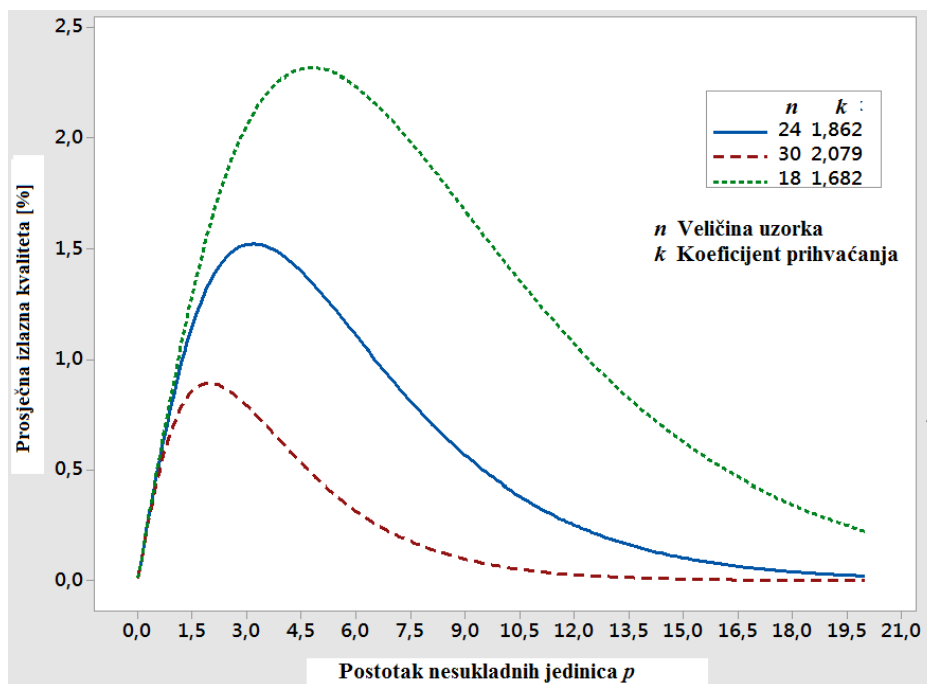
Tablica 7. Rizici uzorkovanja za varijable

	Smanjena kontrola	Normalna kontrola	Pooštrena kontrola
α -rizik	4,02 %	8,91 %	22,11 %
β -rizik	49,1 %	27,85 %	9,98 %

Povećavanjem standardne devijacije s , sužava se područje prihvaćanja. Povećavanjem vrijednosti koeficijenta k , područje prihvaćanja brže se smanjuje povećavanjem standardnog

odstupanja uzorka [Slika 32]. Vrijednosti $MSSD$ -a smanjuju se pooštavanjem režim kontrole, dok se povećavanju smanjivanjem režima.

Slika 34 prikazuje krivulju prosječne izlazne kvalitete. Granična vrijednost prosječne izlazne kvalitete za normalni režim postiže se kod udjela nesukladnih jedinica $p = 3,19\%$ i iznosi $AOQL = 1,52\%$.



Slika 34. AOQ: uzorkovanje za varijable; tri režima kontrole

Granična vrijednost prosječne izlazne kvalitete za smanjeni režim kontrole postiže se kod udjela nesukladnih jedinica $p = 4,77\%$ i iznosi $AOQL = 2,32\%$.

6. SIMULACIJA PLANOVA UZORKOVANJA

U programskom paketu Minitab simulirani su planovi uzorkovanja za attribute i varijable prema normalnom režimu kontrole. Za attribute odabran je plan jednostrukog uzorkovanja. Za varijable simulirao se plan sa dvostrukim granicama prema s -metodi.

6.1. Simulacija plana uzorkovanja za attribute

6.1.1. Simulacija 1

Odabrani plan uzorkovanja za attribute jednostruki je plan uzorkovanja jednak onomu prikazanome u poglavlju 5.1.1.1.

Analizirana je serija od 2000 jedinica prihvatljive razine kvalitete $AQL = 1\%$ normalnim režimom kontrole. Prema [3] za seriju od 2000 jedinica i kodno slovo K uzimaju se uzorci od $n = 125$ jedinica. Brojevi za prihvaćanje i odbijanje iznose $Ac = 3$ i $Re = 4$. Ako uzorak ne sadrži nesukladne jedinice ili ima do 3 nesukladne jedinice, serija se prihvaća. Ako se u uzorku nađe 4 ili više nesukladne jedinice, serija se odbija.

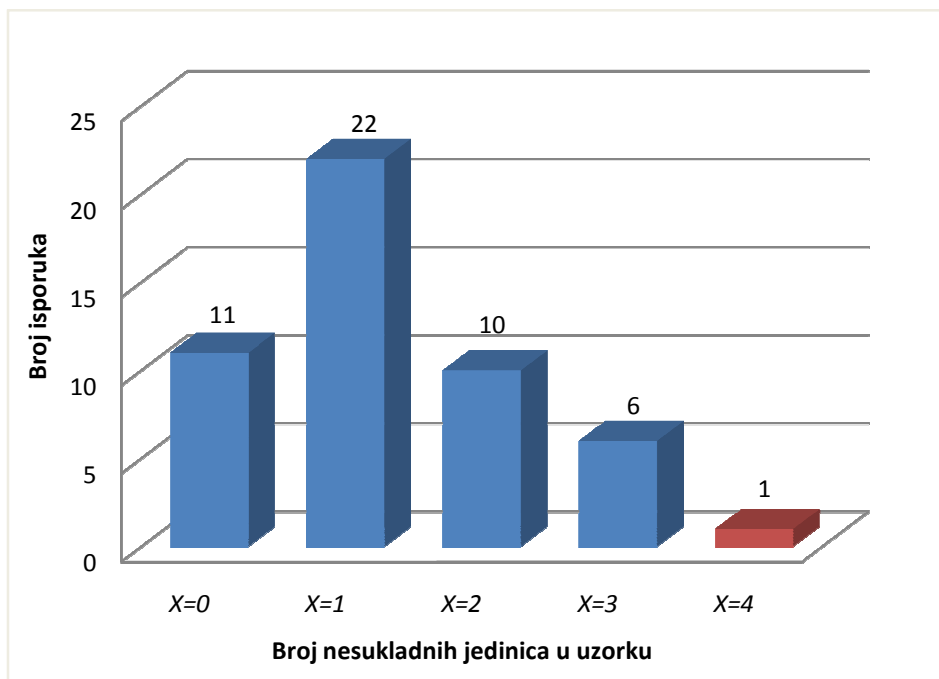
Sukladno vrijednosti prihvatljive razine kvalitete od 1% simulacijom je osigurano da serija od 2000 jedinica sadrži točno 20 nesukladnih jedinica. Dobiveni su rezultati simulacije uzorkovanja u 50 isporuka serije [Tablica 8].

Tablica 8. Simulacija 1: atributi

Broj isporuke	Broj nesukladnih jedinica				
	$X = 0$	$X = 1$	$X = 2$	$X = 3$	$X = 4$
1.				*	
2.	*				
3.		*			
4.				*	
5.		*			
6.			*		
7.			*		
8.		*			
9.				*	
10.		*			
11.	*				
12.	*				
13.			*		
14.	*				
15.			*		
16.	*				
17.			*		
18.			*		

19.		*			
20.	*				
21.		*			
22.		*			
23.			*		
24.		*			
25.		*			
26.				*	
27.					*
28.		*			
29.				*	
30.		*			
31.	*				
32.			*		
33.		*			
34.		*			
35.	*				
36.		*			
37.		*			
38.		*			
39.		*			
40.		*			
41.		*			
42.				*	
43.			*		
44.	*				
45.		*			
46.		*			
47.	*				
48.			*		
49.	*				
50.		*			
Σ	11	22	10	6	1

Prema simulaciji, jedan uzorak sadržavao je 4 nesukladne jedinice [Slika 35].



Slika 35. Simulacija 1: grafički prikaz isporuka po broju nesukladnih jedinica

Prema simulaciji, 1 uzorak sadrži 4 nesukladne jedinice i stoga se te serije odbacuju.

Iz toga rezultata proizlazi da rizik dobavljača iznosi 2 %:

$$\alpha\text{-rizik} = \frac{\text{broj neprihvaćenih isporuka}}{\text{ukupni broj isporuka}} = \frac{1}{50} = 0,02 = 2 \%$$

Kako je prikazano u poglavlju 5.1.1.1, rizik dobavljača dobiven računskim putem iznosi 3,75 %.

6.1.2. Simulacija 2

Za razliku od prve simulacije uzrokovanja atributa, ovoga puta unutar serije osigurano je da serija od 2000 jedinica sadrži 40 nesukladnih jedinica unatoč dogovorenoj vrijednosti AQL -a od 1 %.

Analizirana je serija od 2000 jedinica prihvatljive razine kvalitete $AQL = 1 \%$ normalnim režimom kontrole. Prema [3] za seriju od 2000 jedinica i kodno slovo K uzimaju se uzorci od $n = 125$ jedinica. Brojevi za prihvaćanje i odbijanje iznose $Ac = 3$ i $Re = 4$. Ako uzorak ne sadrži nesukladne jedinice ili ima do 3 nesukladne jedinice, serija se prihvaća. Ako se u uzorku nađe 4 ili više nesukladne jedinice, serija se odbija.

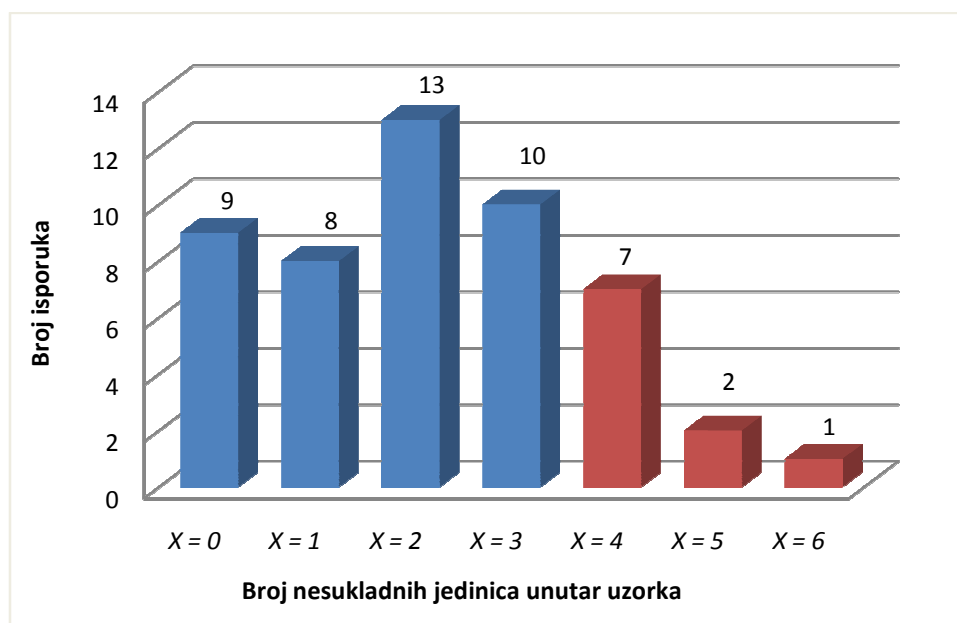
Dobiveni su rezultati simulacije uzorkovanja u 50 isporuka serije [Tablica 9].

Tablica 9. Simulacija 2: atributi

Broj isporuke	Broj nesukladnih jedinica						
	$X = 0$	$X = 1$	$X = 2$	$X = 3$	$X = 4$	$X = 5$	$X = 6$
1.					*		
2.						*	
3.	*						
4.				*			
5.		*					
6.				*			
7.		*					
8.	*						
9.			*				
10.						*	
11.			*				
12.					*		
13.			*				
14.	*						
15.		*					
16.			*				
17.			*				
18.			*				
19.				*			
20.				*			
21.					*		
22.			*				
23.					*		
24.		*					
25.		*					
26.							*
27.	*						
28.		*					
29.				*			
30.		*					
31.	*						
32.	*						
33.			*				
34.	*						
35.					*		
36.				*			
37.	*						
38.					*		
39.	*						
40.				*			
41.			*				

42.					*		
43.				*			
44.			*				
45.			*				
46.			*				
47.			*				
48.				*			
49.				*			
50.		*					
Σ	9	8	13	10	7	2	1

Prema simulaciji, 10 uzoraka sadržavalo je 4 ili više nesukladnih jedinica [Slika 36] .



Slika 36. Simulacija 2: grafički prikaz isporuka po broju nesukladnih jedinica

Prema simulaciji, 10 uzoraka iz serija sadrže 4 ili više nesukladnih jedinica i stoga se te serije odbacuju. Iz toga rezultata proizlazi da rizik dobavljača dobiven simulacijom iznosi 20 %:

$$\alpha\text{-rizik} = \frac{\text{broj neprihvaćenih isporuka}}{\text{ukupni broj isporuka}} = \frac{10}{50} = 0,20 = 20 \%$$

Rizik dobavljača dobiven računskim putem iznosi 3,75 %.

6.2. Simulacija plana uzorkovanja za varijable

6.2.1. Simulacija 1

Simuliran je plan uzorkovanja za seriju od 2000 jedinica prihvatljive razine kvalitete $AQL = 1\%$ normalnim režimom kontrole. Gornja granica dopuštenog odstupanja iznosi $U = 68$ i donja granica dopuštenog odstupanja $L = 65$.

Prema veličini serije i razini AQL -a odabrano je kodno slovo K. Za kodno slovo K i razinu AQL -a od 1% odgovara veličina uzorka $n = 54$ i koeficijent prihvaćanja $k = 1.904$ [Tablica 19]. Prema AQL -u i kodnom slovu K odabran je koeficijent f_s potreban za računanje vrijednosti maksimalnog standardnog odstupanja uzorka [Tablica 22]. Prema jednadžbi (9) vrijednost maksimalnog standardnog odstupanja uzorka iznosi:

$$MSSD = s_{max} = (68 - 65) \times 0,230 = 0,690$$

Svakom uzorku simulacije izračunata je aritmetička sredina \bar{x} i standardno odstupanje uzorka s . Ukoliko vrijednost standardnog odstupanja s ne premašuje granicu maksimalnog standardnog odstupanja uzorka s_{max} serija se prihvaća:

$$\text{PRIHVAĆANJE SERIJE: } s < s_{max}$$

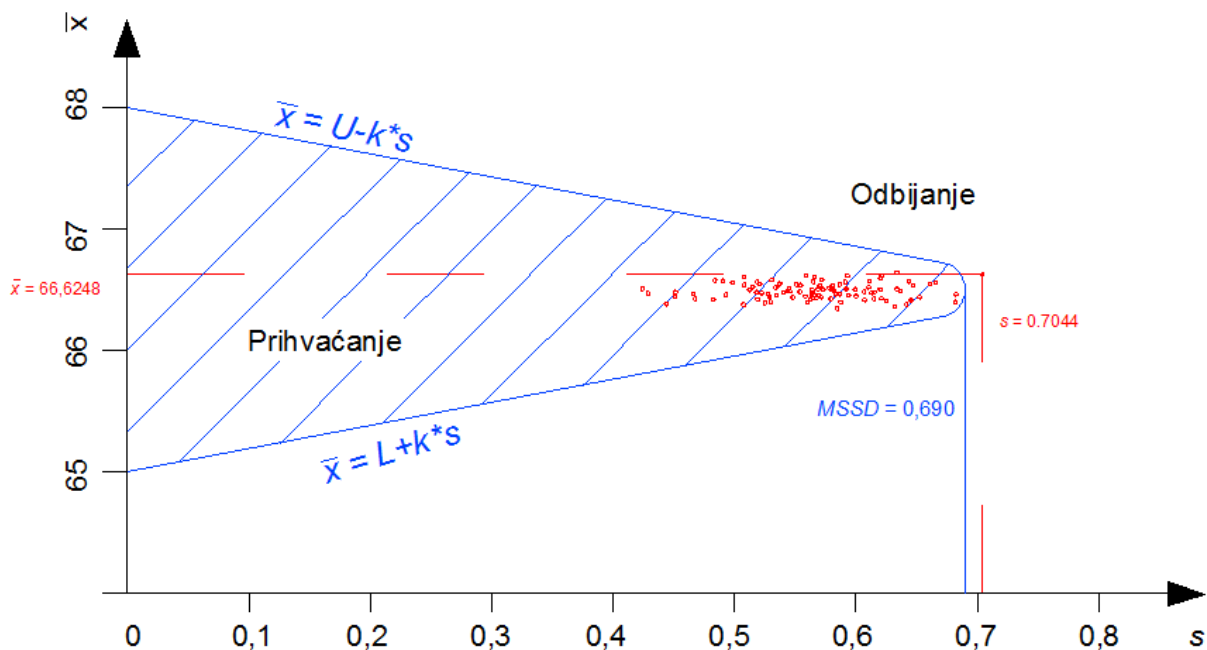
Uvjetovano razinom AQL -a od 1% , simulacijom je osigurano da od 2000 jedinica serije točno 20 prelazi donju (L) ili gornju granicu dopuštenog odstupanja (U). Simulacijom dobiveni su rezultati uzorkovanja serije u 50 isporuka:

Tablica 10. Simulacija 1: varijable

Broj isporuke	\bar{x}	s	PRIHVAĆANJE
1.	66,4785	0,6151	1
2.	66,4590	0,5652	1
3.	66,5331	0,5810	1
4.	66,4248	0,6148	1
5.	66,4472	0,6001	1
6.	66,5709	0,6113	1
7.	66,6248	0,7044	NE
8.	66,4400	0,5288	1
9.	66,4131	0,6455	1
10.	66,3813	0,4438	1
11.	66,3982	0,5875	1
12.	66,5211	0,5152	1
13.	66,4446	0,5584	1
14.	66,3995	0,6819	1
15.	66,5334	0,6473	1
16.	66,4659	0,5639	1

17.	66,4991	0,6205	1
18.	66,3462	0,5846	1
19.	66,4129	0,6883	1
20.	66,3781	0,6415	1
21.	66,4580	0,4930	1
22.	66,5486	0,6612	1
23.	66,5465	0,5209	1
24.	66,5663	0,5648	1
25.	66,5766	0,4839	1
26.	66,5175	0,5338	1
27.	66,5499	0,5375	1
28.	66,4209	0,4827	1
29.	66,4895	0,5824	1
30.	66,5069	0,5810	1
31.	66,4638	0,4662	1
32.	66,4259	0,4674	1
33.	66,6187	0,6218	1
34.	66,5430	0,5867	1
35.	66,4312	0,5676	1
36.	66,5048	0,6338	1
37.	66,5439	0,5369	1
38.	66,4836	0,5539	1
39.	66,4291	0,6210	1
40.	66,5676	0,6436	1
41.	66,4621	0,5277	1
42.	66,5979	0,6202	1
43.	66,6045	0,5661	1
44.	66,4241	0,5298	1
45.	66,5205	0,6105	1
46.	66,4103	0,6253	1
47.	66,4402	0,6525	1
48.	66,5045	0,5688	1
49.	66,5011	0,6199	1
50.	66,4809	0,5181	1

Prema simulaciji za jednu isporuku (7.) standardno odstupanje uzorka iznosi $s = 0,7044$ te se prema kriteriju prihvaćanja ta serija odbacuje. Slika 37 prikazuje raspored svih uzoraka prema standardnom odstupanju i prosječnoj vrijednosti. Na slici, također je vidljiv smještaj nesukladnog uzorka.



Slika 37. Grafički prikaz uzoraka

Na 50 isporuka jedna serija nije prihvaćena i prema tome rizik dobavljača iznosi:

$$\alpha\text{-rizik} = \frac{\text{broj neprihvaćenih isporuka}}{\text{ukupni broj isporuka}} = \frac{1}{50} = 0,02 = 2 \%$$

Tablica 25 norme *HRN ISO 3951-1:2016* za uzorkovanje prema simulaciji određuje rizik dobavljača od 3,14 %.

6.2.2. Simulacija 2

Ovom simulacijom simuliran je plan uzorkovanja za varijable identičan onome u poglavlju 6.2.1. Razlika u odnosu na simulaciju 1 je ta da se u seriji iz koje se uzorkovalo od 2000 jedinica nalazilo 40 nesukladnih jedinica unatoč razini *AQL*-a od 1 %.

Simuliran je plan uzorkovanja za seriju od 2000 jedinica prihvatljive razine kvalitete *AQL* = 1 % normalnim režimom kontrole. Gornja granica dopuštenog odstupanja iznosi $U = 68$ i donja granica dopuštenog odstupanja $L = 65$.

Prema veličini serije i razini *AQL*-a odabrano je kodno slovo *K*. Za kodno slovo *K* i razinu *AQL*-a od 1 % odgovara veličina uzorka $n = 54$ i koeficijent prihvatanja $k = 1.904$ [Tablica 19]. Prema *AQL*-u i kodnom slovu *K* odabran je koeficijent f_s . Prema jednadžbi (9) vrijednost maksimalnog standardnog odstupanja uzorka *MSSD* iznosi 0,690.

Simulacijom dobiveni su rezultati uzorkovanja serije u 50 isporuka [Tablica 11].

Tablica 11. Simulacija 2: varijable

Broj isporuke	\bar{x}	s	PRIHVAĆANJE
1.	66,4453	0,6097	1
2.	66,4297	0,5613	1
3.	66,4523	0,5805	1
4.	66,4791	0,5244	1
5.	66,4553	0,5324	1
6.	66,3502	0,5203	1
7.	66,5723	0,6183	1
8.	66,5566	0,5850	1
9.	66,5809	0,5838	1
10.	66,4947	0,6883	1
11.	66,5009	0,5900	1
12.	66,5596	0,5901	1
13.	66,4928	0,6074	1
14.	66,5398	0,7056	NE
15.	66,5038	0,6485	1
16.	66,5075	0,5902	1
17.	66,5213	0,6725	1
18.	66,5454	0,6334	1
19.	66,5319	0,5053	1
20.	66,6257	0,5846	1
21.	66,4435	0,5537	1
22.	66,4552	0,6054	1
23.	66,3299	0,4951	1
24.	66,4438	0,6567	1
25.	66,5884	0,6469	1
26.	66,3133	0,5889	1
27.	66,5495	0,5785	1
28.	66,5417	0,6067	1
29.	66,4682	0,4412	1
30.	66,5478	0,5711	1
31.	66,4386	0,4741	1
32.	66,4359	0,6095	1
33.	66,6129	0,5597	1
34.	66,4846	0,6045	1
35.	66,5516	0,6178	1
36.	66,5254	0,5374	1
37.	66,4913	0,4913	1

38.	66,4155	0,5884	1
39.	66,4089	0,5465	1
40.	66,4949	0,5622	1
41.	66,5488	0,5710	1
42.	66,2955	0,6370	1
43.	66,4081	0,5715	1
44.	66,4718	0,5428	1
45.	66,4301	0,6000	1
46.	66,5523	0,5399	1
47.	66,4529	0,6986	NE
48.	66,3394	0,5031	1
49.	66,4615	0,6272	1
50.	66,4537	0,6044	1

Prema simulaciji, za dva uzorka standardno odstupanje s prelazi vrijednost $MSSD$ i prema kriteriju prihvatanja te serije se odbacuju. Kako dvije isporuke nisu prihvaćene rizik dobavljača iznosi:

$$\alpha\text{-rizik} = \frac{\text{broj neprihvaćenih isporuka}}{\text{ukupni broj isporuka}} = \frac{2}{50} = 0,04 = 4 \%$$

Norma *HRN ISO 3951-1:2016* za uzorkovanje prema simulaciji određuje rizik dobavljača od 3,14 %.

6.3. Analiza

Simulacija jednostrukog plana uzorkovanja za attribute sadržavala je seriju od 2000 jedinica u kojoj se nalazilo upravo 20 nesukladnih jedinica prema prihvatljivoj razini kvalitete od 1 %. Računskim putem dobiveno je da rizik dobavljača za plan uzorkovanja za attribute iznosi 3,75 %. Prvom simulacijom dobiveno je da 1 od 50 isporuka treba odbiti. Taj podatak ukazuje da rizik dobavljača dobiven prvom simulacijom iznosi 2 %.

Kod druge simulacije serija od 2000 jedinica sadržavala je 40 nesukladnih jedinica unatoč dogovorenom AQL -u od 1 %. Provedeno je uzorkovanje te je dobiveno da 10 od 50 isporuka treba odbiti. Prema tome, rizik dobavljača kod druge simulacije za attribute iznosi 20 %.

Kod simulacije uzorkovanja za varijable serija je sadržavala 2000 jedinica. Prema normi, rizik dobavljača za uzorkovanje prema varijablama iznosi 3,14 %.

U prvoj simulaciji prema prihvatljivoj razini kvalitete osigurano je da točno 20 od 2000 jedinica iz serije prelazi granicu dopuštenog odstupanja. Prvom simulacijom uzorkovanja za

varijable donesena je odluka o odbacivanju 1 od 50 isporuka. To ukazuje da rizik dobavljača kod prve simulacije iznosi 2 %.

Kod druge simulacije serija od 2000 jedinica sadržavala 40 nesukladnih jedinica unatoč dogovorenoj vrijednosti *AQL*-a od 1 %. Provedeno je uzorkovanje te je dobiveno da 2 od 50 isporuka treba odbiti. Prema tome, rizik dobavljača kod druge simulacije za varijable iznosi 4 %. Tablica 12 skupno prikazuje rizike dobavljača dobivene računski i pomoću simulacija uzorkovanja.

Tablica 12. Usporedba rizika

Rizik dobavljača	Atributi	Varijable
Računski	3,75 %	3,14 %
Simulacija 1	2 %	2 %
Simulacija 2	20 %	4 %

Prilikom druge simulacije za atributi i varijable razina kvalitete isporuke bila je lošija od dogovorene. Prilikom većeg broja nesukladnih jedinica unutar serije nego broja nesukladnih jedinica prema dogovorenoj kvaliteti, vidljivo je povećanje rizika dobavljača.

U prvoj simulaciji uzorkovanja za atributi i varijable, broj nesukladnih jedinica unutar serije bio je jednak prihvatljivoj razini kvalitete. Shodno prihvatljivoj razini kvalitete sve isporuke bi trebale biti prihvaćene. Simulacijom pokazano je da će se poneka serija odbiti. Iz toga može se ustanoviti da dobavljač, kako mu isporuka ne bi bila odbijena, mora osigurati bolju kvalitetu od dogovorene.

Simulacijom utvrđeno je da postoji rizik odbijanja isporuke iako je ona jednake kvalitete dogovorenoj. Rizici dobavljača propisani normama (računski rizici) načinjeni su s ciljem zaštite kupca od kupovine nesukladnih (loših) proizvoda. Rezultati ovih simulacija to i potvrđuju.

7. ZAKLJUČAK

Kod kontrole kvalitete proizvoda postoje razni načini ispitivanja proizvoda. Kod ispitivanja serija proizvoda, u pravilu najbolje je ispitati sve proizvode, odnosno provesti 100 %-tnu kontrolu. Kada je nemoguće ispitati sve proizvode ili to različite okolnosti i uvjeti ne dopuštaju provodi se uzorkovanje proizvoda. Uzorkovanje se vrši kada je potrebno ispitati seriju proizvoda ispitujući manji, odabrani dio elemenata serije. Prema tome, uzorak predstavlja reprezentativan primjerak serije. U ovome radu provedeno je jednostavno slučajno uzorkovanje serija. Vrstom jednostavnog slučajnog uzorkovanja, za svaki element serije postojale su jednake šanse da bude izabran.

Uzorkovanje u praksi može se provoditi za attribute i varijable. Planove uzorkovanja prema atributima predstavljene u ovom radu propisuje norma HRN ISO 2859-1 dok planove uzorkovanja za varijable također predstavljene u ovom radu propisuje norma HRN ISO 3951-1. Kod svakog plana uzorkovanja postoje tri režima kontrole te svako uzorkovanje u praksi potrebno je započeti za normalnim režimom. Za svaki režim kontrole različite su vjerojatnosti prihvatanja. U prethodnim poglavljima ovoga rada pokazano je mijenjanje vjerojatnosti prihvatanja isporuke za svaki režim kontrole. Eksperimentalni dio rada koji je obuhvaćao simulacije uzorkovanja u programskom paketu Minitab primjerima je pokazao provođenje uzorkovanja u praksi. Simulacije uzorkovanja provedene su prema planu uzorkovanja za attribute i prema planu uzorkovanja za varijable. Simulacija je pokazala kako za dogovorenu kvalitetu isporuke (*AQL*) serija ipak može biti odbijena iako za vrijednost *AQL*-a sve serije trebaju biti prihvaćene. To govori kako dobavljač ako želi da mu se sve serije prihvate mora osigurati bolju kvalitetu od ugovorom određenog *AQL*-a. Takva postava ide u prilog kupcu i na taj način ga štiti od kupovine lošeg proizvoda. Planovi uzorkovanja propisani normama i navedeni u radu imaju široku primjenu u praksi jer propisuju planove uzorkovanja te su načinjeni kako bi zaštitili kupca.

LITERATURA

- [1] HRN EN ISO 9000:2008: *Sustavi upravljanja kvalitetom -- Temeljna načela i terminološki rječnik (ISO 9000:2005; EN ISO 9000:2005)*
- [2] Runje B.: *Predavanja iz kolegija Kontrola kvalitete*, Fakultet strojarstva i brodogradnje, Zagreb, 2014.
- [3] HRN ISO 2859-1:2012: *Postupci uzorkovanja pri pregledima po obilježjima -- 1. dio: Sheme uzorkovanja razvrstane prema prihvatljivim razinama kvalitete za „lot-by-lot“ pregled (ISO 2859-1:1999+Cor 1:2001+Amd 1:2011)*
- [4] Gravetter, F.J & Forzano, L.B.: “Research Methods for the Behavioural Sciences” Cengage Learning, , 2011. p.146
- [5] <https://research-methodology.net/sampling-in-primary-data-collection/random-sampling/>, preuzeto 25.kolovoza 2020.
- [6] Bajpai, N.: “Business Statistics” ,Pearson Education, India, 2010.
- [7] Jackson, S.L.: “Research Methods and Statistics: A Critical Approach” 4th edition, Cengage Learning, 2011.
- [8] Dumičić K., Bahovec V., Kurnoga Živadinović N.: *Analysing the Shape of an OC Curve for an Acceptance Sampling Plan: A Quality Management Tool*, Graduate School of Business and Economics, Zagreb, 2006.
- [9] <https://www.yumpu.com/en/document/view/28566553/three-views-of-the-oc-curve-ombu-enterprises-llc>, pristupljeno 26. listopada 2020.
- [10] Schilling E., Neubauer D.: *Acceptance Sampling in Quality Control (Third edition)*, Taylor & Francis Group, USA, 2017. dostupno online <https://e-ucenje-arhiva.fsb.hr/course/view.php?id=921>
- [11] <https://www.qualitygurus.com/average-outgoing-quality-limit-aoql/> , pristupljeno 28. listopada 2020.
- [12] HRN ISO 3951-1:2016: *Postupci uzorkovanja pri pregledima prema varijablama -- 1. dio: Specifikacije planova jednostrukih uzorkovanja razvrstanih u odnosu na prihvatljivu razinu kvalitete („AQL“) za preglede pojedinačnih partija za jednu značajku kvalitete i jedan „AQL“.*

PRILOZI

I. CD-R disk

II. HRN ISO 2859-1: tablice

Tablica 13. 2-A – Jednostruki plan uzorkovanja za atribute, normalni režim kontrole [3]

Sample size code letter	Sample size	Acceptance quality limit, AQL, in percent nonconforming items and nonconformities per 100 items (normal inspection)																										
		0,010	0,015	0,025	0,040	0,065	0,10	0,15	0,25	0,40	0,65	1,0	1,5	2,5	4,0	6,5	10	15	25	40	65	100	150	250	400	650	1 000	
		Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re
A	2	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	0 1	↓	↓	1 2	2 3	3 4	5 6	7 8	10 11	14 15	21 22	30 31	
B	3	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	0 1	↑	↓	1 2	2 3	3 4	5 6	7 8	10 11	14 15	21 22	30 31	44 45
C	5	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	0 1	↑	↓	1 2	2 3	3 4	5 6	7 8	10 11	14 15	21 22	30 31	44 45	↑
D	8	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	0 1	↑	↓	1 2	2 3	3 4	5 6	7 8	10 11	14 15	21 22	30 31	44 45	↑	↑
E	13	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	0 1	↑	↓	1 2	2 3	3 4	5 6	7 8	10 11	14 15	21 22	30 31	44 45	↑	↑
F	20	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	0 1	↑	↓	1 2	2 3	3 4	5 6	7 8	10 11	14 15	21 22	↑	↑	↑	↑
G	32	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	0 1	↑	↓	1 2	2 3	3 4	5 6	7 8	10 11	14 15	21 22	↑	↑	↑	↑
H	50	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	0 1	↑	↓	1 2	2 3	3 4	5 6	7 8	10 11	14 15	21 22	↑	↑	↑	↑
J	80	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	0 1	↑	↓	1 2	2 3	3 4	5 6	7 8	10 11	14 15	21 22	↑	↑	↑	↑
K	125	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	0 1	↑	↓	1 2	2 3	3 4	5 6	7 8	10 11	14 15	21 22	↑	↑	↑	↑
L	200	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	0 1	↑	↓	1 2	2 3	3 4	5 6	7 8	10 11	14 15	21 22	↑	↑	↑	↑
M	315	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	0 1	↑	↓	1 2	2 3	3 4	5 6	7 8	10 11	14 15	21 22	↑	↑	↑	↑
N	500	↓	↓	0 1	↑	↓	1 2	2 3	3 4	5 6	7 8	10 11	14 15	21 22	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑
P	800	↓	0 1	↑	↓	1 2	2 3	3 4	5 6	7 8	10 11	14 15	21 22	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑
Q	1 250	0 1	↑	↓	1 2	2 3	3 4	5 6	7 8	10 11	14 15	21 22	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑
R	2 000	↑	↑	1 2	2 3	3 4	5 6	7 8	10 11	14 15	21 22	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑

Tablica 14. 2-B – Jednostruki plan uzorkovanja za attribute, pooštreni režim kontrole [3]

Sample size code letter	Sample size	Acceptance quality limit, AQL, in percent nonconforming items and nonconformities per 100 items (tightened inspection)																									
		0,010	0,015	0,025	0,040	0,065	0,10	0,15	0,25	0,40	0,65	1,0	1,5	2,5	4,0	6,5	10	15	25	40	65	100	150	250	400	650	1 000
		Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re
A	2	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓
B	3	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓
C	5	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓
D	8	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓
E	13	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓
F	20	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓
G	32	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓
H	50	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓
J	80	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓
K	125	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓
L	200	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓
M	315	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓
N	500	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓
P	800	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓
Q	1 250	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓
R	2 000	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓
S	3 150	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓

Tablica 15. 2-C – Jednostruki plan uzorkovanja za atribute, smanjeni režim kontrole [3]

Sample size code letter	Sample size	Acceptance quality limit, AQL, in percent nonconforming items and nonconformities per 100 items (reduced inspection)																											
		0,010	0,015	0,025	0,040	0,065	0,10	0,15	0,25	0,40	0,65	1,0	1,5	2,5	4,0	6,5	10	15	25	40	65	100	150	250	400	650	1 000		
		Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	
A	2	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	0 1	↓	↓	1 2	2 3	3 4	5 6	7 8	10 11	14 15	21 22	30 31		
B	2	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	0 1	↑	↓	1 2	2 3	3 4	5 6	7 8	10 11	14 15	21 22	30 31		
C	2	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	0 1	↑	↓	1 2	2 3	3 4	5 6	6 7	8 9	10 11	14 15	21 22	↑	
D	3	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	0 1	↑	↓	1 2	2 3	3 4	5 6	6 7	8 9	10 11	14 15	21 22	↑	
E	5	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	0 1	↑	↓	1 2	2 3	3 4	5 6	6 7	8 9	10 11	14 15	21 22	↑	
F	8	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	0 1	↑	↓	1 2	2 3	3 4	5 6	6 7	8 9	10 11	↑	↑	↑	
G	13	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	0 1	↑	↓	1 2	2 3	3 4	5 6	6 7	8 9	10 11	↑	↑	↑	
H	20	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	0 1	↑	↓	1 2	2 3	3 4	5 6	6 7	8 9	10 11	↑	↑	↑	
J	32	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	0 1	↑	↓	1 2	2 3	3 4	5 6	6 7	8 9	10 11	↑	↑	↑	
K	50	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	0 1	↑	↓	1 2	2 3	3 4	5 6	6 7	8 9	10 11	↑	↑	↑	
L	80	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	0 1	↑	↓	1 2	2 3	3 4	5 6	6 7	8 9	10 11	↑	↑	↑	
M	125	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	0 1	↑	↓	1 2	2 3	3 4	5 6	6 7	8 9	10 11	↑	↑	↑	
N	200	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	0 1	↑	↓	1 2	2 3	3 4	5 6	6 7	8 9	10 11	↑	↑	↑	
P	315	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	0 1	↑	↓	1 2	2 3	3 4	5 6	6 7	8 9	10 11	↑	↑	↑	
Q	500	0 1	↑	↑	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	0 1	↑	↓	1 2	2 3	3 4	5 6	6 7	8 9	10 11	↑	↑	↑	
R	800	↑	↑	↑	1 2	2 3	3 4	5 6	6 7	8 9	10 11	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	

Tablica 16. 3-A – Dvostruki plan uzorkovanja za atribute, normalni režim kontrole [3]

Sample size code letter	Sample	Sample size	Cumulative sample size	Acceptance quality limit, AQL, in percent nonconforming items and nonconformities per 100 items (normal inspection)																											
				0,010	0,015	0,025	0,040	0,065	0,10	0,15	0,25	0,40	0,65	1,0	1,5	2,5	4,0	6,5	10	15	25	40	65	100	150	250	400	650	1 000		
				Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re
A				↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓			
B	First Second	2 2	2 4	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓			
C	First Second	3 3	3 6	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓			
D	First Second	5 5	5 10	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓			
E	First Second	8 8	8 16	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓			
F	First Second	13 13	13 26	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓			
G	First Second	20 20	20 40	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓			
H	First Second	32 32	32 64	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓			
J	First Second	50 50	50 100	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓			
K	First Second	80 80	80 160	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓			
L	First Second	125 125	125 250	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓			
M	First Second	200 200	200 400	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓			
N	First Second	315 315	315 630	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓			
P	First Second	500 500	500 1 000	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓			
Q	First Second	800 800	800 1 600	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓			
R	First Second	1 250 1 250	1 250 2 500	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓			

Tablica 17. 3-B – Dvostruki plan uzorkovanja za attribute, pooštreni režim kontrole [3]

Sample size code letter	Sample	Sample size	Cumulative sample size	Acceptance quality limit, AQL, in percent nonconforming items and nonconformities per 100 items (tightened inspection)																											
				0,010	0,015	0,025	0,040	0,065	0,10	0,15	0,25	0,40	0,65	1,0	1,5	2,5	4,0	6,5	10	15	25	40	65	100	150	250	400	650	1 000		
				Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re
A				↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓			
B	First Second	2 2	2 4	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓			
C	First Second	3 3	3 6	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓			
D	First Second	5 5	5 10	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓			
E	First Second	8 8	8 16	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓			
F	First Second	13 13	13 26	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓			
G	First Second	20 20	20 40	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓			
H	First Second	32 32	32 64	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓			
J	First Second	50 50	50 100	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓			
K	First Second	80 80	80 160	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓			
L	First Second	125 125	125 250	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓			
M	First Second	200 200	200 400	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓			
N	First Second	315 315	315 630	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓			
P	First Second	500 500	500 1 000	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓			
Q	First Second	800 800	800 1 600	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓			
R	First Second	1 250 1 250	1 250 2 500	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓			
S	First Second	2 000 2 000	2 000 4 000	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓			

Tablica 18. 3-C – Dvostruki plan uzorkovanja za attribute, smanjeni režim kontrole [3]

Sample size code letter	Sample	Sample size	Cumulative sample size	Acceptance quality limit, AQL, in percent nonconforming items and nonconformities per 100 items (reduced inspection)																											
				0,010	0,015	0,025	0,040	0,065	0,10	0,15	0,25	0,40	0,65	1,0	1,5	2,5	4,0	6,5	10	15	25	40	65	100	150	250	400	650	1 000		
				Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re
A				↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓			
B				↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓			
C				↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓			
D	First Second	2 2	2 4	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓			
E	First Second	3 3	3 6	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓			
F	First Second	5 5	5 10	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓			
G	First Second	8 8	8 16	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓			
H	First Second	13 13	13 26	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓			
J	First Second	20 20	20 40	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓			
K	First Second	32 32	32 64	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓			
L	First Second	50 50	50 100	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓			
M	First Second	80 80	80 160	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓			
N	First Second	125 125	125 250	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓			
P	First Second	200 200	200 400	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓			
Q	First Second	315 315	315 630	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓			
R	First Second	500 500	500 1 000	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓			

III. HRN ISO 3951-1:2016: tablice

Tablica 19. B.1 - Konstanta prihvaćanja k za jednostruki plan uzorkovanja, normalni režim kontrole: s -metoda [12]

Code letter	Acceptance quality limit (in percent nonconforming)															
	0,01	0,015	0,025	0,04	0,065	0,10	0,15	0,25	0,40	0,65	1,0	1,5	2,5	4,0	6,5	10,0
	n k	n k	n k	n k	n k	n k	n k	n k	n k	n k	n k	n k	n k	n k	n k	n k
B	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	3 0,950	4 0,735	4 0,586
C	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	4 1,242	6 1,061	6 0,939	5 0,550
D	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	6 1,476	9 1,323	9 1,218	6 0,887	7 0,507
E	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	9 1,696	13 1,569	13 1,475	9 1,190	9 0,869	9 0,618
F	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	11 1,889	17 1,769	18 1,682	13 1,426	14 1,147	14 0,935	14 0,601
G	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	15 2,079	22 1,972	23 1,893	18 1,659	20 1,411	21 1,227	21 0,945	21 0,724
H	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	18 2,254	28 2,153	30 2,079	24 1,862	27 1,636	30 1,471	32 1,225	33 1,036	33 0,806
J	↓	↓	↓	↓	↓	↓	23 2,425	36 2,331	38 2,263	31 2,061	37 1,853	41 1,702	46 1,482	49 1,316	52 1,120	53 0,911
K	↓	↓	↓	↓	↓	28 2,580	44 2,493	47 2,428	40 2,237	48 2,043	54 1,904	63 1,702	69 1,552	75 1,377	79 1,195	82 0,946
L	↓	↓	↓	↓	34 2,737	54 2,653	58 2,592	50 2,412	61 2,230	71 2,101	84 1,914	94 1,777	105 1,619	115 1,456	124 1,239	↑
M	↓	↓	↓	40 2,882	64 2,802	69 2,744	60 2,573	76 2,400	89 2,279	108 2,104	124 1,977	143 1,832	159 1,683	178 1,488	↑	↑
N	↓	↓	47 3,023	75 2,948	82 2,892	71 2,728	93 2,564	110 2,449	137 2,285	159 2,166	186 2,031	213 1,894	247 1,716	↑	↑	↑
P	↓	55 3,161	88 3,089	96 3,036	86 2,879	112 2,723	134 2,614	171 2,459	202 2,347	239 2,220	277 2,092	332 1,928	↑	↑	↑	↑
Q	63 3,288	101 3,219	110 3,167	102 3,016	132 2,867	159 2,762	207 2,615	244 2,508	293 2,388	348 2,268	424 2,114	↑	↑	↑	↑	↑
R	116 3,351	127 3,301	120 3,156	155 3,012	189 2,912	247 2,771	298 2,670	362 2,556	438 2,443	541 2,298	↑	↑	↑	↑	↑	↑

Tablica 20. B.2 – Konstanta prihvaćanja k za jednostruki plan uzorkovanja, poštreni režim kontrole: s -metoda [12]

Code letter	Acceptance quality limit (in percent nonconforming)																
	0,01	0,015	0,025	0,04	0,065	0,10	0,15	0,25	0,40	0,65	1,0	1,5	2,5	4,0	6,5	10,0	
	n k	n k	n k	n k	n k	n k	n k	n k	n k	n k	n k	n k	n k	n k	n k	n k	
B	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	3 0,950	4 0,735	
C	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	4 1,242	6 1,061	6 0,939
D	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	6 1,476	9 1,323	9 1,218	6 0,887
E	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	9 1,696	13 1,569	13 1,475	9 1,190	9 0,869
F	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	11 1,889	17 1,769	18 1,682	13 1,426	14 1,147	14 0,935
G	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	15 2,079	22 1,972	23 1,893	18 1,659	20 1,411	21 1,227	21 0,945
H	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	18 2,254	28 2,153	30 2,079	24 1,862	27 1,636	30 1,471	32 1,225	33 0,954
J	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	23 2,425	36 2,331	38 2,263	31 2,061	37 1,853	41 1,702	46 1,482	50 1,245	53 1,010
K	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	28 2,580	44 2,493	47 2,428	40 2,237	48 2,043	54 1,904	63 1,702	71 1,489	78 1,281	82 1,045
L	↓	↓	↓	↓	↓	34 2,737	54 2,653	58 2,592	50 2,412	61 2,230	71 2,101	84 1,914	99 1,720	111 1,533	122 1,325	↑	↑
M	↓	↓	↓	↓	40 2,882	64 2,802	69 2,744	60 2,573	76 2,400	89 2,279	108 2,104	131 1,924	150 1,752	170 1,564	↑	↑	↑
N	↓	↓	↓	47 3,023	75 2,948	82 2,892	73 2,728	93 2,564	110 2,449	137 2,285	169 2,117	201 1,958	233 1,785	↑	↑	↑	↑
P	↓	↓	55 3,161	88 3,089	96 3,036	86 2,879	112 2,723	134 2,614	171 2,459	214 2,300	260 2,152	312 1,992	↑	↑	↑	↑	↑
Q	↓	63 3,288	101 3,219	110 3,167	102 3,016	132 2,867	159 2,762	207 2,615	262 2,464	323 2,324	395 2,174	↑	↑	↑	↑	↑	↑
R	90 3,408	116 3,351	127 3,301	120 3,156	155 3,012	189 2,912	247 2,771	320 2,628	398 2,495	498 2,354	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑

Tablica 21. B.3 – Konstanta prihvaćanja k za jednostruki plan uzorkovanja, smanjeni režim kontrole: s -metoda [12]

Code letter	Acceptance quality limit (in percent nonconforming)															
	0,01	0,015	0,025	0,04	0,065	0,10	0,15	0,25	0,40	0,65	1,0	1,5	2,5	4,0	6,5	10,0
	n k	n k	n k	n k	n k	n k	n k	n k	n k	n k	n k	n k	n k	n k	n k	n k
B – D	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	3 0,950	4 0,850	4 0,735	4 0,586	7 0,218
E	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	4 1,242	6 1,155	6 1,061	6 0,939	5 0,550	9 0,162
F	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	6 1,476	8 1,406	9 1,323	9 1,218	6 0,887	7 0,507	8 0,231
G	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	9 1,696	11 1,642	13 1,569	13 1,475	9 1,190	9 0,869	9 0,618	12 0,237
H	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	11 1,889	15 1,835	17 1,769	18 1,682	13 1,426	14 1,147	14 0,935	14 0,601	13 0,454
J	↓	↓	↓	↓	↓	↓	15 2,079	19 2,033	22 1,972	23 1,893	18 1,659	20 1,411	21 1,227	21 0,945	21 0,830	21 0,626
K	↓	↓	↓	↓	↓	18 2,254	24 2,209	28 2,153	30 2,079	24 1,862	27 1,636	30 1,471	32 1,225	33 1,126	33 0,954	33 0,806
L	↓	↓	↓	↓	23 2,425	30 2,385	36 2,331	38 2,263	31 2,061	37 1,853	41 1,702	46 1,482	48 1,394	50 1,245	52 1,120	↑
M	↓	↓	↓	28 2,580	37 2,543	44 2,493	47 2,428	40 2,237	48 2,043	54 1,904	63 1,702	66 1,622	71 1,489	75 1,377	↑	↑
N	↓	↓	34 2,737	44 2,701	54 2,653	58 2,592	50 2,412	61 2,230	71 2,101	84 1,914	90 1,842	99 1,720	105 1,619	↑	↑	↑
P	↓	40 2,882	52 2,848	64 2,802	69 2,744	60 2,573	76 2,400	89 2,279	108 2,104	117 2,037	131 1,924	143 1,832	↑	↑	↑	↑
Q	47 3,023	61 2,991	75 2,948	82 2,892	73 2,728	93 2,564	110 2,449	137 2,285	149 2,222	169 2,117	186 2,031	↑	↑	↑	↑	↑
R	71 3,131	88 3,089	96 3,036	86 2,879	112 2,723	134 2,614	171 2,459	187 2,399	214 2,300	239 2,220	↑	↑	↑	↑	↑	↑

Tablica 22. D.1 – Vrijednosti f_s za dvostruke povezane granice: normalni režim kontrole, s-metoda [12]

Code letter	Acceptance quality limit (in percent nonconforming)															
	0,010	0,015	0,025	0,040	0,065	0,10	0,15	0,25	0,40	0,65	1,0	1,5	2,5	4,0	6,5	10,0
	f_s	f_s	f_s	f_s	f_s	f_s	f_s	f_s	f_s	f_s	f_s	f_s	f_s	f_s	f_s	f_s
B	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	0,475	0,447	0,479
C	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	0,365	0,366	0,388
D	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	0,303	0,312	0,328
E	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	0,265	0,274	0,285
F	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	0,241	0,248	0,257
G	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	0,221	0,227	0,234
H	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	0,206	0,211	0,216
J	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	0,192	0,197	0,201
K	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	0,182	0,185	0,189
L	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	0,172	0,175	0,179
M	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	0,164	0,167	0,170
N	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	0,157	0,160	0,162
P	↓	0,151	0,153	0,155	0,163	0,171	0,177	0,186	0,193	0,202	0,212	0,226	↑	↑	↑	↑
Q	0,145	0,147	0,149	0,156	0,163	0,168	0,176	0,183	0,190	0,199	0,210	↑	↑	↑	↑	↑
R	0,142	0,144	0,150	0,156	0,161	0,168	0,173	0,180	0,187	0,196	↑	↑	↑	↑	↑	↑

Tablica 23. D.1 – Vrijednosti f_s za dvostruke povezane granice: pooštreni režim kontrole, s-metoda [12]

Code letter	Acceptance quality limit (in percent nonconforming)															
	0,010	0,015	0,025	0,040	0,065	0,10	0,15	0,25	0,40	0,65	1,0	1,5	2,5	4,0	6,5	10,0
	f_s	f_s	f_s	f_s	f_s	f_s	f_s	f_s	f_s	f_s	f_s	f_s	f_s	f_s	f_s	f_s
B	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	0,475	0,447
C	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	0,365	0,366	0,388
D	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	0,303	0,312	0,328
E	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	0,265	0,274	0,285
F	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	0,241	0,248	0,257
G	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	0,221	0,227	0,234
H	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	0,206	0,211	0,216
J	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	0,192	0,197	0,201
K	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	0,182	0,185	0,189
L	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	0,172	0,175	0,179
M	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	0,164	0,167	0,170
N	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	0,157	0,160	0,162
P	↓	0,151	0,153	0,155	0,163	0,171	0,177	0,186	0,196	0,207	0,221	↑	↑	↑	↑	↑
Q	0,145	0,147	0,149	0,156	0,163	0,168	0,176	0,185	0,195	0,206	↑	↑	↑	↑	↑	↑
R	0,140	0,142	0,144	0,150	0,156	0,161	0,168	0,175	0,183	0,192	↑	↑	↑	↑	↑	↑

Tablica 24. D.3 – Vrijednosti f_s za dvostruke povezane granice: smanjeni režim kontrole, s-metoda [12]

Code letter	Acceptance quality limit (in percent nonconforming)															
	0,010	0,015	0,025	0,040	0,065	0,10	0,15	0,25	0,40	0,65	1,0	1,5	2,5	4,0	6,5	10,0
	f_s	f_s	f_s	f_s	f_s	f_s	f_s	f_s	f_s	f_s	f_s	f_s	f_s	f_s	f_s	f_s
B-D	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	▼	0,475	0,426	0,447	0,479	0,602
E	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	0,365	0,350	0,366	0,388	0,484	0,632
F	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	0,303	0,303	0,312	0,328	0,399	0,494	0,598
G	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	0,265	0,267	0,274	0,285	0,333	0,395	0,458	0,599
H	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	0,241	0,243	0,248	0,257	0,292	0,334	0,375	0,461	0,510
J	↓	↓	↓	↓	↓	↓	0,221	0,223	0,227	0,234	0,260	0,290	0,318	0,371	0,397	0,452
K	↓	↓	↓	↓	↓	0,206	0,207	0,211	0,216	0,237	0,260	0,280	0,316	0,333	0,367	0,401
L	↓	↓	↓	↓	0,192	0,194	0,197	0,202	0,218	0,233	0,251	0,277	0,289	0,312	0,333	↑
M	↓	↓	↓	0,182	0,183	0,185	0,189	0,203	0,218	0,230	0,250	0,259	0,276	0,291	↑	↑
N	↓	↓	0,172	0,173	0,175	0,179	0,190	0,203	0,212	0,229	0,235	0,248	0,259	↑	↑	↑
P	↓	0,164	0,165	0,167	0,170	0,180	0,190	0,199	0,212	0,217	0,227	0,236	↑	↑	↑	↑
Q	0,157	0,158	0,160	0,162	0,171	0,180	0,187	0,198	0,202	0,210	0,217	↑	↑	↑	↑	↑
R	0,151	0,153	0,155	0,163	0,171	0,177	0,186	0,190	0,196	0,202	↑	↑	↑	↑	↑	↑

Tablica 25. L.1 – Rizik dobavljača [%] kod normalne kontrole: s-metoda

Code letter	Acceptance quality limit (in percent nonconforming)															
	0,01	0,015	0,025	0,04	0,065	0,10	0,15	0,25	0,40	0,65	1,0	1,5	2,5	4,0	6,5	10,0
B	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	10,8	7,46	8,93
C	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	12,2	8,00	10,8	5,82
D	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	10,8	7,52	10,3	8,74	2,50
E	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	10,3	6,88	10,4	9,07	4,62	3,18
F	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	10,8	7,12	8,54	8,14	3,77	3,34	0,908
G	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	9,81	7,62	9,99	7,49	3,94	3,35	1,45	1,10
H	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	9,88	6,98	9,99	7,95	3,37	3,07	1,21	1,30	0,853
J	↓	↓	↓	↓	↓	↓	8,91	6,61	9,63	8,64	3,91	2,71	1,26	1,28	1,27	1,13
K	↓	↓	↓	↓	↓	9,16	5,79	9,08	7,65	3,99	3,14	0,891	1,12	1,01	1,48	0,568
L	↓	↓	↓	↓	9,45	6,29	8,16	7,54	3,78	3,51	1,24	0,891	1,08	1,37	1,05	↑
M	↓	↓	↓	9,01	6,54	8,99	6,77	3,51	3,12	1,39	1,19	0,685	1,23	0,787	↑	↑
N	↓	↓	8,76	6,26	9,48	7,30	2,97	2,98	1,20	1,43	1,07	0,803	0,741	↑	↑	↑
P	↓	8,09	6,12	9,15	7,88	3,60	2,55	1,18	1,27	1,42	1,44	0,462	↑	↑	↑	↑
Q	8,47	5,32	8,68	7,20	3,74	2,93	0,806	1,10	1,07	1,66	0,759	↑	↑	↑	↑	↑
R	6,00	7,90	7,07	3,52	3,35	1,14	0,821	1,05	1,42	1,18	↑	↑	↑	↑	↑	↑