

**KVANTITATIVNE METODE U GRAĐEVINSKOM
MENADŽMENTU**

predavanja 2017/18

PLANOVI KONTROLE PRIJEMA

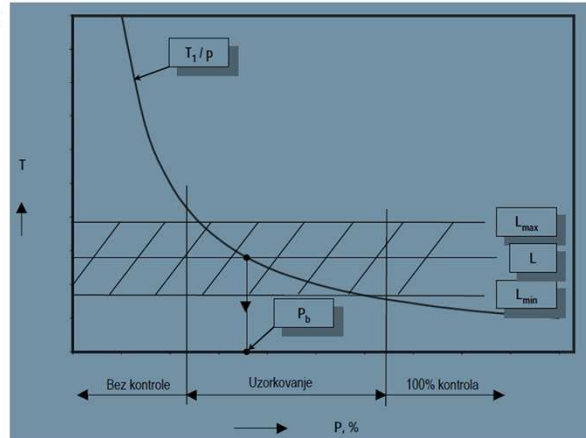
1. Kontrola prijema na osnovu atributa

P8

Statistička kontrola kvaliteta

- može se odnositi na:
 - Statističku kontrolu proizvodnog procesa (SPC - statistical process control)- cilj: uočavanje poremećaja u procesu i preduzimanje odgovarajuće korigujuće akcije
 - Statističku kontrolu prijema robe (AS - acceptance sampling)- cilj: odlučivanje o prihvatanju ili neprihvatanju proizvodne pošiljke na osnovu slučajnog uzorka iz pošiljke, uz mogućnost:
 - 100%-na kontrola
 - kontrola određenog broja uzoraka
 - ne sprovesti kontrolu uopšte

- T1 – jedinični trošak kontrole (trošak kontrole jednog komada)
- T1/p – trošak pronalaska (izdvajanja) jednog lošeg komada
- L – procijenjena šteta (trošak) nastala propuštanjem lošeg komada
- Lmax – procijenjena najveća šteta zbog propuštanja lošeg komada
- Lmin – procijenjena najmanja šteta zbog propuštanja lošeg komada
- pb – granični procenat škarta
- $pb = T1/L$
- Procijenjena šteta (trošak) nastala propuštanjem lošeg komada (L) može biti trošak popravke (dorade) neispravnog proizvoda . U tom slučaju se umjesto termina pb često koristi termin BEP (break-even-point).



https://www.fsb.unizg.hr/atlantis/upload/newsboard/01_01_2012__9063_Kontrola_kvalitete.pdf

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

1. Skupa je. Svaki izrađen dio se mora pojedinačno provjeravati. Efikasnost se postiže samo primjenom mjernih (kontrolnih) automata, a ne aktivnošću kontrolora.
2. Nerazumijevanje značenja (postupka) 100%-tne kontrole. 100 %-tna kontrola je rijetko, u pravilu nikada, potpuna kontrola svih značajki

dijela. To je provjera samo određenih značajki. Izjava "100 %-tna kontrola je potrebna" u pravilu dovodi do pretjerane kontrole pri čemu se propušta ono što je ključno.

3. Uključuje sortiranje. U biti, 100 %-tna kontrola znači odvajanje (sortiranje) loših dijelova od dobrih. To je tzv. «brojanje mrtvih», odnosno postupak koji je potpuno stran suvremenom (preventivnom) pristupu kontroli kvalitete.
4. Može rezultirati prihvaćanjem nekih nesukladnih ili oštećenih dijelova. Brojne nezavisne provjere pouzdanosti 100 %-tne kontrole u odvajanju loših dijelova od dobrih bacili su značajnu sumnju na njenu efikasnost. Monotonija ponavljajućih operacija kontrole može rezultirati nenamjernim prihvaćanjem loših dijelova.
5. Može rezultirati neprihvaćanjem dobrih dijelova. Nekada kontrolori misle da njihov posao nije opravdan od njihovih nadređenih ako stalno prihvaćaju dijelove. To ponekad rezultira prekritičnim interpretacijama specifikacija i neprihvaćanjem zadovoljavajućih dijelova.
6. Može biti nepraktično. U slučajevima gdje su potrebna razorna ispitivanja 100 %-tna kontrola je, naravno, nemoguća.

Uzorkovanje

Pouzdan postupak uzorkovanja može biti relativno jeftin u odnosu na 100 %-tnu kontrolu.

uzorkovanje može značajno smanjiti monotoniju kontrole.

u slučaju razornih ispitivanja to je jedina mogućnost.

Da li treba uzorkovanje biti primijenjeno može postati pitanje praktičnosti ako će nesukladne jedinice biti uklonjene kasnije u toku proizvodnje

rezultati pregleda uzoraka:

Prihvaćanje: Ako se isporuka prihvaća odlazi u tzv. ulazno skladište. Iz ulaznog skladišta uzimaju se dijelovi za potrebe proizvodnje.

Odbijanje: Odbijanje ne znači vraćanje isporuke dobavljaču (osim u ugovorenim situacijama). To znači da isporuku treba sortirati, odnosno 100 % kontrolirati i odvojiti loše od dobrih jedinica. Loše jedinice dobavljač zamjenjuje dobrima

Temeljno pitanje koje se postavlja pri kontroli uzorkovanjem glasi: «Koliki uzorak treba kontrolirati da bi nalaz kontrole bio pouzdan glede procjene razine kvalitete cijele isporuke?»

Planovi kontrole prijema robe

- **Planovi kontrole prijema**- metoda za prijem proizvoda (robe) na osnovu kontrole kvaliteta uzoraka. Odluka o prihvatanju proizvoda temelji se na vjerovatnoći: „Koliko loših jedinica proizvoda može da sadrži ukupna količina (Skup), ako je uzorak pokazao određen broj neispravnih proizvoda”.¹ Na osnovu toga donosi se odluka o prihvatanju ili odbacivanju proizvoda (skupa)
- Moguća su dva tipa kontrole:²
 - **kontrola na osnovu atributnog (kvalitativnog) obilježja**: proizvodi su ispravni ili ne u odnosu na neki atribut (marku betona, ujednačenost boje, hrapavost površina). Zasnivaju se na binomnoj, Puasonovoj ili hipergeometrijskoj raspodjeli
 - **kontrola na osnovu kvantitativnog (mjenog) obilježja**: prihvatanje ili odbijanje prijema na osnovu mjerenja kvantitativnog obilježja i odnosa izmjerene i specificirane-zahitjevene veličine. Zasnivaju se na Studentovoj ili normalnoj raspodjeli
- Postoje pravila kontrole prijema vezana za:³
 - veličinu uzoraka
 - učestalost uzimanja uzoraka
- Ova pravila zasnivaju se na:
 - prethodnom iskustvu u vezi sa kontrolom kvaliteta proizvoda koji se nabavlja od pojedinih dobavljača (za proizvođače za koje se prema iskustvu zna da imaju dobar kvalitet, ova ispitivanja treba svesti na minimum). Tako se mogu primjenjivati smanjena, normalna i pooštrena kontrola u zavisnosti od prethodnog iskustva sa dobavljačem (vidi MEST ISO 2859-1)
 - elementima tehničke statistike (kako bi se procijenila vjerovatnoća prema specifikaciji odgovarajućih ili neodgovarajućih partija proizvoda)
 - poznavanju specifikacija za proizvod

1) <http://www.dpm.ftn.uns.ac.rs/dokumenti/katedra0155/Merenje%20i%20kvalitet/PLANOVI%20PRIJEMA.pdf>

2)izvor: http://www.tf.uns.ac.rs/~omorr/radovan_omorjan_003_is/Osnovi_inzenjerske_statistike.pdf

10. Statisticka kontrola kvaliteta

Vecinu šema za kontrolu prijema robe i kontrolu procesa planiraju statistickari, ali je za osobu koja treba da ih primenjuje korisno da razume osnovne principe i ideje na kojima se te šeme zasnivaju, kao i znacenje pojedinih termina. Tako, ovde ce biti izloženi osnovni principi i metode, a zainteresovanog citaoca, radi šireg upoznavanja, upucujemo na odgovarajucu literaturu [Duncan,1974; Wetherill,1977; Guenther,1977 i Hald,1981].

10.1 KONTROLA PRIJEMA ROBE

Prilikom primanja (ili odašiljanja) pošiljke nekog proizvoda, u opštem slucaju se ne praktikuje provera ispravnosti svakog pojedinog komada. Stopostotna kontrola proizvoda bila bi neekonomicna, a nemoguca u slucaju kada se postupkom provere proizvod oštećuje. Tako se kontrola najčešće sastoji u uzimanju uzorka iz pošiljke, na osnovu koga se procenjuje kvalitet citave pošiljke i donosi odluka o prihvatanju ili odbacivanju (vracanje proizvođacu) pošiljke, polazeci od unapred zadatog standarda kvaliteta. S obzirom na tip pokazatelja kvaliteta, kao statistickog obeležja, razlikujemo dva tipa kontrole :

1. Kontrola na osnovu atributivnog (kvalitativnog) obeležja (sampling by attributes).
2. Kontrola na osnovu kvantitativnog (merenog) obeležja (sampling by variables).

Kod atributivne kontrole, proizvodi se najčešće razvrstavaju na ispravne i neispravne. Tipican primer je kontrola sijalica. Kod kontrole na osnovu kvantitativnog obeležja, pokazatelj kvaliteta je numericka promenljiva cija je vrednost rezultat merenja, recimo sadržaj neke supstance u proizvodu, ili njegova viskoznošć itd.

3) Flašar, A. Kontrola kvaliteta u građevinarstvu, Novi Sad 1984.

Mogućnost primjene planova kontrole prijema u građevinarstvu

- **kvalitet** = skup svih karakteristika koje treba dostići da bi se zadovoljile potrebe korisnika
- karakteristike kvaliteta građevinskih materijala:
 - fizičko-mehanička svojstva (čvrstoća pri pritisku, savijanju...)
 - oblik koji mora odgovarati funkcionalnim zahtjevima za proizvod,
 - izgled površine proizvoda (oštećenja, hrapavost...), boja , tačnost dimenzija...
- bez primjene kriterijuma prihvatanja ili neprihvatanja partija kontrolisanih uzorcima, može se desiti da se:
 - na osnovu malih uzoraka odbacuju velike količine materijala, ili se
 - neselektivno i subjektivno prihvataju velike količine matreijala
- Prednost planova kontrole prijema:
 - postoje unaprijed definisani kriterijumi prijema
 - saglasnost proizvođača i korisnika o primjeni kriterijuma
- Preduslovi za sprovođenje kontrole prijema
 - Tehničkom dokumentacijom-propisima i crtežima definisani su svojstva i karakteristike, oblik i tolerancije mjera
 - Pri sporazumijevanju proizvođača (prodavca) i potrošača (kupca), utvrđuju se karakteristike kvaliteta koje će biti ispitivane i kontrolisane
 - Karakteristike kvaliteta se klasifikuju kako bi se posebna pažnja obratila na bitne i uticajne karakteristike

Flašar, A. Kontrola kvaliteta u građevinarstvu, Novi Sad 1984.

veliki broj materijala se ugrađuje, pa je i velika zavisnost kvaliteta objekta od kvaliteta tih materijala

Osnovne karakteristike planova kontrole prijema na osnovu atributa

- Elementi planova:¹
 - veličina uzorka n
 - veličina partije N
 - broj defektnih primjeraka proizvoda u partiji M
 - proporcija defektnih elemenata u partiji $P=M/N$ (manje P znači bolji kvalitet partije)
 - dozvoljeni broj defektnih elemenata (broj prihvatanja) c
 - broj defektnih primjeraka proizvoda u uzorku h
 - ako je $h \leq c$, partija proizvoda se prima, odnosno smatra se da partije koje su primljene imaju ugovoren kvalitet definisan preko P
 - ako je $h > c$, partija proizvoda se ne prima
 - kod partija koje nijesu prihvaćene uobičajena je 100% kontrola kvaliteta te partije, odbacivanje svih defektnih elemenata te partije i naknadni prijem samo ispravnih proizvoda od strane kupca
 - vjerovatnoća prijema partija dobrog kvaliteta (što je kvalitet lošiji odnosno P veće, to je vjerovatnoća prijema takva partije manja)

1) Flašar, A. Kontrola kvaliteta u građevinarstvu, Novi Sad 1984.

izvor: http://www.tf.uns.ac.rs/~omorr/radovan_omorjan_003_is/Osnovi_inzenjerske_statistike.pdf

10.1 KONTROLA PRIJEMA ROBE

.....

Postoje različiti planovi kontrole (sampling plan), tj. različite šeme uzimanja uzoraka i donošenja odluke o prihvatanju ili odbacivanju pošiljke. Najjednostavniji plan kontrole je onaj na osnovu atributivnog obeležja uz uzimanje samo jednog uzorka. Različiti planovi će biti razmotreni u Pogl. 10.2 pri čemu ćemo se ograničiti na atributivnu kontrolu.

Statistička analiza planova atributivne kontrole (ispravan-neispravan) se najčešće zasniva na binomnom modelu (Pogl. 2.6) za broj neispravnih delova u uzetom slučajnom uzorku, čiji parametar p predstavlja udeo (proporciju) defektnih proizvoda u pošiljci. Pri tom, ako su uzeti uzorci dovoljno mali u odnosu na pošiljku, pretpostavlja se da se parametar p ne menja uzimanjem uzoraka. Dobrim planom kontrole smatramo onaj koji obezbeđuje da će "dobre" isporuke biti najverovatnije prihvaćene, a "loše" isporuke najverovatnije vraćene proizvođaču.

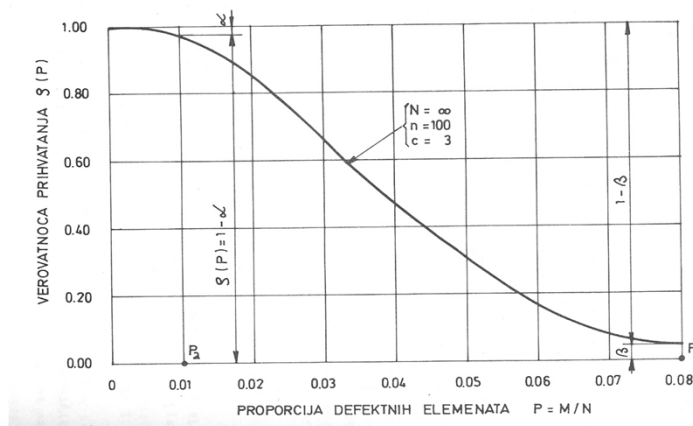
Odluka se donosi na osnovu prethodno utvrđene dozvoljene granice za broj loših proizvoda u uzorku. Ne postoji idealan plan, tj. svaki sadrži rizik da će biti odbacena dobra pošiljka - rizik proizvođača, kao i rizik da će biti prihvaćena loša pošiljka - rizik kupca. Dakle rizik proizvođača predstavlja verovatnoću odbacivanja dobre pošiljke, a rizik kupca predstavlja verovatnoću prihvatanja loše pošiljke. Zato, proizvođač i kupac po pravilu zajedno biraju šemu kontrole, koja će biti prihvatljiva za obe strane.

Pre svega, kupac je dužan da navede kakav nivo kvaliteta mu je potreban, odnosno prihvatljivi nivo kvaliteta (acceptable quality level - A.Q.L), pod kojim se kod atributivne kontrole podrazumeva dozvoljena proporcija neispravnih komada u pošiljci, i označimo je sa p_1 (ili P_a , u drugoj literaturi). Tako se dobrom pošiljkom smatra ona za koju je $p \leq p_1$. Idealna šema kontrole bi obezbedila da dobra pošiljka bude sigurno prihvaćena, tj. rizik proizvođača bude jednak nuli ($= 0$). Anuliranje rizika proizvođača moguće je međutim samo pri potpunoj (stopostotnoj) kontroli pošiljke. Pošiljka koja sadrži više od p_1 % neispravnih delova ($p > p_1$) ne smatra se u opštem slučaju lošom, odnosno kupac određuje i najveću dozvoljenu proporciju loših komada u pošiljci, p_2 (ili P_b u drugoj literaturi), koju ćemo zvatiti granica tolerancije pošiljke (lot tolerance percentage defective - L.T.P.D). Ako je $p \geq p_2$, pošiljka se smatra lošom. Idealno, kao rezultat kontrole svaka loša pošiljka se odbacuje, tj. rizik kupca je jednak nuli, ali je to moguće samo pri stopostotnoj proveru pošiljke.

Plan uzorka i operaciona kriva

- operaciona kriva ($L(p)$ ili $p(P)$) prikazuje vjerovatnoću prihvatanja partije proizvoda za izabranu:
 - veličinu uzorka (n),
 - veličinu partije (N)
 - broj prihvatanja (c)
 - u zavisnosti od proporcije defektnih proizvoda u partiji ($P=M/N$)
- Operaciona kriva je stvar dogovora proizvođača i kupca, a konstruiše se na osnovu jedne od raspodjela:
 - binomne, (primjenljivo ako je $n \leq 0,1N$)
 - Puasonove, (primjenljivo ako je $n/c \geq 30$)
 - hipergeometrijske raspodjele (primjenljivo za $n > 0,1N$)

- **P_a** (acceptable quality level - AQL) - prihvatljivi nivo kvaliteta = najveći procenat škarta koji se može prihvatiti (dogovoren između kupca i isporučioća)
- **α** - rizik proizvođača: vjerovatnoća da partija proizvoda sa prihvatljivim nivoom kvaliteta **P_a** neće biti prihvaćena
- **P_b** (lot tolerance percentage defective - LTPD) - granica tolerancije proporcije defektnih elemenata (dogovor)
- **β** - rizik kupca: vjerovatnoća da će partija proizvoda sa kvalitetom lošijim od **P_b** biti prihvaćena
- **α i β** se definišu u sklopu operacionih karata i uobičajeno se nalaze u granicama 5% do 10%



Slika, izvor: Flašar, A. Kontrola kvaliteta u građevinarstvu, Novi Sad 1984

izvor: http://www.tf.uns.ac.rs/~omorr/radovan_omorjan_003_is/Osnovi_inzenjerske_statistike.pdf

Operaciona kriva

Budući da je stopostotna provera svih pošiljki robe nepraktična ili nemoguća, u cilju kontrole rizika proizvođača i kupca se konstruišu operacione krive. Operaciona ili OC kriva predstavlja grafik verovatnoće prihvatanja pošiljke, kao funkcije proporcije neispravnih delova p u njoj, za dati plan kontrole. Plan kontrole određuje uslove prihvatanja ili odbacivanja pošiljke. Jasno je da posmatrana funkcija, $L(p)$ treba da ima sledeće karakteristike:

1. Monotono opada;
2. $L(0) = 1$; $L(1) = 0$

O-C kriva. Rizik proizvođača α , za dati prihvatljivi nivo kvaliteta, p_1 jednak je verovatnoci da će (dobra) pošiljka sa $p_1\%$ neispravnih proizvoda biti odbacena: $\alpha = 1 - L(p_1)$

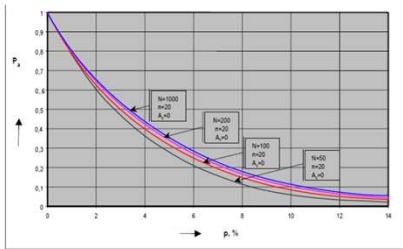
Rizik kupca β , za datu granicu tolerancije, p_2 jednak je verovatnoci da će (loša) pošiljka, sa $p_2\%$ neispravnih proizvoda biti prihvaćena: $\beta = L(p_2)$

Treba reci da, iako su neprihvatljive samo one isporuke koje imaju $p > p_2$, proizvođač je zainteresovan da održava kvalitet, odnosno da p održava manjim od p_1 , jer pri povećavanju proporcije neispravnih delova od p_1 do p_2 , brzo opada verovatnoća prihvatanja, tj. raste verovatnoća odbacivanja pošiljke (vidi sl.)

Idealni plan kontrole, pri $p_1 = p_2$, koji obezbeđuje da se prihvataju sve pošiljke sa proporcijom neispravnih delova manjom od p_1 , a one sa $p > p_1$ vraćaju proizvođaču, bio bi stepenasti dijagram sa pravom linijom (verovatnoćom = 1) za proporciju neispravnih delova od 0 do p_1 i sa pravom linijom (verovatnoćom = 0) za proporciju neispravnih delova većom od p_1 .

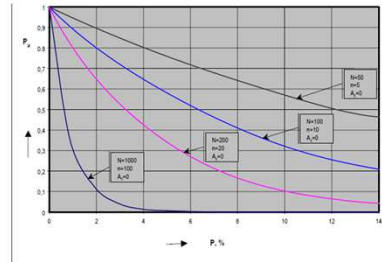
Zadatak izracunavanja O-C krive za odabrani plan kontrole je obično direktan, odnosno jednostavan. Za konstrukciju operacione krive koristi se binomna raspodjela, jer se statistička analiza planova atributivne kontrole (ispravan-neispravan) najčešće zasniva na binomnom modelu (Pogl. 2.6) za broj neispravnih delova u uzetom slučajnom uzorku, čiji parametar p predstavlja udeo (proporciju) defektnih proizvoda u pošiljci. Pri tom, ako su uzeti uzorci dovoljno mali u odnosu na pošiljku, pretpostavlja se da se parametar p ne menja uzimanjem uzoraka.

Uticaj n, N, odnosna N/n i c, odnosno Ac na planove kontrole



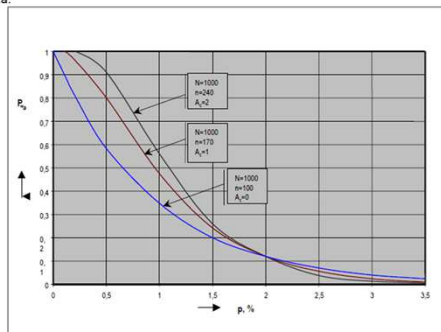
n = 20
Ac = 0

➤ Zadržavanjem konstantne veličine uzorka n i broja za prihvatanje Ac, a promjenom veličine isporuke N, praktički nema promjena uvjeta za kupca i dobavljača.



Ac = 0
N/n = 10

➤ Promjenom veličine isporuke N, uz zadržavanje odnosa N/n konstantnim, drastično se mijenjaju i kupceve i dobavljačeve pogodnosti (odgovarajući rizici).



AQL = 0,5 %
LQ = 2,0 %

➤ Veći uzorak je povoljniji za dobavljača (manji α - rizik).
➤ Kada je Ac = 0 operativna krivulja nema točku infleksije.

Primjer 1. Pretpostavimo sledeću šemu kontrole. Iz velike pošiljke se uzima jedan uzorak od $n = 20$ proizvoda i pošiljka se prima ako je broj neispravnih djelova, c u njoj manji od 2.

a) Nacrati O-C krivu

b) odrediti rizike proizvođača i kupca pri $p_1 = 5\%$ i $p_2 = 15\%$.

Rješenje:

- U skladu sa datom definicijom, funkcija $L(p)$ predstavlja verovatnoću :

$$L(p) = P(x < 2) = P(X=0) + P(X=1)$$

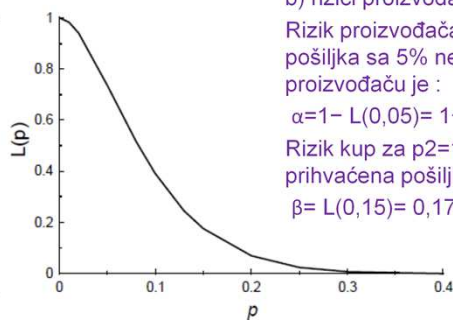
- ako se primjeni binomni zakon raspodjele, jer $n \leq 0,1N$, onda se ove vjerovatnoće mogu sračunati na osnovu formule:

$$\begin{aligned} Lp &= \sum_0^1 \binom{n}{x} \cdot p^x \cdot (1-p)^{n-x} = \binom{20}{0} \cdot p^0 \cdot (1-p)^{20} + \binom{20}{1} \cdot p^1 \cdot (1-p)^{19} \\ &= (1-p)^{19} \cdot (1-p + 20p) = (1-p)^{19} \cdot (1 + 19p) \end{aligned}$$

a) nacrtati krivu

- Kad se uvrste različite vrijednosti p i sračunaju odgovarajuće vrijednosti Lp , dobija se tabela, na osnovu koje se nacrtava grafik OC

p	$L(p)$
0	1
0.01	0.9831
0.02	0.9401
0.05	0.7358
0.08	0.5169
0.1	0.3917
0.13	0.2461
0.15	0.1756
0.2	0.0692
0.25	0.0243
0.3	0.0076
0.4	0.0005



b) rizici proizvođača i kupca

Rizik proizvođača za $p_1 = 5\%$, tj. vjerovatnoća da će pošiljka sa 5% neispravnih proizvoda biti vraćena proizvođaču je :

$$\alpha = 1 - L(0,05) = 1 - 0,7358 = 26,42\%$$

Rizik kupca za $p_2 = 15\%$, tj. vjerovatnoća da će biti prihvaćena pošiljka sa 15% neispravnih proizvoda je :

$$\beta = L(0,15) = 0,1756 = 17,56\%$$

Izbor pogodnih planova kontrole prijema

- treba utvrditi veličinu partije (N) iz koje se uzima uzorak
- izabrati veličinu uzorka n , težiti što većoj veličini uzorka (u razumnim granicama)
- odrediti broj prihvatanja c , za veće uzorke treba izbjegavati da broj prihvatanja bude $c=0$
- tok operacione krive treba da u početku opada sporo, zatim naglije, a na kraju opet sporo (to se najčešće događa kad je uzorak veliki u odnosu na partiju koja se kontroliše $n > 0,1N$, a broj prihvatanja $c > 0$)
- dogovoriti rizik proizvođača α i rizik kupca β
- ako postoji više OC krivih koje bi zadovoljile i kupca i prodavca izabrati onu za čiji plan uzorka treba najmanje rada na kontroli

U praksi je često potrebno projektovati plan kontrole sa zadatim vrijednostima p_1 , p_2 , α i β . Drugim riječima, treba pronaći onu šemu kontrole čija OC kriva prolazi kroz dvije tačke: $(p_1, 1 - \alpha)$ i (p_2, β) , odnosno odrediti kolika treba da je veličina uzorka n i kriterijum prihvatanja c (time se nećemo baviti)

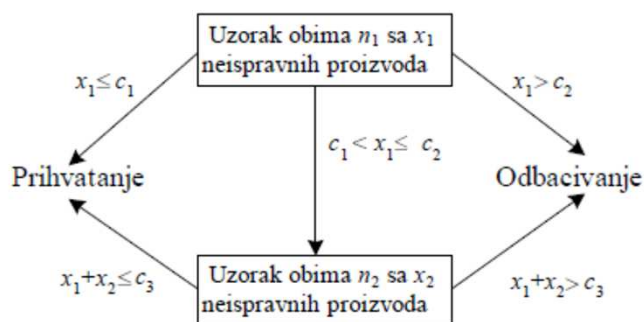
Za ove potrebe razvijeni su različiti standardi, koji uspostavljaju vezu između N , n , AQL i Ac , i omogućavaju adekvatan izbor planova prijema

Prosječni izlazni kvalitet

- prilikom pregleda se javljaju dvije vrste partija:
 - prihvaćene (kod kojih uočeni broj neispravnih proizvoda h nije veći od dozvoljenog broja neispravnih proizvoda c - broja prihvatanja)
 - neprihvaćene (koji ne zadovoljavaju ovaj uslov), pa su partije vraćene proizvođaču da izvrši 100% kontrolu i zamijeni neispravne
- prosječan broj neispravnih elemenata po jednoj partiji je:
$$\rho(P) \cdot P \cdot (N - n)$$
 - gdje je;
 - $N-n$ = broj nepregledanih elemenata
 - P – vjerovatnoća da u partiji ima P defektnih elemenata u prosjeku
 - $\rho(P)$ - vjerovatnoća da će partija koja sadrži P neispravnih proizvoda biti primljena
- prosječan izlazni kvalitet Q :
$$Q = \rho(P) \cdot P \cdot \frac{(N - n)}{N} = \rho(P) \cdot P$$
 - gdje je;
 - $N-n / N \rightarrow 1$, kad $N \rightarrow \infty$

Tipovi planova kontrole

- **jednostavan uzorak**- uzimanje jednog jedinog uzorka i odlučivanje na osnovu broja defektnih proizvoda u uzorku
- **dvostepeni (dvoetajni) uzorak** - Najpre se uzima uzorak obima n_1 i pošiljka prihvata, ako broj nadenih neispravnih komada, x_1 ne prelazi c_1 ($x_1 \leq c_1$). Pošiljka se odbacuje ako je broj neispravnih komada veći od c_2 ($x_1 > c_2$). Inače, tj. ako je $c_1 < x_1 \leq c_2$, uzima se još jedan uzorak obima n_2 i ako ukupan broj neispravnih delova u oba uzorka ($x_1 + x_2$) ne prelazi granicu c_3 , pošiljka se prihvata, a inače odbacuje
- **višestepeni (višeetajni uzorak)** –slično kao dvostepeni, ali u 5 faza (uzima se svaki put isti broj uzoraka koji se ispituje)



Slika 10.3 Šema dvoetajne kontrole

izvor: http://www.tf.uns.ac.rs/~omorr/radovan_omorjan_003_is/Osnovi_inzenjerske_statistike.pdf

10.2 TIPOVI PLANOVA KONTROLE

Zadatak izracunavanja O-C krive za odabrani plan kontrole je obicno direktan, odnosno jednostavan.

Opisacemo nekoliko osnovnih tipova planova kontrole.

Jednostavan plan

To je najjednostavnija šema kontrole i sastoji se od uzimanja jednog jedinog uzorka obima n i prihvatanju pošiljke ako broj nadenih neispravnih komada ne prelazi zadatu granicu c . Broj c se naziva i prihvatljiv broj neispravnih delova u uzorku. Teba reci da nije uvek moguće naci jednostavan plan koji tacno zadovoljava postavljene uslove p_1, p_2, i, s , obzirom da traženi obim uzorka n i prihvatljiv broj c moraju da budu celi brojevi. Približna rešenja u takvim slucajevima mogu se naci u odgovarajucim tabelama [Duncan, 1974, Wetherill, 1977].

Dvoetajna kontrola

U pitanju je kontrola u dva stupnja. Najpre se uzima uzorak obima n_1 i pošiljka prihvata, ako broj nadenih neispravnih komada, x_1 ne prelazi c_1 ($x_1 \leq c_1$). Pošiljka se odbacuje ako je broj neispravnih komada veći od c_2 ($x_1 > c_2$). Inace, tj. ako je $c_1 < x_1 \leq c_2$, uzima se još jedan uzorak obima n_2 i ako ukupan broj neispravnih delova u oba uzorka ($x_1 + x_2$) ne prelazi granicu c_3 , pošiljka se prihvata, a inace odbacuje (vidi Sl. 10.3).

Standardi za kontrolu prijema MEST ISO 2859-1:2017- identičan sa ISO 2859-1

Primjenjuje se na neprekinute nizove partija (lot-by-lot)

Opšta procedura propisana standardom

- Ugovorom dobavljač i kupac definišu:
 - nivo kontrole ¹ (inspections level), od standardom predviđenih specijalnih (S-1, S-2, S-3, S-4) i opštih nivoa (I, II, III)
 - prihvatljiv nivo kvaliteta *Pa* (acceptable quality level - A.Q.L) bilo kao procenat dozvoljenih neusaglašenih proizvoda, bilo kao broj neusaglašenosti (neusaglašenih karakteristika kvaliteta) na 100 jedinica proizvoda
- bira se odgovarajući plan prijema:
 - jednostruko,
 - dvostruko ili
 - višestruko uzorkovanje
- Postoje tri tipa kontrole (pod određenim uslovima se mora preći sa nižeg na viši nivo kontrole i obrnuto²)
 - Na početku se koristi normalni pregled (*normal inspection*)- treba da proizvođač ima veću vjerovatnoću prihvatanja ako je u partiji procenat defektnih proizvoda manji od prihvatljivog procenta *Pa*-(acceptable quality level - A.Q.L)
 - Pooštreni (strožiji) pregled (*tightened inspection*) strožiji kriterijumi i broj uzoraka, kada se na osnovu prethodnih ispitivanja može posumnjati da je u partiji procenat defektnih proizvoda manji od prihvatljivog procenta *Pa*-(acceptable quality level - A.Q.L)
 - Smanjeni (redukovani) pregled (*reduced inspection*) plan sa manjim uzorkom od normalnog pregleda i kriterijumom prihvatanja uporedivim sa normalnim pregledom

1) izvor: https://www.fsb.unizg.hr/atlantis/upload/newsboard/01_01_2012__9063_Kontrola_kvalitete.pdf

Opšti obim kontrolisanja u tri nivoa (Three inspection levels) I, II, i III, su dati, a ako se drugačije ne specificira uobičajeno se koristi nivo II. Kad treba manje diskriminacije koristi se nivo I, a za više nivo III.

Specijalni nivoi kontrole S1, S2, S3 i S4 mogu biti korisni ako su mali uzorci potrebni, a treba tolerisati veliki rizik uzorkovanja.

2) izvor: <http://hrcak.srce.hr/129378>

Pravila i postupci prijelaza

Pri uobičajenom pregledu uvodi se stroži pregled kad se ne prihvate dvije od pet ili manje uzastopnih partija pri početnom pregledu.

Pri strožem pregledu vraća se na uobičajeni pregled kad se pri početnom pregledu pet uzastopnih partija ocijeni prihvatljivim.

Kad se provodi uobičajeni pregled, uvodi se blaži pregled pod uvjetom da se ispune svi ovi uvjeti:

da je 10 prethodnih partija podnesenih na uobičajeni primljeno pri početnom pregledu

da je ukupni broj nesukladnih jedinica u uzorcima iz prethodnih 10 partija jednak ili manji od primjenjivoga graničnog broja danog u tablici VIII. Ako se upotrebljava dvokratno ili višekratno uzorkovanje, trebali bi biti uključeni svi pregledani uzorci, a ne samo "prvi uzorci"

da se proizvodnja odvija ustaljenom brzinom

da odgovorni ocjenjivač smatra poželjnim blaži pregled

Kad se provodi blaži pregled, vraća se na uobičajeni pregled, ako se u početnom pojavi bilo što od ovoga:

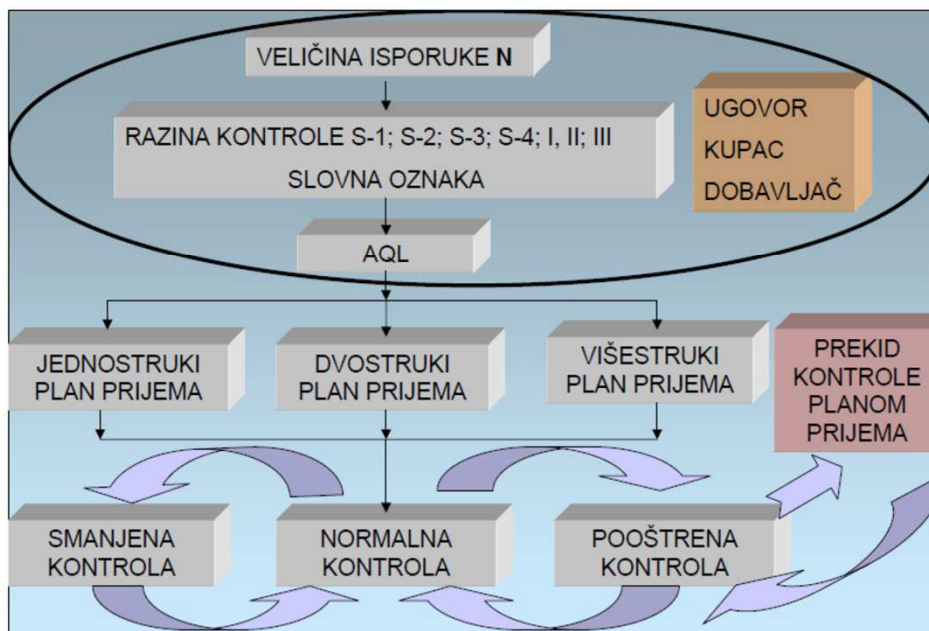
ako koja partija ne bude primljena, ili

ako se koja partija smatra prihvatljivom prema postupcima za blaži pregled, ili

ako proizvodnja postaje nepravilna ili kasni, ili

ako drugi uvjeti nalažu da se vrati na uobičajeni pregled Ako ukupni broj partija koje nisu primljene u nizu uzastopnih partija pri početnom strožem pregledu dosegne 5, postupci prihvatanja prema ovom dijelu norme ISO 2859 prekidaju se.

Opšta procedura



https://www.fsb.unizg.hr/atlanis/upload/newsboard/01_01_2012__9063_Kontrola_kvalitete.pdf

Tabele za određivanje veličine uzorka u planovima prijema

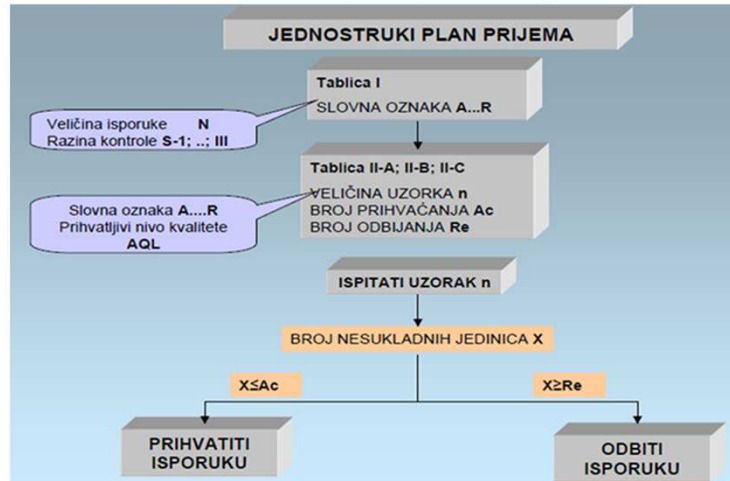
- izabrati veličinu partije (Lot size)
- nivo kontrole (inspections level)
- u presjeku očitati slovnu oznaku veličine uzorka

Table 1 - Sample size code letters (see 10.1 and 10.2)

Lot size	Special inspection levels				General inspection levels		
	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

Procedura jednostrukog plana prijema (jednostrukog uzorkovanja)

1. na osnovu veličine partije N , odredi se veličina uzorka n (koristeći tabelu 1)
2. na osnovu tipa kontrole (normalna, strožija ili redukovana) biraju se tablice u kojima je data veza između n i ugovorenog nivoa kvaliteta AQL
3. iz tablica se očitava broj prihvatanja Ac i broj odbijanja Re (u presjeku odgovarajuće kolone i reda)
4. iz partije se zatim kontroliše po nekom atributu n uzoraka, i ako se u tim uzorcima nadje Ac ili manje neispravnih (neusaglašenih), onda se partija prihvata, u suprotnom se odbacuje



Tabele 2. u jednostrukim planovima prijema

- postoje tabele za normalni, strožiji i redukovani sistem kontrole

Table 2-A — Single sampling plans for normal inspection (Master table)

Sample size 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		
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	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	

⬇ = Use the first sampling plan below the arrow. If sample size equals, or exceeds, lot size, carry out 100% inspection.
 ⬆ = Use the first sampling plan above the arrow.
 Ac = Acceptance number
 Re = Rejection number

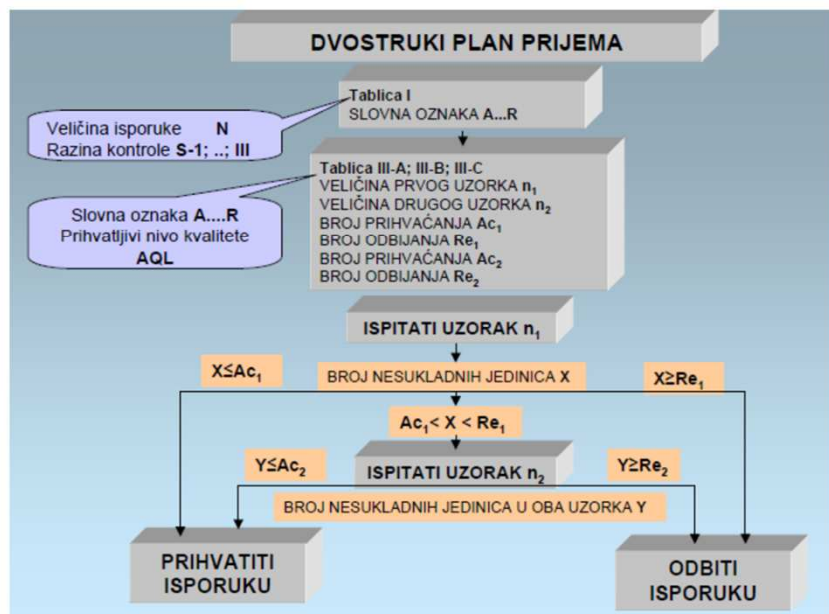
Kada je nivo kvaliteta definisan kao procenat neusaglašenih proizvoda, AQL ne treba da pređe više od 10%, pa se u tabeli primjenjuju kolone od 0,010 do 10.

Ako je nivo kvaliteta definisan kao broj neusaglašenosti (karakteristika kvaliteta) na 100 jedinica, onda AQL može ići do 1000

Procedura dvostrukog plana prijema (dvostrukog uzorkovanja)

1. na osnovu veličine partije **N**, odredi se veličina uzorka **n** (koristeći tabelu 1)
2. na osnovu tipa kontrole (normalna, strožija ili redukovana) biraju se tablice u kojima je data veza između **n1 (prvostepeni uzorak)** i **n2 (drugostepeni uzorak)** i ugovorenog nivoa kvaliteta **AQL**
3. iz tablica se očitaju broj prihvatanja **Ac** i broj odbijanja **Rc** za svaku fazu uzorkovanja (u presjeku odgovarajuće kolone i reda)
4. iz partije se zatim kontroliše po nekom atributu najprije **n1** uzoraka, i ako se u tim uzorcima nađe **Ac1** ili manje neispravnih (neusaglašenih), onda se partija prihvata; a ako se nađe **Rc1** ili više neispravnih, onda se odbacuje. Ako se nađe između **Ac1** i **Rc1**, onda se prelazi na drugu fazu ispitivanja.
5. u drugoj fazi se uzima uzorak obima **n2** i kontroliše po nekom atributu. Prihvatanje se obavlja na osnovu ukupnog broja neusaglašenih proizvoda u oba uzorka (x_1+x_2), pod uslovom da je ovaj broj manji ili jednak **Ac2** (u presjeku odgovarajuće kolone AQL i reda koji se odnosi na drugi uzorak). Ako je ukupan broj neusaglašenih veći ili jednak od broja **Rc2** partija se odbacuje.

Procedura dvostrukog plana prijema (dvostrukog uzorkovanja)



Tabele 3. u dvostrukim planovima prijema

Table 3-A — Double sampling plans for normal inspection (Master table)

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)																											
				AQL values																											
				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				
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																												

↕ = Use the first sampling plan below the arrow. If sample size equals, or exceeds, lot size, carry out 100 % inspection.

↕ = Use the first sampling plan above the arrow.

Ac = Acceptance number

Re = Rejection number

* = Use the corresponding single sampling plan (or alternatively use the double sampling plan below, where available).

Kada je nivo kvaliteta definisan kao procenat neusaglašenih proizvoda, AQL ne treba da pređe više od 10%, pa se u tabeli primjenjuju kolone od 0,010 do 10.

Ako je nivo kvaliteta definisan kao broj neusaglašenosti (karakteristika kvaliteta) na 100 jedinica, onda AQL može ići do 1000

Literatura

- Flašar, A. Kontrola kvaliteta u građevinarstvu, Novi Sad 1984
- Mudronja, V.: Kontrola kvalitete, https://www.fsb.unizg.hr/atlantis/upload/newsboard/01_01_2012_9063_Kontrola_kv_alitete.pdf
- http://www.dpm.ftn.uns.ac.rs/dokumenti/katedra0155/Merenje_i_kvalitet/PLANOVI_PRIJEMA.pdf
- Paunović, R., Omorjan, R. Osnovi inženjerske statistike, Tehnološki fakultet u Novom Sadu, http://www.tf.uns.ac.rs/~omorr/radovan_omorjan_003_is/Osnovi_inzenjerske_statistike.pdf
- ISO 28591:1999 <http://bayanbox.ir/view/9209880109389627687/ISO-2859.pdf>