

Berislav Žmuk, univ. spec. oec.

POVIJESNI PREGLED RAZVOJA METODA STATISTIČKE KONTROLE KVALITETE

HISTORICAL OVERVIEW OF STATISTICAL METHODS OF QUALITY CONTROL

SAŽETAK: Razvijena gospodarstva shvatila su da cjenovne konkurencija gubi na važnosti u korist konkurentnosti u kvaliteti. Navedenu činjenicu su najranije prihvatile Sjedinjene Američke Države, potom Japan te naposljetku preostale zemlje. Posebno važno mjesto u proučavanju i ispitivanju kvalitete ima statistička kontrola kvalitete koja je postala veoma važan alat u svakom poduzeću kao pomoć menadžmentu u donošenju odluka. U ovom radu je predložen kronološki pregled intelektualnih dostignuća u razvoju statističke kontrole kvalitete te su istaknuti najvažniji teoretičari iz tog područja. Na temelju rada i dostignuća predstavljenih teoretičara nastavlja se razvoj metoda statističke kontrole kvalitete.

KLJUČNE RIJEČI: statistička kontrola kvalitete, statistička kontrola procesa, kontrolne karte, upravljanje kvalitetom, dizajn eksperimenta.

ABSTRACT: The developed economies have realized that price competition is losing importance in favor of competitive quality. These facts were accepted by the earliest United States, then Japan and finally the remaining countries. Particularly important role in studying and testing the quality of a statistical quality control that has become an important tool in every company to assist management in decision making. This paper has shown a chronological overview of the scope of intellectual development in statistical quality control, and the most prominent theorists in this area. On the basis of the work and achievements presented by theorists continued development of methods of statistical quality control

KEYWORDS: statistical quality control, statistical process control, control charts, quality management, design of experiment.

1. UVOD

Gospodarski razvoj i napredak natjerao je poduzeća da, osim cjenovnoj konkurentnosti, veliku pozornost posvete i konkurentnosti u kvaliteti. Kvaliteta je mjera ili pokazatelj koji pokazuje volumen odnosno iznos uporabne vrijednosti nekog proizvoda ili usluge za zadovoljenje točno određene potrebe na određenom mjestu i u određenom trenutku (Injac, 2002b, str. 72). Kad je kvaliteta proizvoda zadovoljavajuća, a vrijednost prihvatljiva, tek tada će kupac biti spreman ući u proces razmjene s proizvođačem. Prema normi ISO 9000 (eng. *International Organization for Standardization*) iz 2000. godine kvaliteta jest skup karakteristika odnosno svojstava na temelju kojih se pravi razlika u ispunjavanju zahtjeva odnosno potreba ili očekivanja koja su navedena (Lazibat, 2005, str. 105-106). Percepcija kvalitete ponajprije ovisi o samom potrošaču pojedincu, a značajke kvalitete proizvoda koje pridonose kvaliteti, kako je percipira potrošač, jesu značajke koje određuju funkcionalnost proizvoda, značajke koje određuju pouzdanost i trajnost proizvoda te značajke koje čine hedonistički dodatak proizvodu (Lazibat, 2009, str. 42-44).

Proizvođač, kako bi uspješno prodao svoj proizvod, svakako treba voditi brigu i računa o potrošačevoj percepciji kvalitete vlastitih proizvoda što pridonosi važnosti provođenja i analiziranja odnosno kontroliranja kvalitete u poduzeću. Upravo metode statističke kontrole kvalitete služe menadžmentu poduzeća kao pomoć i alat u odlučivanju u svrhu unapređenja kvalitete poslovnog procesa. Metode statističke kontrole kvalitete u prošlosti nisu imale značajnu ulogu u poslovanju poduzeća te nisu pronalazile razumijevanja kod menadžmenta poduzeća. S protekom vremena, ipak su menadžeri uspjeli prepoznati potencijal i snagu koju pružaju metode statističke kontrole kvalitete te su tako danas postale nezamjenjiv alat odlučivanja i upravljanja. Cilj ovog rada jest dati pregled razvoja statističke kontrole kvalitete kako bi se stekao uvid u postojeća dostignuća na tom području. Pregled istaknutih teoretičara statističke kontrole kvalitete stvoriti će dobru podlogu za nastavak proučavanja metoda statističke kontrole kvalitete.

Rad se sastoji od četiri dijela. Nakon uvoda, drugi dio rada se bavi kronološkim pregledom povijesnog razvoja metoda statističke kontrole kvalitete. Treći dio rada bavi se znanstvenicima koji su dali značajan doprinos razvoju metoda statističke kontrole kvalitete. Posljednji, četvrti dio rada, predstavlja zaključak.

2. POVIJESNI RAZVOJ STATISTIČKE KONTROLE KVALITETE

Jedna od starih latinskih poslovice glasi „*Historia est magistra vitae*” odnosno „povijest je učiteljica života”. Ta poslovice mogla bi se primijeniti i na područje razvoja metoda statističke kontrole kvalitete. Povijest razvoja kvalitete seže u sam početak čovječanstva i pokazuje da je kvaliteta imala velik utjecaj na njega. Zasiurno današnji svijet ne bi bio ovakav kakav jest da se i u prošlosti nije velika pozornost pridavala kvaliteti, primjerice kvaliteti gradnje građevina. Mnoge građevine od prijašnjih generacija ili čak civilizacija izgledaju skoro kao da su netaknute unatoč vremenu (piramide, hramovi). Građevinski stručnjaci još i danas ne mogu dokučiti na koji je način ljudima uspijevalo izgraditi te goleme i čudesne građevine. Dakle, tu se može već uočiti problem koji se realno i očekivano

pojavljuje sve do sredine 20. stoljeća odnosno do završetka Drugoga svjetskog rata: to je problem nedostatka mogućnosti kvalitetne razmjene informacija na daljinu. U današnje doba kad je svijet postao „globalno selo” potpuno je nezamislivo da informacije o nečemu ne budu dostupne svima gotovo odmah po njihovu nastanku, što se može ponajprije zahvaliti znanstvenom stvaralaštvu i istraživanju (Zelenika, 2000, str. 41-80).

Vjerojatno najstariji zapis o upotrebi dvosmjernog statističkog testa aritmetičke sredine populacije, koji je ujedno i predivan primjer kontrole kvalitete, seže u sredinu 12. stoljeća u vrijeme vladavine kralja Henrika II. Problem koji je mučio kralja jest vezan uz njegov zlatni novac. Naime, njegova kovnica zlata proizvodila je zlatni novac za potrebe kraljevstva i problem je bio u tome što kovnica zlata nije proizvodila taj zlatni novac jednake težine. Ako bi zlatnik izašao teži nego što mora biti, trgovci su ga kasnije mogli rastaliti i prodati zlato kovnici zlata i zaraditi na razlici. A ako bi novac bio prelagan, tada bi manje vrijedio. Zbog toga je kralj ustrajao na tome da se poboljša kvaliteta procesa proizvodnje kako bi zlatnici bili uvijek jednake težine (Aczel i Sounderpandian, 2009, str. 595-596).

Početak modernog razvoja kvalitete započeo je u SAD-u u poduzeću American Bell Telephone Company (danas nosi naziv AT&T) krajem 19. odnosno početkom 20. stoljeća. Zadatak toga poduzeća bila je uspostava sustava telefonske mreže diljem zemlje. Budući da je trebalo pokriti vrlo velik dio prostora, za pozive na veće udaljenosti trebalo je osigurati da sva oprema radi potpuno ispravno, odnosno trebalo je osigurati da svaki telefon, telefonski kabel i ostala tehnička oprema budu dizajnirani, proizvedeni i postavljeni prema jednakim standardima (Wadsworth, Stephens i Godfrey, 2002, str. 3-4). Proizvodi su, dakle, s vremenom tehnički unapređivali i postali kompliciraniji od uobičajenog manufakturnog rada. Osim toga, sve se više primjenjuje industrijska proizvodnja koja za sobom povlači potrebu za većom kontrolom konačnog proizvoda (Besterfield, 2004, str. 4).

Sve do kasnih dvadesetih godina 20. stoljeća mnogi termini u području kontrole kvalitete nisu još bili poznati pa se nisu ni mogli očekivati neki znatniji pomaci u tom području. Ipak, to se 16. svibnja 1924. godine, zahvaljujući Walteru Andrewu Shewhartu, promijenilo. On je toga dana, na samo trećini papira ugrubo nacrtao jednostavan dijagram koji bi danas prepoznali kao shemu kontrolne karte te je time postavio načela i temelje moderne statističke kontrole kvalitete (Wadsworth, Stephens i Godfrey, 2002, str. 5). Shewhartova načela su bila intenzivno korištena u američkoj industriji tridesetih godina 20. stoljeća, ali su nakon Drugog svjetskog rata izgubila primat (Tague, 2005, str. 13).

Krajem tridesetih godina statistička kontrola kvalitete se, prije svega, primjenjivala isključivo u proizvodnji materijalnih dobara i to većinom onih dobara koja su se proizvodila masovno. Drugi svjetski rat zbog vojne industrije samo je produbio tu orijentiranost na korištenje statističke kontrole kvalitete u masovnoj proizvodnji (Injac, 2001, str. 42-43).

Važnu ulogu u razvoju statističke kontrole od W. A. Shewharta preuzeo je William Edwards Deming. Godine 1938. W. E. Deming je pozvao W. A. Shewharta da održi nekoliko predavanja na poslijediplomskom studiju na odjelu za poljoprivredu vezano uz statističku kontrolu kvalitete te se nakon toga razvilo prijateljstvo između njih dvojice. W. E. Deming je tijekom Drugoga svjetskog rata provodio po nekoliko dana u tjednu u Ministarstvu obrane SAD-a i podučavao o statističkim tehnikama te o kontroli kvalitete (Wadsworth, Stephens i Godfrey, 2002, str. 6).

Ipak, gospodarstvenici odnosno menadžeri nisu podupirali takva nastojanja te W. E. Deming nije naišao na posebno razumijevanje i shvaćanje važnosti statističke kontrole

kvalitete. Stoga je po završetku Drugoga svjetskog rata otišao u Japan gdje je prvo radio kao savjetnik za popis stanovništva, a kasnije je, početkom 50-ih godina, često pozivan da predaje na temu kontrole kvalitete (Lazibat, 2009, str. 9-10).

Iz Drugoga svjetskog rata Sjedinjene Američke Države izašle su kao pobjednik i svjetska velesila čiji su se proizvodi nalazili diljem svijeta i bili su vrlo traženi. Povratak u razdoblje mira donio je opet onaj poznati kapitalistički duh u kojem prevladava želja za što većim profitom odnosno što bržim povratom uloženi sredstava. Problem je ležao u tome što su američki gospodarstvenici smatrali da nisu više potrebna tolika ulaganja kao za vrijeme rata te su time drastično smanjena, između ostalog, i ulaganja u kvalitetu (Injac, 2001, str. 46-47).

Taj smjer u razvoju kvalitete u SAD-u poznat je po isticanju kvalitete u javnom mišljenju i podupiralo ga je Američko udruženje za kontrolu kvalitete (eng. *American Society for Quality Control* – ASQC) koje je osnovano 1946. godine. Drugi smjer koji je imao znatno veći utjecaj na razvoj kvalitete kao područja poznat je kao japanska revolucija u kvaliteti (Juran i Gryna, 1999, str. 1-2).

S druge strane, Japan je iz Drugoga svjetskog rata izašao kao poraženi te su proizvodi iz Japana, u to vrijeme, u svijetu bili poznati kao proizvodi vrlo slabe i loše kvalitete te sama slika o Japanu kao zemlji u svijetu nije baš bila pozitivna. U Japan je odmah nakon završetka Drugoga svjetskog rata poslan general Douglas McArthur kao američki namjesnik i zapovjednik okupacijskih snaga. Njegov zadatak je bio postaviti zemlju na noge i omogućiti joj gospodarski razvoj, ali to je bio sve samo ne lagan zadatak jer, uz postojeće probleme u Japanu, zamolbe su za pomoć iz SAD-a ostale neodgovorene i ostajale bi u ladicama birokracije. General D. McArthur odlučio je, između ostalog, postaviti prvu javnu informacijsku mrežu u Japanu, a to se bez pomoći iz SAD-a nije moglo napraviti (Injac, 2001, str. 48-51). Pomoć je stigla iz poduzeća Western Electric Company čiji su stručnjaci odmah po dolasku u Japan uvidjeli da je potrebno hitno uvesti procedure statističke kontrole procesa u taj projekt. Prvi tečaj o kontroli kvalitete u trajanju od tjedan dana u Japanu proveden je krajem 1945. godine, a već iduće godine osnovano je Udruženje japanskih znanstvenika i inženjera (eng. *Union of Japanese Scientists and Engineers* – JUSE). Tečajeve su u početku polazili većinom samo inženjeri pa je u srpnju 1950. godine W. E. Deming, kad je uvidio da se time ne može znatno utjecati na povećanje kvalitete, održao osmodnevni seminar o statističkoj kontroli kvalitete: prvo za inženjere, a zatim i za najviše menadžere (Wadsworth, Stephens i Godfrey, 2002, str. 9-10). Osim W. E. Deminga, u tom razdoblju velik utjecaj na razvoj kvalitete imali su i Joseph Moses Juran te Armand Vallin Feigenbaum.

U pedesetima godinama prošlog stoljeća Japanci su ustrajno učili od Amerikanaca, da bi tijekom šezdesetih odnosno početkom sedamdesetih godina inicijativu preuzeli sami Japanci od kojih se posebno ističu znanstvenici Kaoru Ishikawa, Genichi Taguchi i Shigeo Shingo. U tom razdoblju Japan je vrlo mnogo uznapredovao, čak do te mjere da je po razvoju pretekao do tada nenadmašni SAD. Puno radeći na podizanju kvalitete, kako samog proizvoda, tako i cjelokupnog procesa, Japan je postao sinonim za kvalitetu. Ono što je bilo nezamislivo 1945. godine po završetku Drugog svjetskog rata, sada se ostvarilo, pa čak i više od toga. Ne samo da je Japan pretekao SAD po kvaliteti, već je postigao to da su američki znanstvenici i gospodarstvenici odlazi u Japan da se uvjere u „japansko čudo”. SAD nisu bile svjesne što se događa. Problem je ležao u tome što su SAD poslije Drugoga svjetskog rata općenito smanjile ulaganja, pa prema tome i ulaganja u kvalitetu, a više se ori-

jentirale prema profitu. Prvi su svjesni situacije postali vojnici vodeći famozni tzv. „hladni rat” u naoružanju. Zatim u pedesetima godinama političari su postali svjesni situacije te su vodili utrku za osvajanje svemira (Injac, 2001, str. 47). Tek kad je Japan, kao što je to i W. E. Deming bio predvidio, pretekao SAD u automobilskoj i elektroničkoj industriji, za koje je SAD smatrao da su oni u tim industrijama najbolji jer su i počeci tih industrija vezani uz tu zemlju, svjesni situacije su postali i američki gospodarstvenici. Čak je 1980. godine na televiziji prikazan dokumentarni film s naslovom „*If Japan Can, Why Can't We?*” („Ako može Japan, zašto ne možemo i mi?”) s ciljem da se dodatno privuče pozornost američkih poduzeća (Tague, 2005, str. 14). Vraćanje natrag na prvu poziciju za SAD je predstavljalo vrlo težak zadatak, pogotovo jer je Japan SAD-u učinio ono što je SAD učinio sredinom prošlog stoljeća cijelom svijetu, a to je da je Japan svojim proizvodima osvojio tržište SAD-a. Također, američki menadžeri napravili su još jednu veliku pogrešnu procjenu. Oni su smatrali da je konkurencija iz Japana došla u obliku cijene, a ne u obliku kvalitete. Japan je uspio proizvesti proizvode visoke kvalitete koji su namijenjeni ponajprije izvozu što pogoduje svim potrošačima, ali to ne ide u prilog nacionalnim gospodarstvima jer domaće industrije gube tržišne udjele na domaćem tržištu što uvjetuje neravnotežu u bilanci plaćanja (Lazibat, 2009, str. 11).

Iz toga razdoblja potrebno je spomenuti da je krajem šezdesetih godina prošloga stoljeća Yoji Akao u Japanu razvio funkciju razvoja kvalitete (eng. *Quality function deployment* – QFD) koja predstavlja strukturirani proces planiranja za dizajn novog proizvoda ili za redizajniranje postojećega. Razlika u dosadašnjim teorijama sastoji se u tome što se tu više ne prati samo proces proizvodnje kao takav, već zadovoljstvo kupaca diktira proizvod i dizajn procesa (Tague, 2005, str. 16-19).

Kao odgovor na kretanja u Japanu, Amerikanci, ali i Europljani, krenuli su u ofenzivu te je razdoblje od kasnih sedamdesetih godina prošloga stoljeća do 1987. godine poznato kao treće razdoblje razvoja kvalitete u kojem dominiraju predstavnici tzv. Zapadne škole. U tom razdoblju mogu se istaknuti znanstvenici Philip Crosby, Tom Peters te Claus Möller (Injac, 2001, str. 54-55). Oni su svoja istraživanja zasnivali na zamislima prijašnjih znanstvenika poput Deminga i Jurana da bi ostvarili tzv. cjeloviti sustav upravljanja kvalitetom. Kod cjelovitog sustava upravljanja kvalitetom objekt kontrole je proces, a cilj jest upravljanje procesom. Postoji više kritičnih točaka nadzora koje se promatraju sa time da troškovi promatranja i nadzora moraju biti manji od troškova preventive odnosno tu se radi o kontinuiranom usavršavanju procesa. Glavno mjesto u provođenju kontrole ima statistička kontrola procesa, a svi zaposlenici, pojedinačno i kao tim, odgovorni su za kvalitetu. Vrhunac popularnosti doživljava u kasnim osamdesetim godinama odnosno početkom devedesetih godina prošloga stoljeća, da bi mu u posljednje vrijeme popularnost opadala naprosto zbog uvjerenja da će cjeloviti sustav upravljanja kvalitetom donijeti poboljšanja u vrlo kratkom roku (Udovičić, 2008, str. 19-23).

S razvojem praćenja kvalitete diljem svijeta bila su formirana nacionalna udruženja za kvalitetu s vlastitim standardima kvalitete. Zbog opće globalizacije i potrebe ujednačavanja standarda, 1987. godine formiran je ISO 9000 koji ustvari predstavlja skup internacionalnih standarda za kvalitetu, čime je započelo četvrto razdoblje razvoja kvalitete. U formiranju ISO 9000 sudjelovala je 91 zemlja diljem svijeta s ciljem olakšavanja međunarodne trgovine. Korištenje standarda ISO 9000 vrlo se brzo širilo jer su kupci od dobavljača sve više zahtijevali da imaju osigurano barem minimalnu kvalitetu proizvoda koja je propisana

tim standardima. Republika Hrvatska također je uvidjela prednosti uvođenja ISO normi (Dumičić, Knego, Melvan, 2006; Dumičić, Lazibat, Matic, 2005; Dumičić, 2004). Manje izmjene standardi su doživjeli 1994. godine, dok su u 2000. godini učinjene veće izmjene i korekcije smanjenjem broja dokumenata i stavljanjem više naglasaka na procese rada te na zadovoljstvo kupaca. Poduzeća su imala rok za prelazak na nove standarde najkasnije do kraja 2003. godine (Tague, 2005, str. 19-21). Međutim, prelazak na nove ISO standarde nekim poduzećima se pokazalo kao neisplativa investicija jer su troškovi implementacije ISO standarda veći od njihovih ostvarenih koristi (Wiele et al., 2009). Posebno mjesto u ISO standardima ima tzv. dokumentirani sustav kvalitete prema kojemu se zahtijeva kontinuirano i dosljedno evidentiranje procesa održavanja i poboljšavanja kvalitete pojedinog procesa. U ISO standardima sadržan je nužni minimum dokumentacije kvalitete koja mora biti sadržana u dokumentiranom sustavu kvalitete (Injac, 2002a, str. 94-97). Osim normi ISO 9000, koje su orijentirane na primjenu sustava kvalitete, potrebno je spomenuti i norme ISO 14000 koje su orijentirane na primjenu sustava upravljanja okolišem. Norme ISO 14000 izdane su 1996. godine, a posljednja revizija tih normi izvršena je 2004. godine (Marimon, Heras i Casadesús, 2009).

Pristup kvaliteti koju je još potrebno spomenuti jest tzv. Six Sigma. Nju je osmislio i prezentirao 1986. godine Bill Smith koji je, kao inženjer zadužen za kvalitetu, bio zaposlen u poduzeću Motorola. Primjena koncepta Six Sigma omogućila je Motoroli da u razdoblju od samo četiri godine, od 1987. do 1991. godine, smanji troškove poslovanja u iznosu od 2,2 milijardi američkih dolara (Klačmer, Cingula i Hutinski, 2006). Six Sigma je vrlo discipliniran, projektu orijentiran, statistički pristup kvaliteti temeljen na smanjenju varijabilnosti, uklanjanju nedostataka i uklanjanju škarta iz proizvoda, procesa i transakcija. Cilj je smanjiti varijabilnost procesa, pa su specifikacijske granice postavljene na udaljenosti od 3 standardne devijacije od ciljane vrijednosti (što ukupno daje raspon od 6 standardnih devijacija) čime se pretpostavlja da samo dva proizvoda od milijardu neće ispunjavati vrijednosti postavljene specifikacijskim granicama. Također, Six Sigma pretpostavlja mogućnost da ciljane vrijednosti odnosno prosječna vrijednost procesa može varirati te se stoga, prema Six Sigma, dozvoljava odstupanje te nove prosječne vrijednosti od prethodne prosječne vrijednosti procesa u visini od najviše 1,5 standardnih devijacija (bilo na više ili na niže). U tome se slučaju specifikacijske granice povećavaju na 6 standardnih devijacija od najranije ciljane prosječne vrijednosti procesa i prema tome se očekuje da će se u uzorku od milijun proizvoda njih 3,4 nalaziti izvan zadanih specifikacijskih granica (Kondić i Dušak, 2006). Ističe se da se ponašanje procesa ne može dovoljno dobro predvidjeti, ako proces nije dovoljno stabilan. Dakle, za proces se može reći da nije dovoljno stabilan ako prosječna vrijednost odstupa za više od 1,5 standardnih devijacija od prosječne ciljane vrijednosti (Montgomery i Woodall, 2008). Osim smanjenja varijabilnosti i troškova procesa, koncept Six Sigma ima značajnu ulogu u otkrivanju inovacija (Stevenson i Kashef, 2008).

Razvoj načela kontrole ukratko bi se grafički mogao prikazati kao što je to učinjeno na slici 1.



Izvor: Summers, 2006, str. 12

Slika 1. Razvoj načela kontrole

Radi preglednosti u tablici 1 predočen je sažeti tabelarni pregled važnijih datuma iz povijesti razvoja kvalitete kao znanosti.

Tablica 1. Vremenska skala povijesti razvoja kvalitete (prema:Montgomery, 2005, str. 9-10)

Godina	Događaj
1700.-1900.	Kvaliteta uvelike ovisi o naporima pojedinih obrtnika. Eli Whitney uvodi standardizirane izmjenjive dijelove za pojednostavljenje montaže.
1875.	Frederick W. Taylor uvodi načela za podjelu rada u manje jedinice – prvi pristup rješavanju složenijih proizvoda i procesa. Težište je bilo na produktivnosti.
1900.-1930.	Henry Ford uvodi montažnu liniju te usavršava metode rada na poboljšanju produktivnosti i kvalitete.
1901.	Osnovan prvi laboratorij za kvalitetu u Velikoj Britaniji.
1907.	AT&T je započeo provoditi sustavnu kontrolu i test proizvoda i materijala.
1908.	W. S. Gosset („Student”) predstavlja t-distribuciju kao rezultat svojega rada u kontroli kvalitete u pivovari Guinness.
1919.	U Engleskoj je osnovano Društvo za tehnički nadzor (eng. Technical Inspection Association) koje kasnije postaje Institut za osiguranje kvalitete (eng. Institute of Quality Assurance).
1920.	AT&T Bell Laboratories formiraju odjel za kvalitetu u kojem ispituju kvalitetu, nadziru te testiraju proizvod i provjeravaju njegovu pouzdanost.
1922.-1923.	R. A. Fisher objavljuje niz radova na temu dizajna eksperimenta i njegove primjene u poljoprivrednim znanostima.
1924.	W. A. Shewhart predstavlja koncept kontrolnih karata u Bell Laboratoriesu.
1928.	U Bell Laboratoriesu H. F. Dodge i H. G. Rominga razvijaju metodologiju uzorkovanja.

1931.	W. A. Shewhart izdaje knjigu „Kontrola kvalitete proizvoda” (eng. Economic Control of Quality of Manufactured Product) u kojoj objavljuje statističke metode za primjenu u proizvodnji i metode kontrolnih karata.
1932.-1933.	Tekstilna industrija u Velikoj Britaniji te Njemačka kemijska industrija započinju primjenjivati dizajn eksperimenta za razvoj proizvoda odnosno procesa.
1938.	W. E. Deming poziva W. A. Shewharta da održi seminar na temu kontrolnih karata na poslijediplomskom studiju na odjelu za poljoprivredu.
1942.-1946.	U Sjevernoj Americi osnovano je više od 15 udruga za kvalitetu koja održavaju tečajeve o statističkoj kontroli kvalitete.
1944.	Počinje izlaziti časopis „Kontrola industrijske kvalitete” (eng. Industrial Quality Control).
1946.	Udruženjem udruga za kvalitetu osnovano je Američko društvo za kontrolu kvalitete (eng. The American Society for Quality Control – ASQC). Utemeljena je organizacija za međunarodne standarde (eng. International standards organization – ISO). Formirano je Japansko udruženje znanstvenika i inženjera (eng. Japanese Union of Scientists and Engineers – JUSE).
1946.-1949.	W. E. Deming je pozvan u Japan da pomogne u oporavku japanske industrije te da održava seminare o statističkoj kontroli kvalitete.
1948.	G. Taguchi započinje proučavati i primjenjivati eksperimentalni dizajn.
1950.	W. E. Deming počinje održavati seminare iz statističke kontrole procesa i za menadžere. K. Ishikawa predstavlja dijagram uzrok-posljedica.
1951.	A. V. Feigenbaum izdaje prvo izdanje knjige „Ukupna kontrola kvalitete” (eng. Total Quality Control). JUSE uspostavlja „Demingovu nagradu” za značajna postignuća na području kontrole kvalitete i metodologije kvalitete.
1954.	J. M. Juran je pozvan u Japan kako bi održao predavanja o menadžmentu kvalitete i njegovom poboljšanju. Statističar E. S. Page predstavlja kumulativnu (eng. cumulative sum – CUSUM) kontrolnu kartu.
1957.	J. M. Juran i F. M. Gryna izdaju prvo izdanje knjige „Priručnik kontrole kvalitete” (eng. Quality Control Handbook).
1959.	S. Roberts predstavlja kontrolnu kartu eksponencijalnih pomičnih prosjeka (eng. exponentially weighted moving average – EWMA).
1960.	K. Ishikawa predstavlja koncept kruga kontrole kvalitete (eng. quality control circle concept).
1969.	Umjesto časopisa „Industrial Quality Control” počinju izlaziti časopisi „Quality Progress” i „Journal of Quality Technology”.
1975.-1978.	Pojavljuju se knjige o dizajnu eksperimenta primjerene inženjerima i znanstvenicima. U Sjevernoj Americi vlada velik interes za krugovima kvalitete do te mjere da je iz njih izrastao cjeloviti sustav upravljanja kvalitetom (eng. Total Quality Management – TQM)
1984.	Pojavljuje se časopis „Međunarodna kvaliteta i inženjerska pouzdanost” (eng. Quality and Reliability Engineering International).
1987.	ISO publicira svoje prve standarde kvalitete.
1988.	U SAD-u osniva se „Malcolm Baldrige National Quality Award”, nagrada za ostvarenja na području kvalitete koju dodjeljuje Kongres, a u Europi se osniva nagrada „European Quality Award” koju dodjeljuje „European Foundation for Quality Management”.
1989.	Pojavljuje se Motorolina Six Sigma.
1990.	Raste broj poduzeća koja primjenjuju ISO standarde u svojem poslovanjem.
1995.	Mnogi dodiplomski inženjerski programi sadržavaju seminare o statističkim tehnikama, fokusirajući se na osnovne metode za karakterizaciju procesa i njegovo poboljšanje.
1997.	Motorolina Six Sigma širi svoje područje primjene i na ostale industrije.
1998.	Udruženje „American Society for Quality Control” postaje „American Society for Quality” čime pokušava ukazati na svoje šire djelokruge u području promicanja kvalitete.
2000.	Izdani su novi ISO 9000 standardi. Aktivnosti promicanja kvalitete, osim na industriju, šire se i na ostala područja poput zdravstvene skrbi ili financijskih usluga.

3. NAJVAŽNIJI TEORETIČARI STATISTIČKE KONTROLE KVALITETE

Najvažniji znanstvenici koji su se svojim idejama, teorijama, svojim uspjehom i zaslugama na području promicanja kvalitete izdvojili od drugih znanstvenika i koji će se u nastavku rada spomenuti jesu: Walter Andrew Shewhart, William Edwards Deming, Joseph Moses Juran, Armand Vallin Feigenbaum, Kaoru Ishikawa, Genichi Taguchi te Phillip Bayard Crosby. Današnja istraživanja na području statističke kontrole kvalitete uporište i smjer pronalaze baš u njihovom dostignutom radu.

3.1. Walter Andrew Shewhart (1891. – 1967.)



Slika 2. Walter Andrew Shewhart

Izvor: Resource Systems Group, 2010a, dostupno na: <http://www.resourcesystemsconsulting.com/blog/wp-content/uploads/shewhart.jpg> [3. rujna 2010.]

Walter Andrew Shewhart rođen je 1891. godine u New Cantonu u američkoj saveznoj državi Illinois, a umro je 1967. godine u Troy Hillisu u američkoj saveznoj državi New Jersey (Answers, 2010). Diplomirao je i magistrirao na sveučilištu u Illinoisu, a 1917. godine doktorirao je iz područja fizike na sveučilištu u Kaliforniji na Berkleyu. Predavao je na sveučilištima u Illinoisu i Kaliforniji, a od 1918. do 1924. godine radio je u Western Electricu, da bi od 1925. godine do umirovljenja, 1956. godine, radio u Bell Telephone Laboratories kao član tehničkog osoblja (Lazibat, 2009, str. 14-16). Shewharta se može smatrati pionirrom u području kontrole kvalitete jer je u dvadesetim godinama prošlog stoljeća na temelju ranijih engleskih saznanja u poljoprivredi razvio kontrolne karte i time postavio temelje modernih metoda statističke kontrole procesa (Tague, 2005, str. 13). Na papiru koji nije ni bio ispunjen do kraja nalazila se omalena skica prve kontrolne karte koju je 16. svibnja 1924. godine Shewhart pokazao svojim nadređenima. Kasnije su kontrolne karte postale nuždan koncept iza svake statističke kontrole procesa (American Society for Quality, 2010). Prvo njegovo važnije djelo jest knjiga „Economic Control of Quality of Manufactured Product” koja je objavljena 1931. godine, a smatra se potpunim izlaganjem osnovnih principa kontrole kvalitete. Veliko priznanje ostvario je i knjigom „Statistical Method from the Viewpoint

of Quality Control”. Posebno mjesto kao prvi počasni član ima u Američkom društvu za kvalitetu (eng. *American Society for Quality – ASQ*).

3.2. William Edwards Deming (1900. – 1993.)

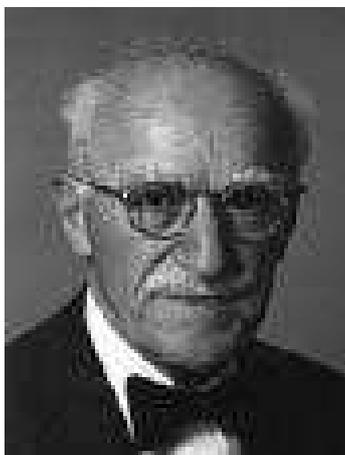


Slika 3. William Edwards Deming

Izvor: Resource Systems Group, 2010b, dostupno na: <http://www.resourcesystemsconsulting.com/blog/wp-content/uploads/deming.jpg> [3. rujna 2010.]

William Edwards Deming rođen je 1900. godine u Sioux Cityju u američkoj saveznoj državi Iowi, a umro 1993. godine u Washingtonu. Njegovo je djetinjstvo bilo vrlo teško jer je bio rođen u siromašnoj obitelji, pa je kao dijete morao puno raditi, ali usprkos tome uspio se školovati na Tehničkom sveučilištu Laramieu u Wyomingu, a doktorat iz matematičke fizike obranio je na Sveučilištu Yale 1928. godine. Nakon uspješnih poslova u manjim poduzećima, zaposlio se u američkom Ministarstvu poljoprivrede u odjelu za statistiku, a osnovno područje interesa bila mu je analiza kvalitete metodom uzorkovanja (Injac, 2001, str. 60. – 61.). Nakon završetka Drugoga svjetskog rata, Deming je prvi put otišao u Japan 1950. godine kako bi pomogao u oporavku japanskog gospodarstva te je na svojim predavanjima iskoristio priliku pa je, osim osnovnih statističkih znanja, s Japancima podijelio i svoje viđenje kvalitete i upravljanja kvalitetom. To je Japance oduševilo do te mjere da je japanski car Hirohito 1960. godine nagradio Deminga Medaljom svetoga blaga (Medal of the Sacred Treasure). Tu je nagradu kao priznanje za svoj rad dobio jer je uspio za manje od jednog desetljeća postići da proizvodi s oznakom „Made in Japan” (proizvedeno u Japanu) ne budu više sinonimi za lošu već za najbolju kvalitetu (Deming, 1998., str. 1 – 17.). Ironija leži u tome da Amerikanci nisu prepoznali njegove ideje, zbog toga ne čudi činjenica da ih je 1980. godine začudila spoznaja da iza japanskog uspjeha ustvari stoji Amerikanac (Aczel i Sounderpandian, 2009, str. 596). Povratkom u SAD i u svojoj dubokoj starosti te usprkos teškoj bolesti održavao je predavanja i seminare koje je godišnje posjećivalo 8 do 10 tisuća ljudi. Svoju filozofiju o kvaliteti Deming je sažeo u svojih glasovitih 14 točaka (eng. *Deming's 14 points*). Dobitnik je mnogobrojnih priznanja i nagrada te počasnih doktorata.

3.3. Joseph Moses Juran (1904. – 2008.)



Slika 4. Joseph Moses Juran

Izvor: Anonymous, 2010, dostupno na: http://2.bp.blogspot.com/_O1tsaFUjHJk/R8ywLZsqXMI/AAAAAAA-AALQ/zWuXVps670k/s320/juran.gif [3. rujna 2010.]

Joseph Moses Juran rođen je 1904. godine u gradu Braili u Rumunjskoj (Juran, 2004), a umro 2008. godine u Ryu u američkoj saveznoj državi New York. On i njegova obitelj u potrazi za boljim životom 1912. godine preselila se u SAD u blizinu grada Minneapolisa, ali i tamo ih je, kao i kod kuće, čekao težak život koji je zahtijevao puno mukotrpnog rada kako bi se prehranila obitelj. To Jurana nije pokolebalo da se sa 16 godina, 1920. godine, upiše na sveučilište Minnesota gdje je zapažene rezultate postizao u igranju šaha. Po završetku studija, dobivši zvanje elektroinženjera, 1924. godine zapošljava se u Western Electricu u tvornici Hawthorne Works gdje brzo napreduje zahvaljujući svojim intelektualnim mogućnostima. Za vrijeme svojega posjeta toj tvornici, primjećuje ga i Shewhart tako da je Juran 1926. godine premješten u novoosnovani odjel koji se bavio onime što je danas poznato kao statistička kontrola kvalitete (Injac, 2001., str. 80. – 81.). Smatra se da je upravo Juran napisao prvi članak o statističkoj kontroli kvalitete (Lazibat, 2009., str. 21.). Godine 1937. Juran je stvorio tzv. Pareto princip koji se još naziva i princip 80-20. Univerzalna primjena tog principa čini ga jednim od najkorisnijih koncepata i alata današnjeg upravljanja. Za vrijeme Drugoga svjetskoga rata, Juran surađuje s Ministarstvom obrane SAD-a, te tom prilikom upoznaje Deminga te ostale teoretičare kvalitete. Nakon Drugoga svjetskog rata i on je, poput Deminga, sudjelovao u obnovi japanskog gospodarstva te ga mnogi smatraju znanstvenikom čiji je rad u području kvalitete ravnopravna nadopuna znanstvenom djelu Deminga. Također, između ostalih, i njegove su velike zasluge za brz razvoj vrhunske kvalitete u Japanu pa je i njega, kao i Deminga, odlikovao car Hirohito. Napisao je ukupno 12 knjiga od kojih posebno treba istaknuti „Quality Control Book”, koja je izdana 1951., i „The Quality Trilogy”, koja je izdana 1986. godine. Osnivač je Juranovog instituta koji za cilj ima pružiti pomoć poduzećima iz bilo koje grane industrije da nauče alate i tehnike za upravljanje kvalitetom. Iz javnosti se povlači 1994. godine.

3.4. Armand Vallin Feigenbaum (1922. –)



Slika 5. Armand Vallin Feigenbaum

Izvor: AME Info, 2010, dostupno na: <http://www.ameinfo.com/images/news/4/37444-ArmandValFeigenbaum.jpg> [3. rujna 2010.]

Armand Vallin Feigenbaum je američki stručnjak za kontrolu kvalitete, koji je rođen 1922. godine. Magistrirao je i doktorirao na čuvenom sveučilištu Massachusetts Institute of Technology – MIT (StateMaster, 2005.). Na temelju svojih iskustava kao odgovornog inženjera za pouzdanost prvog američkog mlaznog aviona napisao je 1951. godine knjigu „Quality Control: Principles, Practice and Administration” koja mu je kasnije omogućila da se priključi ekipi američkih eksperata u Japanu. Objavljuje radove u kojima prvi uvodi nove pojmove i definicije poput potpune kontrole kvalitete (eng. *Total Quality Control*) i potpunih troškova kvalitete (eng. *Total Quality Costs*) (Injac, 2001., str. 94. – 95.). Njegova najprodavanija knjiga, prvi put objavljena 1961. godine, nosi naslov „Total Quality Control” i u njoj, između ostalog, daje definiciju i koncept cjelovitog sustava upravljanja kvalitetom (eng. *Total Quality Management*) koji je i danas aktualan. Dobitnik je mnogobrojnih priznanja i nagrada, te je tako 2008. godine dobio Nacionalnu medalju za tehnologiju i inovacije (Watson, 2009.).

3.5. Kaoru Ishikawa (1915. – 1989.)



Slika 6. Kaoru Ishikawa

Izvor: Monografias, 2010, dostupno na: <http://www.monografias.com/trabajos11/primdep/Image1502.gif> [3. rujna 2010.]

Kaoru Ishikawa rodio se 1915. godine u Tokiju u bogatoj obitelji što mu je širom otvorilo vrata najboljih škola. Njegov otac, Ichiro Ishikawa, osobno je dogovario dolazak Deminga u Japan 1950. godine. Diplomirao je na inženjerskom odjelu primijenjene kemije na Tokijskom sveučilištu, a nakon završenog doktorata, od 1947. godine, radi na sveučilištu. Osim rada na sveučilištu, imao je važnu ulogu u organizacijama u Japanu koje se bave kvalitetom (Union of Japanese Scientists and Engineers – JUSE, Nacionalna konferencija za kvalitetu Japana) (Injac, 2001., str. 116. – 117.). Htio je promijeniti način na koji ljudi misle o radu. Prema Ishikawi, poboljšanje kvalitete je kontinuirani proces, a to znači da se uvijek može ići jedan korak dalje u poboljšanju kvalitete. Sa svojim dijagramom uzroka i posljedica (koji se još naziva i „Ishikawa” ili „riblja kost” dijagram) napravio je značajan i specifičan napredak u poboljšanju kvalitete. Uz korištenje toga novog dijagrama, korisnik može vidjeti sve moguće uzroke i rezultate odnosno posljedice, a mogu se naći i korijeni nesavršenosti procesa. Ishikawa i Deming koriste ovaj dijagram kao prvi alat u procesu upravljanja kvalitetom. Ishikawa također ističe važnost ostalih alata kvalitete: kontrolna karta, dijagram tijeka procesa, histogram, dijagram raspršenosti, Pareto dijagram i prikazi trenda. Ishikawa je vjerovao u važnost potpore i vodstva najviše razine upravljanja. On je stalno isticao da menadžeri na najvišim pozicijama moraju pohađati seminare o kontroli kvalitete jer je znao da bez njihove potpore napretka u kvaliteti neće biti. Također je isticao da je kvaliteta proizvoda bitna tijekom cijelog životnog ciklusa proizvoda, a ne samo za vrijeme proizvodnje. Htio je da menadžeri dosljedno zadovoljavaju potrebe potrošača (SkyMark, 2010b). Posebno je značajan njegov rad na uvođenju krugova kvalitete u Japanu i svijetu. Njegove najpoznatije knjige jesu „How to Operate Quality Circle Activities” i „What is Total Quality Control – the Japanese Way”. Umro je 1989. godine.

3.6. Genichi Taguchi (1924. –)



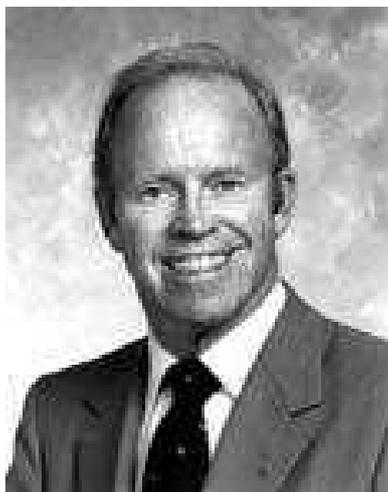
Slika 7. Genichi Taguchi

Izvor: Qualidade Brasil, 2010, dostupno na: <http://www.qualidadebrasil.com.br/imagens/coluna/3/7.jpg> [17. rujna 2010.]

Genichi Taguchi rođen je 1924. godine. Studirao je tekstilno inženjerstvo. Nakon Drugog svjetskog rata radio je za japansko Ministarstvo javnoga zdravstva i socijalne skrbi i proveo je prvu studiju o zdravlju i prehrani stanovništva. Primjenjivao je svoje zna-

nje za promicanje kvalitete u farmaceutskoj industriji, ali i u konditorskoj industriji pa je, između ostalog, pokušavao smanjiti otapanje karamela na sobnoj temperaturi. Taguchi je revoluciju proizvodnog procesa u Japanu vidio kao uštedu troškova sputavanjem vanjskih utjecaja koji najviše utječu na varijabilnost proizvodnog procesa (SkyMark, 2010a). Na Institutu za statističku matematiku Ministarstva za školstvo susreo se s tzv. ortogonalnim tablicama za eksperimentalni dizajn japanskog statističara Matosabura Masuyame, te mu je sinula ideja o primjeni tih ortogonalnih tablica radi povećanja kvalitete. Stoga je 1957. odnosno 1958. godine izdao dvije knjige o upravljanju (razvoju) eksperimentima („Design of Experiments”, I. i II. dio). Primio je mnogobrojne nagrade i priznanja, a poznat je i kao rekorder po broju osvojenih Demingovih nagrada – osvojio ih je ukupno četiri u različitim kategorijama (Injac, 2001., str. 134. – 135.).

3.7. Phillip Bayard Crosby (1926. – 2001.)



Slika 8. Phillip Bayard Crosby

Izvor: Winter Park Public Library, 2010, dostupno na: <http://www.wppl.org/wphistory/PhilipCrosby/PhilipCrosby.jpg> [17. rujna 2010.]

Philip Crosby je rođen 1926. u Wheelingu u West Virginiji, a umro je 2001. u Winter Parku u Floridi. Diplomirao je na tehničkom koledžu Western Reserve University. Nakon što je bio u vojsci u Drugom svjetskom ratu i u Korejskom ratu, radio je za Crosley, Martin-Marietta i ITT gdje je bio korporativni potpredsjednik punih 14 godina. Godine 1979. osnovao je vlastito poduzeće nazvano Philip Crosby Associates, Inc., gdje je radio do 1991. godine. Nakon toga se povukao i odlučio pričekati mirovinu u organizaciji za savjetovanje i školovanje Career IV. Ipak, nije izdržao pa je, umjesto da ode u zasluženu mirovinu, 1997. godine odlučio opet otvoriti vlastito poduzeće sličnog naziva Philip Crosby Associates II, Inc. (Injac, 2001., str. 162. – 163.). Ono u čemu je on uspio jest da je njegova literatura bila jednostavna i lako razumljiva za čitanje. Zbog toga se i jest proslavio svojom prvom knjigom „Quality is Free” („Kvaliteta je besplatna”), koja je izdana 1979. godine, ali su ga zato ostali znanstvenici poput Deminga i Jurana ismijavali (čije su knjige bile zahtjevnije za čitatelja). Crosby im je odgovorio novom knjigom „Quality is Still Free” („Kvaliteta je ipak besplatna”). Popularizirao je ideju „troškova loše kvalitete” prema kojoj se utvrđuje

koliko ustvari stoji raditi stvari na loš način. Ono na što se on fokusira jest rad bez pogreške (Zero Defect), ali ističe da je rukovodstvo poduzeća ono koje je odgovorno, a ne radnik. Rukovodstvo poduzeća mora definirati tehnike i načine rada za ostale zaposlenike koji su svojevrsni pratioci kako bi se ostvario sustav bez manjkavosti. Crosby definira kvalitetu kao sklad s određenim specifikacijama koje je utvrdila uprava, a ne neki neodređen pojam „dobrote”. Te specifikacije nisu ni proizvoljne, već moraju biti postavljene u skladu s potrebama i željama kupca (SkyMark, 2010c).

4. ZAKLJUČAK

Razvoj suvremenih metoda statističke kontrole kvalitete ima dugu povijest koja seže u početak dvadesetog stoljeća. Od toga vremena pa sve do danas zabilježen je znatan napredak u razvoju tih metoda. Usprkos tom napretku, okosnicu razvoja čine teorijske i praktične spoznaje iz samih početaka razvoja statističke kontrole kvalitete. Tako se mnogi teoretičari, ustvari, samo nastavljaju na radove pionira u tom području. Glavni začetnici razvoja suvremenih metoda statističke kontrole kvalitete su znanstvenici W. A. Shewhart, W. E. Deming te J. M. Juran koji su pridonijeli SAD-u da sredinom dvadesetog stoljeća budu vodeća gospodarska država u svijetu. Dominaciju SAD-a prekinuo je Japan zahvaljujući radu znanstvenika poput K. Ishikawe te G. Taguchija.

U današnje doba globalne konkurencije kvaliteta je postala glavna karakteristika prema kojoj se poduzeća međusobno razlikuju i raspoznaju. Zbog utjecaja savršenog tržišta, cijena proizvoda pada u drugi plan, a kvaliteta proizvoda se nameće kao prioritet. Poduzeće bi trebalo inzistirati na stalnom unapređenju kvalitete vlastitih proizvoda i proizvodnih procesa jer će se, u suprotnom, kupci obratiti drugom proizvođaču što djeluje negativno na poduzeće te u krajnjoj liniji, to može uništiti poduzeće. Da bi se kvaliteta proizvoda mogla unapređivati, potrebno je imati podatke i informacije koji kazuju o određenoj razini prisutnosti kvalitete u procesu. Uz upotrebu statističkih metoda ti su podaci lako dostupni i spremni za analizu. Metode statističke kontrole kvalitete alat je koji je korisno poznavati i koristiti u poslovanju, a da bi se u potpunosti shvatila njegova primjena, svrha i cilj mora se biti upoznat s povijesnim razvojem i temeljima statističke kontrole kvalitete.

LITERATURA:

1. Aczel, A. D. i Sounderpandian, J. (2009) *Complete Business Statistics*. 7. izd. New York: McGraw-Hill.
2. AME Info (2010) *Armand Vallin Feigenbaum*. dostupno na: <http://www.ameinfo.com/images/news/4/37444-ArmandValFeigenbaum.jpg> [3. rujna 2010.]
3. American Society for Quality (2010) *Walter A. Shewhart*. dostupno na: http://www.asq.org/about-asq/who-we-are/bio_shewhart.html [3. rujna 2010.]
4. Anonymous (2010) *Joseph Moses Juran*. dostupno na: http://2.bp.blogspot.com/_Olt-saFUjHJk/R8ywLZsqXMI/AAAAAAAAALQ/zWuXVps670k/s320/juran.gif [3. rujna 2010.]

5. Answers (2010) *Walter A. Shewhart*. dostupno na: <http://www.answers.com/topic/walter-a-shewhart> [3. rujna 2010.]
6. Besterfield, D. H. (2004) *Quality Control*. 7. izd. Upper Saddle River: Pearson Education.
7. Deming, W. E. (1998) *Out of the Crisis*. Cambridge: Massachusetts Institute of Technology.
8. Dumičić, K. (2004) Istraživanje implementiranosti sustava kvalitete u hrvatskim poduzećima. U: Grgić, M. ur. *Zbornik radova Ekonomskog fakulteta u Zagrebu*. Zagreb: Ekonomski fakultet, str. 45-66. Dostupno na: <http://hrcak.srce.hr/file/41431> [3. rujna 2010.]
9. Dumičić, K., Knego, N. i Melvan, P. (2006) *Europska perspektiva razvoja kvalitete u Hrvatskoj*. Baška, otok Krk: Zbornik radova 7. hrvatske konferencije o kvaliteti „Kvaliteta i održivi razvoj”. Dostupno na: http://bib.irb.hr/datoteka/252651.Dumicic_K_rad.pdf [3. rujna 2010.]
10. Dumičić, S., Lazibat, T. i Matić, B. (2005) *Quality System Implementation and Market Structure: Sample Survey of Croatian Companies*. Zagreb: Ekonomski pregled br. 9, str. 615-633. Dostupno na: http://bib.irb.hr/datoteka/233429.Dumicic_Lazibat_Matic_2005_finalno.pdf [3. rujna 2010.]
11. Injac, N. (2001) *Mala enciklopedija kvalitete: Moderna povijest kvalitete*. Zagreb: Oskar.
12. Injac, N. (2002) *Mala enciklopedija kvalitete: Informacije; dokumentacija; auditi*. Zagreb: Oskar.
13. Injac, N. (2002) *Mala enciklopedija kvalitete: Upoznajmo normu ISO 9000*. Zagreb: Oskar.
14. Juran, J. M. (2004) *Architect of Quality: The Autobiography of Dr. Joseph M. Juran*, New York: McGraw-Hill.
15. Juran, J. M. i Gryna, F. M. (1999) *Planiranje i analiza kvalitete*. 3. izd. Zagreb: Mate.
16. Klačmer, M., Cingula, M. i Hutinski, Ž. (2006) *Six Sigma – New Strategic Quality Control in Croatian Companies*. Electronic multi-topical Journal of International Research Publications. (1). Dostupno na: <http://www.ejournalnet.com/economy/volume-1/economy-1-3.swf> [3. rujna 2010.]
17. Kondić, Ž. i Dušak, V. (2006) The Role of Information Communication Technology in Six Sigma Approach Implementation. *Journal of Information and Organizational Sciences*. Varaždin: Fakultet organizacije i informatike, str. 105. – 114. Dostupno na: <http://hrcak.srce.hr/file/32859> [3. rujna 2010.]
18. Lazibat, T. (2005) *Poznavanje robe i upravljanje kvalitetom*. Zagreb: Sinergija-nakladništvo.
19. Lazibat, T. (2009) *Upravljanje kvalitetom*. Zagreb: Znanstvena knjiga.
20. Marimon, F., Heras, I. i Casadesús, M. (2009) ISO 9000 and ISO 14000 standards: A projection model for the decline phase, *Total Quality Management & Business Excellence*, 20 (1), str. 1. – 21.
21. Monografias (2010) *Kaoru Ishikawa*. dostupno na: <http://www.monografias.com/trabajos11/primdep/Image1502.gif> [3. rujna 2010.]
22. Montgomery, D. C. (2005) *Introduction to Statistical Quality Control*. 5. izd. New York: John Wiley & Sons.

23. Montgomery, D. C. i Woodall, W. H. (2008) An overview of Six Sigma, *International Statistical Review*, 76 (3), str. 329. – 346.
24. Qualidade Brasil (2010) *Genichi Taguchi*. dostupno na: <http://www.qualidadebrasil.com.br/imagens/coluna/3/7.jpg> [17. rujna 2010.]
25. Resource Systems Group (2010) *Walter Andrew Shewhart*. dostupno na: <http://www.resourcesystemsconsulting.com/blog/wp-content/uploads/shewhart.jpg> [3. rujna 2010.]
26. Resource Systems Group (2010) *William Edwards Deming*. dostupno na: <http://www.resourcesystemsconsulting.com/blog/wp-content/uploads/deming.jpg> [3. rujna 2010.]
27. SkyMark (2010) *Genichi Taguchi and Taguchi Methods – Practical, Rapid Quality*. dostupno na: <http://www.skymark.com/resources/leaders/taguchi.asp> [15. rujna 2010.]
28. SkyMark (2010) *Kaoru Ishikawa: One Step Further*. dostupno na: <http://www.skymark.com/resources/leaders/ishikawa.asp> [15. rujna 2010.]
29. SkyMark (2010) *Philip Crosby: The Fun Uncle of the Quality Revolution*. dostupno na: <http://www.skymark.com/resources/leaders/crosby.asp> [15. rujna 2010.]
30. StateMaster (2005) *Armand Feigenbaum*. dostupno na: <http://www.statemaster.com/encyclopedia/Armand-Feigenbaum> [3. rujna 2010.]
31. Stevenson, J. R. i Kashef, A. E. (2008) Newer Better Faster: How Six Sigma boosts innovation and reinvention, *Quality Progress*, 41 (9), str. 34. – 39.
32. Summers, D. (2006) *Quality*. 4. izd. Upper Saddle River: Pearson Education.
33. Tague, N. R. (2005) *The Quality Toolbox*. 2. izd. Milwaukee: American Society for Quality, Quality Press.
34. Udovičić, D. (2008) *Razvoj metoda statističke kontrole kvalitete*. Magistarski rad. Zagreb: Ekonomski fakultet.
35. Wadsworth, H. M., Stephens, K. S. i Godfrey, A. B. (2002) *Modern Methods for Quality Control and Improvement*. 2. izd. New York: John Wiley & Sons.
36. Watson, G. H. (2009) Total Quality, Total Commitment, *Quality Progress*, 41 (11), str. 20. – 26.
37. Wiele, T. et al. (2009) An international comparison of the perceptions about the revised ISO 9000 quality system standards, *Total Quality Management & Business Excellence*, 20 (4), str. 393. – 408.
38. Winter Park Public Library (2010) *Phillip Bayard Crosby*. dostupno na: <http://www.wppl.org/wphistory/PhilipCrosby/PhilipCrosby.jpg> [17. rujna 2010.]
39. Zelenika, R. (2000) *Metodologija i tehnologija izrade znanstvenog i stručnog djela*. Rijeka: Ekonomski fakultet.