

8. Programi upravljanja kakvoćom

♦ programi (koncepti) upravljanja kakvoćom:

○ šest sigma

- defekt – bilo kakva pogreška ili kvar koji je došao do korisnika
- **broj defekata po jedinici (DPU)**
broj pronađenih defekata / broj proizvedenih jedinica
- **broj defekata na milijun mogućnosti (DPMO)**
$$DPMO = DPU \times 1\,000\,000$$
- **6σ ako se postigne:**
 - da su granice specifikacije dvostruko veće od promjenjivosti procesa tako da je indeks sposobnosti procesa $C_p = 2,0$
 - da se istodobno uzima u obzir mogućnost da je aritmetička sredina procesa udaljena od cilja (očekivane vrijednosti) za $\pm 1,5\sigma$
 - postigne najviše 3,4 defekata na milijun mogućnosti
- statistički gledano, razina procesa od 6σ daje samo dvije pogreške na milijardu mogućnosti, iako proces može imati pomak u odnosu na nominalnu vrijednost (cilj) – pomak procesa od maksimalno 1,5σ
- statistička definicija koncepta 6σ znači 99,99966% uspješnosti; ova razina uspješnosti (savršenstva) je ekvivalentna pojavi 3,4 pogreške na milijun mogućnosti (DPMO)
- iako je prvenstveno bio razvijen za proizvodnju u kontekstu granica specifikacije, koncept 6σ je operacionaliziran kao sustav kakvoće za bilo koji proces
- vodstvo **izobrazbom** stječe znanja potrebna za pripremu organizacije za promjene (poboljšavanje – uspjeh) -> vodstvo stvara podršku programu u upravljačkim strukturama
- smanjuju se razine organizacijske hijerarhije, uklanjaju proceduralne prepreke u eksperimentiranju i promjenama, te uvode i druge promjene kojima je cilj olakšano provođenje novih rješenja bez straha od posljedica
- šest sigma raščlanjuje organizaciju do razine procesa
- Motorola je prvi pokrenuo program „šest sigma“ u 1988. godini (ostali: Texas Instruments, HP, Honeywell, American Express, B&D, Amazon.com, Ford, Sony, Palm, Samsung, Nokia, Ericsson, Philips, Siemens...)
- osnovni smisao programa „šest sigma“ je implementacija mjerljive strategije koja se fokusira na poboljšanje procesa te smanjivanje promjenjivosti kroz korištenje šest sigma projekata za poboljšanje
- šest sigma DMAIC proces je sustav za poboljšavanje postojećih procesa koji ne zadovoljavaju specifikacije (Define, Measure, Analyze, Improve, Control)
 - Definiraj – opiši problem, razloži, identificiraj korisnike, troškove, dobitke
 - Mjeri
 - Analiziraj – zašto se događaju defekti, pogreške... 5×Why
 - Poboljšaj – stvori ideju, brainstorming, implementiraj
 - Kontroliraj – obrazovanje i trening, statistička kontrola procesa

○ Malcolm Baldrige National Program (Quality Award MBNQA)

- potraga za izvršnošću
- nagrada je ustanovljena 1987. od strane američkog kongresa i predstavlja program implementacije sustava upravljanja kakvoćom
- povećala je svjesnost o značaju kakvoće na rezultate poslovanja
- dodjeljuje se godišnje za: proizvodnju, usluge, male tvrtke, obrazovanje te zdravstvena skrb
- uspostavlja standardne razine (benchmarking) za potpuno upravljanje kakvoćom (TQM)

- Malcom Baldrige
 - tajnik gospodarske komore SAD-a od 1981. do 1987.
 - veliki pobornik kakvoće u vrijeme kada kakvoća nije bila u centru interesa
 - pomogao napisati Zakon o poboljšanju kakvoće
 - za njegov doprinos u povećanju svjesnosti o kakvoći, nagrada je nazvana njemu u čast
- Američka vlada je uvidjela da je poboljšanje kakvoće potreba, a ne opcija za amer. organizacije, dok mnoge vlade nisu smatrale da je kakvoća bitna
- elementi: vodstvo (12%); strateško planiranje (8,5%); okrenutost korisniku i tržištu (8,5%); mjerenje, analiza i upravljanje znanjem (9%); okrenutost ljudskim potencijalima (8,5%); upravljanje procesima (8,5%); rezultati (45%)
- MBNQA pobjednik:
 - 55% evaluacije je bazirano na tome kako je organizacija upravljana, a 45% na pokazateljima uspješnosti
 - svaki dio organizacije se ocjenjuje
 - kontinuirano poboljšanje
- u obilazak organizacije odlazi od 4-6 ocjenjivača (volonteri)
- kriteriji za dobivanje nagrade su vrlo zahtjevni i samo pokušaj da se dostignu kriteriji pomažu organizacijama
- državni i lokalni programi kakvoće, većinom modelirani nakon Baldrige programa, narasli su od 10 u 1991. do 44 programa u 41 državi
- na međunarodnoj razini gotovo 80 programa kakvoće su u primjeni, većina je modelirana nakon Baldrige programa, uključujući i jedan ustanovljen u Japanu 1996.

○ EFQM Excellence Model

- potraga za izvrsnošću, neprofitna organizacija
- primarni izvor za europske organizacije koje teže izvrsnosti na tržištu i u poslovanju
- osnovana 1989. od strane glavnih izvršnih ureda (CEOs) renomiranih europskih tvrtki
- danas je ishodište prepoznatljivosti za organizacije različitih veličina i područja rada
- sjedište u Bruxellesu i okuplja više od 700 članica iz cijelog svijeta
- kreator je prestižne nagrade EFQM Excellence Award koja se godišnje dodjeljuje vrsnim kompanijama
 - fokusira se na priznavanje izvrsnosti te daje detaljnu i neovisnu povratnu informaciju svim kandidatima kako bi im se pomoglo na putu prema izvrsnosti
 - 2006. dodijeljene su: BMW Group Chassis and Driveline Systems Production, Grundfos, TNT Express GmbH, St. Mary's College Londonderry
- utemeljitelj je koncepta kakvoće EFQM Excellence Model koji organizacijama predstavlja vodič za postizanje i mjerenje njihove izvrsnosti
 - sažeti TQM model koji se odnosi na sva područja upravljanja, ali isto tako i praktičan alat koji se može rabiti na više načina
 - temelji ce na 9 elemenata: pet na upravljanje (vodstvo, ljudski potencijal, akcijski planovi & strategije, partnerstvo & izvori te procesi), a četiri na rezultate (ljudskog potencijala, prema korisnicima, opće društvene uloge te ključnih performansi)
- okrenutost rezultatima i korisniku, vodstvo, procesni pristup upravljanju, uključenost i poboljšanje zaposlenika, neprekidna izobrazba, poboljšanja i inovativnost, razvoj partnerskih odnosa, korporacijska društvena odgovornost

9. Statističke metode u upravljanju kakvoćom

- omogućuju bolju uporabu dostupnih podataka za donošenje odluka, te tako mogu poslužiti za neprekidno poboljšavanje kakvoće proizvoda i procesa
- primjenjive na: istraživanje tržišta, projektiranje, razvoj, proizvodnju, provjeru, ugradbu, održavanje
- razrađene u velikom broju međunarodnih ISO i IEC norma
- opisne statistike
 - iskazuju količinske mjere značajka (prosjeke i odstupanje) podataka iz uzorka
 - daju učinkovit i jednostavan način sažetog prikazivanja podataka
- planiranje pokusa
 - pri planiranju pokusa obično se u sustav koji se ispituje uvode promjene i provodi statistička procjena djelovanja takvih promjena na sustav kako bi se vrednovala značajke sustava ili istražio utjecaj jednog ili više čimbenika na značajke sustava
- provjera hipoteza
 - uz zadanu razinu rizika, određuje se da li je skup podataka skladan s danom hipotezom
 - hipoteza se može odnositi na pretpostavku o posebnoj statističkoj razdiobi ili modelu ili se može odnositi na vrijednost nekog parametra razdiobe
 - test signifikantnosti
- analiza mjerenja (mjernog sustava)
 - skup podataka za određivanje nesigurnosti parametara sustava
- analiza sposobnosti procesa
 - ispitivanje svojstvene promjenjivosti i razdiobe procesa kako bi se procijenila njegova sposobnost da proizvede izlaz u skladu s područjem promjena dopuštenih specifikacijama
 - mjerljive varijable – svojstvena promjenjivost procesa izražava se „rasipanjem“ procesa i mjeri se kao šest standardnih odstupanja ($\pm 3\sigma$) razdiobe procesa (99,73% populacija)
- regresijska analiza
 - istražuje odnose promatranih značajka (koje se obično nazivaju „varijablama odziva“ s mogućim uzorčnicima („neovisnim varijablama“))
 - odnos se određuje modelom koji se dobiva iz znanosti, ekonomije, tehnike, ili pak iskustveno
- uzorkovanje
 - sustavna primjena statističkih metoda za dobivanje podataka o nekoj značajki populacija proučavanjem reprezentativnog dijela, odnosno uzorka populacije
- simulacije
 - zajednički naziv za postupke kojima se radi rješavanja problema određeni sustav prikazuje matematički računalnim programom
- dijagrami za statističko upravljanje procesom
 - „oruđe“ za određivanje statusa statističkog upravljanja
 - služe kao metoda za uspoređivanje podataka iz uzoraka koji predstavljaju „tekuće“ stanje procesa s graničnim vrijednostima utvrđenim nakon razmatranja svojstvene promjenjivosti procesa
 - Shewhartovi dijagrami
- 7 osnovnih alata za kontrolu kakvoće:
 - Paretov dijagram
 - razvio Juran koristeći histogram u kombinaciji sa 80/20 pravilom
 - identifikacija i rangiranje reklamacija kupaca, skladišni inventar, distribucija bogatstva među zemljama te određivanje prioriteta
 - Histogram
 - grafički prikaz podataka u obliku stupčastog grafikona – raspored učestalosti nekog parametra
 - Dijagram tijeka procesa
 - vizualno prikazuje sve korake u procesu i stvara se od osnovnih blokova

- **Dijagram raspršenja**
 - za ispitivanje veza između dvije varijable (zavisne i nezavisne)
 - istražuje veze između dvije varijable vezane uz isti „događaj“
 - ukazuje na korelaciju između ovih varijabli
- **Ispitni list**
 - jednostavan alat za nadziranje poboljšanja sustav kakvoće
 - jednostavan način prikupljanja podataka
 - koristi se kada se podaci mogu prikupljati od jedne od osobe na jednom mjestu
- **Dijagram uzorka i posljedica**
 - Ishikawin dijagram ili riblja kost – prvi korak u rješavanju problema, a njime se pronalaze svi mogući potencijalni uzorci nekog problema
- **Kontrolne karte**
 - koriste za praćenje procesa kroz vrijeme
- kakvoća je obrnuto razmjerna promjenjivosti
- promjenjivost u procesima je kvantitativna, dakle mjerljiva
- za mjerenje, opis, analizu, tumačenje i modeliranje promjenjivosti služe statističke metode za kontrolu procesa
- promjenjivost (variability):
 - problemi:
 - povećava nepredvidljivost
 - smanjuje iskorištenje kapaciteta
 - doprinosi „iskakanjima izvan okvira“
 - čini teškim pronalaženje ključnih uzorka
 - čini teškim određivanje potencijalnih problema unaprijed
- vrste promjenjivosti:
 - slučajni uzroci – uobičajena promjenjivost sadržana u svakom procesu
 - posebni uzroci – sustavne pogreške koje se mogu pronaći, objasniti i kontrolirati
- neophodno za poboljšanje bilo kakvog procesa je razumijevanje razlike između slučajnih i posebnih uzroka promjenjivosti
- opisna statistika opisuje, upoznaje, uspoređuje i analizira procese temeljem prikaza i brojčane obrade poznatih podataka
 - odstupanje, aritmetička sredina, varijanca, standardno odstupanje
- promjenjivost značajke procesa (proizvoda) „mjeri“ se prikladnom razdiobom
- razdiobe slučajnih varijabli: diskretne (Poissonova, binomna) i kontinuirane (normalna ili Gaussova, eksponencijalna, weibullova)
- **normalna (Gaussova)** – zvonolika, simetrična, jednotjemena funkcija kontinuirane slučajne varijable x (označava se sa $N\{\mu, \sigma^2\}$)
- **centralni granični teorem**
 - razdioba aritmetičkih sredina uzoraka iz jedne populacije bit će normalna čak i ako razdioba promatranog obilježja u populaciji nije normalna, uz uvjet da su uzorci dovoljno veliki i da je varijanca populacije (σ^2) konačan broj
 - ima veliku važnost, jer bi inače za svaku razdiobu iz prakse bilo potrebno razviti posebni statistički model

10. Analiza sposobnosti procesa

- granice specifikacije (tolerancije):
 - definirane u proizvodnom procesu ili od korisnika
 - granice = cilj \pm tolerancija
 - jednoznačno određuju ispravan od neispravnog proizvoda
 - LSL – donja granica specifikacije (lower specification limit)
 - USL – gornja granica specifikacije (upper specification limit)
 - unutar specifikacija = dobro; izvan specifikacija = loše
 - **raspon zahtjeva** (tolerancijsko područje) je područje između gornje i donje specifikacije
 $T = USL - LSL$
 - **raspon procesa** podrazumijeva područje unutar $\pm 3\sigma$ u odnosu na sredinu procesa
 - **temeljni uvjet sposobnosti procesa** $T \geq 6\sigma$
- **indeks sposobnosti procesa C_p** : $C_p = (USL - LSL) / 6\sigma = T / 6\sigma$ - njime se uspoređuju granice specifikacije i prirodna promjenjivost u nekom procesu pomoću jedne kvantitativne mjere
- uvažavajući vrijeme odvijanja procesa, procjenjivanje sposobnosti (i pripadajući indeks) može pripadati:
 - sposobnost procesa u dužem vremenskom razdoblju
 - preliminarna sposobnost procesa
 - sposobnost u kratkom vremenskom razdoblju
- $C_{pL} = (\text{sredina procesa} - LSL) / 3\sigma$ $C_{pu} = (USL - \text{sredina procesa}) / 3\sigma$ $C_{pk} = \min(C_{pL}, C_{pu})$
- ako je proces idealno centriran, tada je $C_{pk} = C_p$
- u nazivlju indeksa se umjesto termina sposobnost koristi termin značajka (pa se indeksi označavaju analogno kao $P_p, P_{pL}, P_{pu}, P_{pk}$)
- statistička kontrola procesa (SPC): metodologija za praćenje procesa koji služi za identificiranje posebnih uzorka promjenjivosti i davanje signala za popravnu radnju kada je to potrebno (kontrolne karte)
- pouzdana procjena sposobnosti procesa može se donijeti samo temeljem praćenja procesa primjenom odgovarajuće kontrolne karte i nakon dovođenja procesa u stanje statističke kontrole
- kontrolne karte: za mjerljive i atributivne karakteristike
 - tehnika kontrolnih karata sastoji se od uzimanja većeg broja malih uzoraka iz procesa
 - prate se promjene (varijacije) procesa u vremenu
 - na svakoj kontrolnoj karti treba odrediti kontrolne granice i središnju liniju
 - kontrolne granice su statističke granice i nisu povezane s granicama specifikacije
 - podatak izvan kontrolne granice (iznad GKG ili ispod DKG) pokazuje da se u procesu, statistički promatrano, dogodio ne slučajan već **poseban uzrok promjenjivosti** (odstupanja)
 - procesne i kontrolne granice:
 - procesne granice se upotrebljavaju za pojedinačni proizvod
 - kontrolne granice se koriste za aritmetičke sredine
 - uobičajene granice su $(\mu \pm 3\sigma)$
 - za proces pod kontrolom -> stabilan proces
 - za atributivne karakteristike: p karta (prikazuje grafičko kretanje proporcije loših komada u uzorcima), np karta (izravno prikazuje broj pronađenih škart jedinica), u karta (prikazuje prosječan broj pogrešaka) i c karta (prati broj pogrešaka na jednom proizvodu)

11. Osiguranje kakvoće programske opreme

- kakvoća dizajna – karakteristike koje dizajneri definiraju za pojedine sastavnice programske opreme
- kakvoća skladnosti – stupanj do kojeg su pri proizvodnji slijeđene specifikacije definirane dizajnom
- kakvoća programske opreme je svačiji posao i ona može biti definirana preko većeg broja mjerljivih faktora kakvoće primjenom različitih metrika
- programska oprema (sustav) dobre kakvoće sa stajališta kupca treba biti: stabilan, dobro dokumentiran, logičan i jednostavan za uporabu, a sa stajališta programera: jednostavan za implementaciju promjena, lako razumljiv, zanimljiv i poticajan za rad na njemu
- terminologija: kvar, pad sustava, propust, nedostatak, neispravnost, formalna pogreška
- troškovi održavanja programske opreme procjenjuju se između 67% i 90% troškova životnog ciklusa
- troškovi kakvoće:
 - TG1 – sprječavanje loše kakvoće: planiranje kakvoće, formalne tehničke revizije, ispitna oprema, osposobljavanje osoblja
 - TG2 – mjerenje, prosuđivanje ili ispitivanje proizvoda tijekom proizvodnje
 - TG3A – pogreške – unutarnji propusti uočeni prije negoli je proizvod došao do korisnika (ponovni rad, dorada, analiza pogrešaka)
 - TG3B – pogreške – vanjski propusti nastali nakon što je proizvod došao do korisnika (troškovi u jamstvenom roku, zahvati prema žalbama i prigovorima kupaca te povrat proizvoda)
 - TG4 – neizravni – prikriveni troškovi koje je teško procijeniti (nezadovoljstvo korisnika, imidž organizacije, gubitak tržišta)
- jedna od definicija kakvoće programske opreme kaže da je to skladnost s eksplicitno (jasno) izraženim funkcijskim i izvedbenim zahtjevima
- osiguravanje kakvoće programske opreme – planiran i sustavan skup radnji koje su potrebne kako bi se osigurala visoka kakvoća programske opreme
- različite vrste revizije programske opreme:
 - formalna tehnička revizija (FTR) – pronaći pogreške tijekom procesa razvoja programske opreme kako bi se one otklonile prije nego što stignu do korisnika
- formalni pristup SQA – neformalni pristup osiguravanju kakvoće programske opreme: računalni program je matematički objekt
- statističkim osiguravanjem kakvoće želi se dobiti kvantitativni osjećaj o kakvoći (za programsku opremu: prikupljanje i razvrstavanje podataka o pogreškama u programima, pokušaj da se svaka pogreška poveže sa uzrokom, korištenjem Pareto principa...)
- aktivnosti **verifikacije i validacije** usmjerene su prema otkrivanju defekata te određivanju jesu li tražene funkcije i atributi ugrađeni u sustav
- **verifikacija** – da li proizvodi svake faze životnog ciklusa odgovaraju zahtjevima prethodne faze i zadovoljavaju normu odgovarajuće te uspostavljaju osnovu za sljedeću fazu
- **validacija** – da li konačan proizvod odgovara programskim zahtjevima, kao i zahtjevima sustava
- **norme za testiranje programske opreme:** ISO 9126, IEEE 1061
- određivanje podkarakteristika kakvoće:
 - pouzdanost: zrelost, tolerancija pogreški, obnovljivost
 - uporabivost: razumljivost, mogućnost učenja, operabilnost
- metrika kod programske opreme znači da se primjenom numeričkih pokazatelja mjeri složenost i pouzdanost izvornog koda, dužina i kakvoća razvojnog procesa te karakteristike aplikacije kad je gotova (atributi se mogu mjeriti izravno i neizravno)

12. Upravljanje kakvoćom u visokom obrazovanju

- Bolonjski proces: reforma visokog obrazovanja u Europi kojoj je osnovni cilj promicanje mobilnosti studenata i profesora **[19.06.1999. – Bologna Declaration]** – uključeno 46 država
- dokumenti: Magna Charta Universitatum, Lisabonska konvencija, Sorbonska deklaracija
- **Praško ministarsko priopćenje (2001.)** – prihvaćena je prijava Hrvatske
- Berlinško ministarsko priopćenje (2003.), Bergenško ministarsko priopćenje (2005.), Londonsko ministarsko priopćenje (2007.)
- **devet prioriternih područja:** osiguranje kakvoće, sustav bodovanja, dvociklični sustav, usporedivi stupnjevi, mobilnost, cjeloživotno obrazovanje, europska dimenzija, socijalna dimenzija, priznavanje stupnjeva i razdoblja studiranja
- **ENQA** – Europska organizacija za osiguravanje kakvoće u visokom obrazovanju, osnovana 2004. kao sljednica European Network for Quality Assurance in Higher Education
- ENQA početkom 2005. izradila najznačajniji europski dokument za osiguravanje kakvoće u visokom obrazovanju (ESG)
- **Agencija za znanost i visoko obrazovanje** - 15.srpanj 2004.
- **ECA** – Europski konzorcij za akreditaciju u visokom obrazovanju u Cordobi u studenom 2003.
- **ASIIN** – 2002. godina – njemačka akreditacijska agencija specijalizirana za akreditaciju studijskih programa u području inženjerstva, informatike i računalnih znanosti te prirodnih znanosti i matematike
- **FER** je od 23. ožujka 2006. u skupini najboljih europskih fakulteta s međunarodnom akreditacijom za sve preddiplomske i diplomske studijske programe