

# 6Sigma

---

**Fabriš, Janko**

**Undergraduate thesis / Završni rad**

**2020**

*Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj:* **Istrian University of applied sciences / Istarsko veleučilište - Università Istriana di scienze applicate**

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:212:202899>

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

*Download date / Datum preuzimanja:* **2024-07-23**



image not found or type unknown

*Repository / Repozitorij:*

[Digital repository of Istrian University of applied sciences](#)



image not found or type unknown

Istarsko veleučilište -  
Università Istriana di scienze applicate

Janko Fabriš

**UPRAVLJANJE KVALITETOM  
„ŠEST SIGMA“ METODOLOGIJA**

Završni rad

PULA, 2020

Istarsko veleučilište -  
Università Istriana di scienze applicate

Janko Fabriš

# **UPRAVLJANJE KVALITETOM „ŠEST SIGMA“ METODOLOGIJA**

Završni rad

JMBAG: 0233008082, izvanredni student

Studijski smjer: Preddiplomski stručni studiji Politehnike

Predmet: Proizvodno inženjerstvo

Mentor: dr.sc. Davor Stanić, pred.

Pula, rujan 2020.

## **IZJAVA**

### **o akademskoj čestitosti**

Ja, dolje potpisani, Janko Fabriš, kandidat za prvostupnika politehnike, ovime izjavljujem da je ovaj Završni rad rezultat isključivo mogega vlastitog rada, da se temelji na mojim istraživanjima te da se oslanja na objavljenu literaturu kao što to pokazuju korištene bilješke i bibliografija. Izjavljujem da niti jedan dio Završnog rada nije napisan na nedozvoljen način, odnosno da je prepisan iz kojega necitiranog rada, te da ikoji dio rada krši bilo čija autorska prava. Izjavljujem, također, da nijedan dio rada nije iskorišten za koji drugi rad pri bilo kojoj drugoj visokoškolskoj, znanstvenoj ili radnoj ustanovi.

U Puli, \_\_\_\_\_ 2020. godine

Student

---

## **IZJAVA**

### **o korištenju autorskog djela**

Ja, Janko Fabriš, dajem odobrenje Istarskom veleučilištu – Università Istriana di scienze applicate, kao nositelju prava iskorištavanja, da moj završni rad pod nazivom “Upravljanje kvalitetom „Šest Sigma“ metodologija” koristi na način da gore navedeno autorsko djelo, kao cjeloviti tekst trajno objavi u javnoj internetskoj bazi Sveučilišne knjižnice u Puli te kopira u javnu internetsku bazu završnih radova Nacionalne i sveučilišne knjižnice (stavljanje na raspolaganje javnosti), sve u skladu s Zakonom o autorskom pravu i drugim srodnim pravima i dobrom akademskom praksom, a radi promicanja otvorenoga, slobodnoga pristupa znanstvenim informacijama.

Za korištenje autorskog djela na gore navedeni način ne potražujem naknadu.

U Puli, \_\_\_\_\_2020. godine

Student

---

# Sadržaj

1.	UVOD.....	4
1.1	Predmet istraživanja.....	4
1.2	Cilj i svrha istraživanja .....	4
1.3	Hipoteza rada.....	4
1.4	Struktura rada .....	5
2	ŠTO JE TO „ŠEST SIGMA“.....	7
2.1	„Šest Sigma“.....	7
2.2	Procesi i odluke vođeni podacima .....	7
2.2.1	Donošenje odluke pomoću „Šest Sigma“ principa.....	7
2.2.2	Definiranje $6\sigma$ .....	8
2.2.3	Primjeri iz stvarnog svijeta .....	8
2.3	Izračunavanje razine sigme .....	9
2.4	Uobičajena „Šest Sigma“ načela.....	10
2.4.1	Poboljšanje usmjereno na kupca.....	11
2.4.2	Definiranje vrijednosti .....	11
2.4.3	Kontinuirano poboljšavanje procesa .....	12
2.4.4	Varijacija .....	12
2.4.5	Otklanjanje “otpada” (gubitaka) .....	13
2.4.6	Osposobljavanje ljudi.....	13
2.5	Izazovi „Šest Sigma“ .....	13
3	„ŠEST SIGMA“ POVIJEST I PRIMJENA .....	14
3.1	Razvoj statističke kontrole procesa .....	14
3.2	Kontinuirani proces poboljšanja .....	16
3.2.1	Motorolin fokus na defekte.....	17
3.3	Nastavak rasta „Šest Sigma“ .....	18
3.4	Primjena „Šest Sigma“ znanja .....	19
3.5	Razine „Šest Sigma“ certifikata .....	19
3.5.1	Bijeli pojas .....	19
3.5.2	Žuti pojas .....	20
3.5.3	Zeleni pojas.....	20
3.5.4	Crni pojas.....	21
3.5.5	Majstorski (master) crni pojas .....	21
3.5.6	Šampion.....	22
4	OSTALI PROCESI POBOLJŠANJA PROCESA I NAČINI KVALITETE .....	23
4.1	Lean menadžment.....	23

4.2	Potpuno upravljanje kvalitetom (TQM).....	24
4.3	Just in Time .....	25
5	FORMIRANJE „ŠEST SIGMA“ TIMA.....	27
5.1	Tri tipa timskog člana .....	27
5.2	Pristup kod odabira članova tima.....	28
5.3	Uloge i odgovornosti članova tima.....	28
5.3.1	Sponzori i prvaci.....	29
5.3.2	Vlasnici tvrtki ili procesa .....	29
5.3.3	„Šest Sigma“ voditelj.....	30
6	ALATI U „ŠEST SIGMA“ .....	32
6.1	Pareto analiza .....	32
6.2	Deskriptivna statistika .....	33
6.3	FMEA.....	33
6.4	DOE .....	33
6.5	Taguchieva metoda.....	34
6.6	Kontrolni grafikoni.....	34
6.7	„Šest Sigma“ kao metodologija .....	34
7	PROCESI.....	36
7.1	Četiri sloja za definiranje procesa.....	36
7.1.1	Koraci .....	36
7.1.2	Vrijeme procesiranja .....	37
7.1.3	Međuzavisnost.....	37
7.1.4	Resursi i zadaci .....	38
7.2	Glavne komponente procesa.....	38
7.2.1	Ulazi.....	39
7.2.2	Izlazi .....	40
7.2.3	Događaji.....	40
7.2.4	Zadaci.....	40
7.2.5	Odluke.....	41
7.2.6	Povezanost komponenti.....	41
7.2.7	Vlasnici procesa .....	42
7.2.8	Podaci .....	43
7.3	Definiranje komponenti procesa – SIPOC.....	43
7.3.1	Prednost SIPOC dijagrama .....	43
7.3.2	SIPOC dijagram.....	44
8	PRISTUP KOD RJEŠAVANJA PROBLEMA U „ŠEST SIGMA“ .....	45
8.1	DMAIC metodologija .....	45

8.2	Strategija po fazama .....	46
8.2.1	Mjerenje problema .....	47
8.2.2	Analiza problema.....	48
8.2.3	Kontrola nad poboljšanjima .....	49
8.2.4	Faza kontroliranja.....	51
9	PRIMJENA „ŠEST SIGMA“ METODOLOGIJE NA POBOLJŠANJE INDEKSA KVALITETE U CIGARETNOJ INDUSTRIJI .....	52
9.1	Način mjerenja kvalitete u duhanskoj industriji .....	52
9.2	Prikaz rezultata indeksa kvalitete za tvornicu cigareta u Kanfanaru .....	53
9.3	Rezultati projekta poboljšanja primjenom „Šest Sigma“ .....	57
10	ZAKLJUČAK .....	62
	POPIS LITERATURE .....	63
	POPIS SLIKA, TABLICA I GRAFOVA .....	65
	SAŽETAK .....	67
	ABSTRACT .....	68



# 1. UVOD

U ovom radu prikazan je metodološki pristup analiziranja procesa kvalitete proizvodnog poduzeća ili odjela. Primjenjivanjem modela „Šest Sigma“ postiže se unapređenje poslovnih procesa. Cilj ovog rada je upoznavanje sa primjenom modela „Šest Sigma“ osvrćući se na: unapređenje poslovnih procesa, kao i na smanjenje greški u procesu proizvodnje. Karakteristike implementiranja ovog modela su: usmjerenost na kupca, predviđanje povrata investicije i mijenjanje načina rada menadžmenta.

Kvaliteteta daje pojedinim kompanijama prednost nad konkurencijom. Dobra kvaliteta smanjuje troškove vezane uz naknadne poslove, škart i gubljenje vremena, a posebno, izaziva zadovoljstvo krajnjeg potrošača ili korisnika. Kvaliteta je najvažniji utjecajni faktor na performanse organizacije u odnosu na konkurenciju.

Odgovore na pitanja kao što su: kako definirati kvalitetu, kako dijagnosticirati problem kvalitete, koji koraci vode do zadovoljavanja specifikacije proizvoda, kako kontrola kvalitete može pomoći u planiranju i upravljanju kvalitetom i kako nam „Šest Sigma“ metodologija pomaže u njihovom rješavanju, dobiti ćemo u nastavku ovog rada.

## 1.1 Predmet istraživanja

Predmet istraživanja ovog rada jest analiza primjene „Šest Sigma“ metodologije s ciljem poboljšanja kvalitete u organizacijama i pozitivnog utjecaja na njihove financijske rezultate.

## 1.2 Cilj i svrha istraživanja

Cilj i svrha ovog istraživanja je upoznati se sa primjenom „Šest Sigma“ metodologije u postizanju poslovne izvrsnosti, kroz analizu stvarnog primjera kontrole pokazatelja kvalitete u industriji proizvodnje cigareta.

## 1.3 Hipoteza rada

Primjenom „Šest Sigma“ metodologije i angažiranim pristupom svih uključenih zainteresiranih strana u danom projektu, uspjeh organizacije je zagarantiran.

#### **1.4 Struktura rada**

Rad se sastoji od 10 poglavlja.

U uvodu završnog rada dati je kratki uvod u „Šest Sigma“ metodologiji te je opisan predmet istraživanja, definirani su ciljevi i svrha samog istraživanja te hipoteza.

U drugom poglavlju nalazi se odgovor, na pitanje što je „Šest Sigma“ i koja su njena osnovna načela na kojima se temelji.

Treće poglavlje ukazuje na povijest i na razvoj statističke kontrole procesa u „Šest Sigma“, te nastavak rasta uz proces kontinuiranog poboljšanja, Također, navedene su certificirane razine znanja i primjene „Šest Sigma“ metodologije

U četvrtom poglavlju spominju se ostali procesi poboljšanja procesa, usmjereni na razvoj kvalitete, koji su usko povezani sa „Šest Sigma“ metodologijom.

U petom poglavlju objašnjen je način formiranja „Šest Sigma“ tima, i koje su to uobičajene uloge i odgovornosti članova u timu.

U šestom je poglavlju predstavljen skup „Šest Sigma“ alata, kojima se koristi projektni tim kod upravljanja kvalitetom, čije korištenje zavisi o fazi DMAIC (*eng. Define Measure Analyze Improve Control*) metodologije.

U sedmom poglavlju date su osnovne smjernice u definiciji što je to proces i koje su njegove komponente.

Osmo prikazuje primjenu „Šest Sigma“ kroz razne alate i metode analiziranja, praćenja problema kako bi na iste znali reagirati pravovremeno i kako bi zadržali kvalitetu pod pojmom „Šest Sigma“.

U devetom poglavlju demonstriran je primjer, iz prakse u tvornici duhana, ostvarenih poboljšanja u jednom od parametra koji utječe na kvalitetu prema specifikaciji.

Deseto poglavlju nalazi se Zaključak, iznošenjem završnog razmišljanja o metodologiji „Šest Sigma“ u smislu postizanja zadovoljstva klijenata, smanjenja vremenskog ciklusa i pogrešaka proizvoda.

## **2 ŠTO JE TO „ŠEST SIGMA“**

### **2.1 „Šest Sigma“**

„Šest Sigma“ je prvenstveno metodologija za unaprjeđenje kvalitete, no istodobno se smatra i poslovnom strategijom. Statistička kontrola procesa je koncept definiranja i kontrole njegove varijacije. Metodologija koja ju opisuje razvijala se tijekom vremena, pa iz tog razloga predstavlja niz različitih koncepata integriranih u zajedničku cjelinu. To je najučinkovitija metodologija rješavanja problema u poduzećima. Učinak „Šest Sigma“ metodologije statistički je termin za proces koji proizvodi manje od 3,4 pogreške na milijun proizvedenih jedinica.

Sveobuhvatna pretpostavka „Šest Sigma“ je da varijacije u procesu dovode do pogreške, a pogreške u procesu su zapravo greške u proizvodnji. Nesukladan proizvod, bilo u opipljivom obliku ili u obliku usluge, dovodi do nezadovoljstva krajnjeg kupca. Uvođenje „Šest Sigma“ je preskriptivan program istoimene metodologije kroz organizaciju, s dodijeljenim praksama (postupcima), ulogama i procedurama prema općenito prihvaćenim standardima.

### **2.2 Procesi i odluke vođeni podacima**

U primjeni „Šest Sigma“, organizacije, timovi i voditelji projekata nastoje implementirati strategije koje se temelje brojčanim pokazateljima. Povijesno gledano, mnogi su poslovni lideri donosili odluke na temelju intuicije ili iskustva. Unatoč nekim uobičajenim uvjerenjima u raznim industrijama, „Šest Sigma“ ne uklanja potrebu za iskusnim vodstvom, niti negira važnost intuicije u bilo kojem procesu. Umjesto toga, „Šest Sigma“ djeluje uporedno s drugim vještinama, iskustvom i znanjem kako bi pružila matematički i statistički temelj za odlučivanje. Iskustvo može reći da proces ne funkcionira; statistika dokazati da je to istina. Intuicija može voditelja projekta uvjeriti da se određenom promjenom može poboljšati izlazne rezultate; a „Šest Sigma“ alati pomažu organizacijama da potvrde ove pretpostavke.

#### **2.2.1 Donošenje odluke pomoću „Šest Sigma“ principa**

„Šest Sigma“ metodologija omogućava organizacijama da identificiraju probleme, potvrde pretpostavke, predlože i donesu rješenja (*procesom tzv. brainstorminga*), te provedu implementaciju plana za spriječavanje neželjenih posljedica. Primjenom alata kao što su statističke analize i procesno mapiranje problema i rješenja, timovi mogu vizualizirati i predvidjeti ishode sa visokom razinom točnosti, omogućavajući rukovodstvu da donosi odluke s manje financijskog rizika.

Međutim, „Šest Sigma“ metode ne nude “kristalnu kuglu” organizacijama. Čak i uz stručnu upotrebu “Šest Sigma” alata, mogu se pojaviti problemi za timove u donošenju rješenja.

### **2.2.2 Definiranje 6 $\sigma$**

„Šest Sigma“, kao metodologija za poboljšanje procesa, uključuje široku paletu alata i znanja, koji će biti obuhvaćeni u ovom radu. U ovom ćemo dijelu početi definirati statistički koncept predstavljen konceptom „Šest Sigma“. Najosnovnija definicija “Šest Sigma” je statistički prikaz za ono što mnogi stručnjaci nazivaju "savršenim" postupkom. Tehnički gledano, u procesu „Šest Sigma“ ima samo 3,4 nedostatka na milijun mogućnosti. U postotku, to znači da je 99,99966 % proizvoda iz procesa kontroliranog „Šest Sigma“ metodologijom ispravno (nema oštećenja). Na samo jednoj razini sigme ispod 5 $\sigma$  ili 99,97 % točnosti, procesi doživljavaju 233 pogreške po milijun mogućnosti. Jednostavnije rečeno, bit će mnogo više nezadovoljnih kupaca.

### **2.2.3 Primjeri iz stvarnog svijeta**

“National Oceanic and Atmospheric Administration”, kontrolori zračnog prometa u Sjedinjenim Američkim Državama (*nadalje u tekstu SAD*) upravljaju sa 28.537 komercijalnih letova dnevno, što u godinu dana iznosi otprilike 10.416 milijuna letova. Proces upravljanja zračnim prometom temeljen na „Five Sigma“ (5 $\sigma$ ), u procesu upravljanja rezultirao bi pojavom otprilike 2.426 različitih vrsta pogrešaka na letovima svake godine. Procesom “Šest Sigma” (6 $\sigma$ ), rizik pada na 35,41 pogreške na letovima svake godine.

CDC (*Centar za kontrolu bolesti, eng. Center for Disease Control*) navodi da se u SAD-u u razdoblju od godine dana obavi otprilike 51,4 milijuna operacija. Na temelju stope točnosti od 99,97, liječnici bi u prosjeku napravili grešku u 11.976 operacija svake godine, ili u 230 operacija tjedno. Sa „Šest Sigma“ to pada na otprilike 174 pogreške godišnje za cijelu zemlju, ili nešto više od 3 pogreške svaki tjedan. U 5 $\sigma$  pacijenti imaju 68 puta veću vjerojatnost da će doći do pogreške kod izvođenja liječničke operacije.

Dok većina ljudi svakodnevno prihvaća stopu točnosti od 99,90 % čak i u najkritičnijim uslugama, gornji primjer ističe koliki je zapravo “rascjep” između 6 $\sigma$  i 5 $\sigma$ . Za organizacije, ne radi se samo o stopi pogreške već i o troškovima povezanim s svakom pogreškom.

Za većinu organizacija, postizanje i održavanje „Šest Sigma“ savršenstva je izazovno i zahtijeva neprestano usavršavanje procesa. Svako napredovanje od niže sigma razine u višu, npr. sa 4 $\sigma$  na 4.1 $\sigma$ , ima drastičan utjecaj na troškove i zadovoljstvo korisnika.

### 2.3 Izračunavanje razine sigme

Osnovna namjena „Šest Sigma“ modela u okviru metrike je mjerenje varijabilnosti poslovnih procesa. Organizacije i timovi mogu izračunati razinu sigme proizvoda ili procesa koristeći jednadžbu niže:

$$\left( \frac{\#mogućnosti - \#nedostataka}{\#mogućnosti} \right) \times 100 = \text{Prinos}$$

Poslužimo li se jednostavnim primjerom proces u odjelu za marketing koji je zadužen za pripremu i distribuciju pisama kupcima ili potencijalnim klijentima, te, u ilustrativne svrhe, zamislimo proces u kojem se svakodnevno ubacuje 30.000 pisama u prethodno adresirane kuverte, tada se u jednom poslovnom tjednu u trajanju od pet dana distribuiraju 150.000 pisama.

Ukoliko naš hioptetski marketinški odjel iznenada počne zaprimati pritužbe da ljudi primaju kuverte koje su adresirane na njih, međutim pisma unutar nisu upućena njima već nekome drugom, te u narednom tjednu odluči nasumično odabrati 1.000 kuverta iz paketa i otkrije da u 5 slučajeva postoji pogreška, tada primjenjujući

statističku analiza (metode uzorkovanja i ekstrapolacije) na ukupnu distribuiranu količinu, naš hipotetski odjel može procijeniti da je 750 pisma krivo adresirano.

U procesu distribucije koverti, svaki tjedan postoji 150.000 mogućnosti za pogrešku, a procjena je na 750 grešaka tjedno. Prema prethodno navedenoj jednadžbi, slijedi:

$$\left(\frac{150.000 - 750}{150.000}\right) \times 100 = \text{prinos od } 99,5$$

Usporedimo li prinos od 99,5 u skraćenoj sigma tablici u nastavku, vidimo da je proces opisan u gornjem primjeru trenutno između  $4\sigma$  i  $4.1\sigma$ .

### Tablica 1.

Skraćena sigma tablica sa razine sigme između 3.9 i 4.3

Yield %	DPMO	Sigma Level
99.7450	2,550	4.3
99.6540	3,460	4.2
99.5340	4,550	4.1
99.3790	6,210	4.0
99.1810	8,190	3.9

Izvor: <https://www.scribd.com/document/429386484/Six-Sigma-Black-Belt-pdf>.

Sigma skala omogućava usporedbu različitih poslovnih procesa u smislu određivanja sposobnosti procesa, s ciljem ostajanja u granicama kvalitete zadanim za taj proces. „Šest Sigma“ se služi metrikom DPMO (*broj nesukladnosti na milijun pojava*) kao pokazateljem razine kvalitete.

## 2.4 Uobičajena „Šest Sigma“ načela

Organizacije mogu utjecati na svoju razinu sigme integrirajući temeljne principe iz „Šest Sigma“ metodologije u stilovima vođenja, upravljanju procesima i nastojanjima za poboljšanje. Načela „Šest Sigma“, kao i alati koji se koriste za njihovo postizanje,

obrađeni su u različitim poglavljima ovog rada, a u nastavku sljede neka uobičajena načela.

#### **2.4.1 Poboljšanje usmjereno na kupca**

Osnovno načelo metodologije je usredotočenost na kupca. Metodom istraživanja glasa korisnika (*eng. Voice of the Customer, nadalje u tekstu VoC*) ustanovljuju se potrebe kupca. Kombinacijom tog znanja sa mjerenjima, statistikom i metodama poboljšanja procesa, organizacije povećavaju zadovoljstvo kupca, što u konačnici rezultira većom dobiti, zadržavanjem kupaca i postizanjem odanosti.

Detaljno razumijevanje kupca i njihovih potreba ne omogućuje samo prilagodbu poslovanja u ponudi proizvoda i usluga, već također omogućuje organizacijama:

- Ponudu dodatnih značajki koje kupci žele i spremni su platiti
- Postavljanje prioriteta prilikom razvoja proizvoda kako bi zadovoljili trenutne potrebe
- Razvijanje nove ideje na temelju povratnih informacija kupaca
- Razumijevanje promjenjivih trendova na tržištu
- Identificiranje problematičnih područja
- Ispitivanje rješenja i ideja prije nego što se u njih uloži vrijeme i novac

#### **2.4.2 Definiranje vrijednosti**

Prema James P. Womack i Daniel T. Jones (2010), definiranje vrijednosti kritično je polazište za Lean razmišljanje. Vrijednost može definirati samo krajnji kupac, a smisleno je samo onda kada se vrijednost izražava kroz određeni proizvod (*dobro ili usluga, a često i oboje istovremeno*) koji zadovoljava potrebe kupca po određenoj cijeni u određeno vrijeme.

Tako definirana vrijednost je polazišna točka uspješne proizvodnje i poslovanja, prema navodima Piškor, Kondić (2010). Posebno je važno odrediti vrijednosti za kupca. Ako proizvod ima kvalitetu koja kupcu ne predstavlja dodatnu vrijednost, kupac



neće biti zainteresiran za proizvod. Treba analizirati potrebe kupaca i osobine proizvoda, te potom odrediti koji procesi dodaju, a koji ne dodaju vrijednost proizvodu. Procese koji ne dodaju vrijednost treba dodatno ispitati i odrediti jesu li neophodni, a ako nisu eliminirati ih.

### **2.4.3 Kontinuirano poboljšavanje procesa**

Inherentno svojstvo „Šest Sigma“ je kontinuirano poboljšavanje procesa. Organizacija koja u potpunosti usvaja „Šest Sigma“ metodologiju nikada se ne prestaje poboljšavati. Na svakodnevnoj bazi utvrđuje i određuje prioritete u područjima gdje postoji prilika za poboljšanje. Jednom kada se jedno područje poboljša, organizacija kreće prema poboljšanju drugog područja. Organizacija mora uvijek razmatrati načine kako dovesti kvalitetu poslovanja na „savršenu“ razini od 99,99966 % točnosti za sve procese u organizaciji, istovremeno održavajući ostale ciljeve i financijsku stabilnost.

### **2.4.4 Varijacija**

Jedan od načina kontinuiranog poboljšanja procesa jest smanjenje varijacije u procesu. Svaki proces sadrži svojstvene varijacije: Na primjeru manje picerije, proučimo o čemu se radi: pretpostavimo da su zaposlenici upućeni da koriste određene količine sastojka za svaku veličinu pizze. Mala pizza dobiva jednu šalicu sira; velika pizza dobiva dvije šalice sira. Vlasnik picerije primjećuje veliku promjenu u količinama sira na svakoj pizzi, i boji se da će to dovesti nedosljednog iskustva kupaca. Kako bi smanjio varijacije, zaposlenicima priskrbljuje dvije mjerice različite zapremnine: mjerica manje zapremnine služi za manje pizze, a mjerica veće zapremnine služi za velike pizze.

Varijacija u procesu je smanjena, ali je i dalje prisutna. Neki zaposlenici sipaju sir u mjericu, neki grabe sir sa mjericom, neki pune mjericu do oznake, neki iznad oznake. Vlasnik nastoji smanjiti varijacije u procesu: obučava sve zaposlenike da napune mjericu preko vrha i da nastavno koriste ravnu lopaticu za uklanjanje viška sira iz mjerice. Iako će varijacija i dalje postojati zbog faktora poput zračnih džepova ili načina na koji se sir raspoređuje u šalici, ona se uveliko smanjuje, a kupci doživljavaju dosljednije pizze.

#### **2.4.5 Otklanjane “otpada” (gubitaka)**

Prema Taiichi O. (1988), kao sinonim gubitaka, u nekim se slučajevima koristi izraz “muda”. Ovaj koncept podrazumijeva različite troškove gubitaka, kao i sedam vrsta otpada. Taiichi je glavnom vrstom gubitka smatrao prekomjernu proizvodnju, budući da ista predstavlja ključan faktor u nastajanju drugih troškova. Jeffrey Liker, koji je istraživao iskustvo Toyote, naveo je dodatni otpad u proizvodnji, a to je nerealizirani potencijal zaposlenika. Izvori troškova su preopterećenje kapaciteta, zaposlenici koji obavljaju aktivnosti s povećanim intenzitetom, kao i neujednačeno izvršenje operacije, npr. intermitentni raspored zbog fluktuacije potražnje. Iako je otpad glavni problem u „Šest Sigma“ metodologiji, koncept dolazi iz metodologije poznate kao Lean proces upravljanja.

#### **2.4.6 Osposobljavanje ljudi**

Provedba poboljšanih procesa privremena je mjera ukoliko organizacije ne osposobljavaju svoje zaposlenike za izravno vlasništvo nad procesom, u svrhu praćenja i održavanja procesa poboljšanja. U većini organizacija proces kontinuiranog poboljšanja uključuje dvostrani pristup. Jednu stranu tog pristupa predstavlja tim za poboljšanje procesa, koji se sastoji od voditelja projekata, stručnjaka za metodologiju i stručnjaka za temu (*eng. Subject Matter Expert, nadalje u tekstu SME*) definiraju, planiraju i provode implementaciju procesa poboljšanja. Zatim, isti tim osposobljava zaposlenike, koji svakodnevno izravno sudjeluju u procesu.

### **2.5 Izazovi „Šest Sigma“**

„Šest Sigma“ nije bez svojih izazova. Kao ekspanzivna metoda koja zahtijeva predanost kontinuiranom poboljšanju, „Šest Sigma“ se često smatra skupim ili nepotrebnim procesom za male ili srednje organizacije. Prepreke i izazovi koji često stoje na putu pozitivnom ishodu „Šest Sigma“ implementacije uključuju: nedostatak podrške, resursa ili znanja, loše izvršavanja projekata, nedosljedan pristup vjerodostojnim statističkim podacima i zabrinutost oko korištenja metodologije u novim industrijama.

### 3 „ŠEST SIGMA“ POVIJEST I PRIMJENA

Dok se korijeni „Šest Sigma“ obično pripisuju tvrtkama kao što su Toyota i Motorola, metodologija se zapravo temelji na konceptima koji potječu još iz 19. stoljeća. Bitno je razumjeti razliku između tradicionalnih programa kvalitete, kao što je Total Quality Management (TQM), i metoda kontinuiranog poboljšanja procesa, kao što je „Šest Sigma“.

Većina suvremenih programa kvalitete i poboljšanja može se pratiti do istih korijena: programi kvalitete i metode kontinuiranog poboljšanja procesa nastoje postići slične ciljeve poput smanjenja pogrešaka i nedostataka, čineći procese učinkovitijima, poboljšavajući zadovoljstvo kupaca i povećavajući profit. Međutim, programi kvalitete odnose se na postizanje određenog cilja: oni imaju dva moguća ishoda: ili traju zauvijek, neprestano radeći ka istom cilju, ili se postizanjem krajnjeg cilja mora postaviti novi, izazovniji cilj.

„Šest Sigma“ želi usaditi kulturu kontinuiranog poboljšanja procesa i kvalitete koja optimizira performanse sustava organizacija iznutra prema vani. „Šest Sigma“ je kulturni element koji omogućuje organizacijama donijeti mala i značajna poboljšanja koja drastično utječu na učinkovitost i troškove. „Šest Sigma“ stvara zaštitne mjere i taktike, čak i nakon što se projekt smatra završenim, uspostavljajući kontrole kako bi se osigurao nastavak napretka.

#### 3.1 Razvoj statističke kontrole procesa

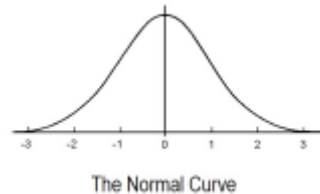
„Šest Sigma“ primjenjuje statistiku za definiranje, mjerenje, analizu, provjeru i kontrolu procesa. U praksi, „Šest Sigma“ timovi obično koriste metodologije poznate kao DMAIC ili DMADV za postizanje poboljšanja i razvoja kontrole za procese. DMAIC znači definiranje, mjerenje, analizu, poboljšanje i kontrolu. Navedeno predstavlja pet faza projekta „Šest Sigma“ za poboljšanje postojećeg procesa. Pri razvoju novog procesa, timovi koriste DMADV, odnosno definiranje, mjerenje, analiza, dizajn i provjera. Obje su metode opisane u nastavku rada.

Korijeni statističke kontrole procesa, koji su okosnica za „Šest Sigma“ metodu, započeli su razvojem shvaćanja tzv. normalne krivulje, koju je opisao Carl Friedrich Gauss u 19. stoljeću. Danas je poznato da je normalna krivulja samo jedna od nekoliko

mogućih vjerojatnosti modela distribucije. Unatoč tome, ista je i najčešće korišteni model, dok su ostali modeli razvijeni iz nje.

### **Slika 1.**

Tipičan oblik krivulje normalne razdiobe



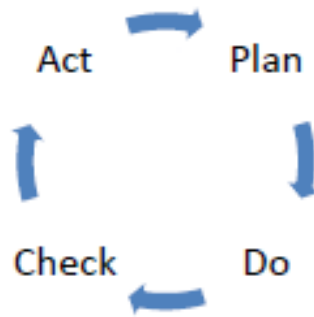
Izvor: <https://pythonforundergradengineers.com/probability-under-normal-curve-with-python.html>

U ranom dijelu 20. stoljeća, zahvaljujući doprinosima inženjera i znanstvenika Waltera Shewharta, započela je primjena statističke kontrole procesa. Shewhartovi doprinosi kvaliteti su mnogobrojni, no ističu se dvije konkretne ideje. Ponajprije, Shewhart je bio prva osoba koja je usko povezala razinu i kvalitetu sigme. Definirao je procese koje je potrebno ispraviti kako bi se dostigla viša sigma-razina. Drugo, Shewhart se smatra ocem kontrolnih grafikona. Kontrolni grafikoni ključna su sastavnica kontrole statističkih procesa koja omogućava organizacijama održavanje poboljšanih performansi primjenom vizualnog menadžmenta.

Istovremeno sa Shewhartom, bitan je doprinos donio i Deming, razvijanjem ideje takozvanog PDCA ciklusa, odnosno ciklusa „planiraj-izvodi-provjeri-djeluj“. Ključna je ideja ovog pristupa da se do poboljšanja dolazi kad prepoznamo potrebu za promjenama i napravimo plan za poboljšanje. Na temelju izlaznih rezultata procesa djelujemo dovodeći naša poboljšanja proizvodnog okruženja do savršenstva. PDCA ciklus označava ciklus koji nikada ne završava, a iz ove činjenice proizlaze i temeljna „Šest Sigma“ načela.

### **Slika 2:**

Vizualizacija Demingovog PDCA ciklusa



Izvor: <https://www.archimetric.com/how-is-scrum-related-to-plan-do-check-act-pdca-process/>

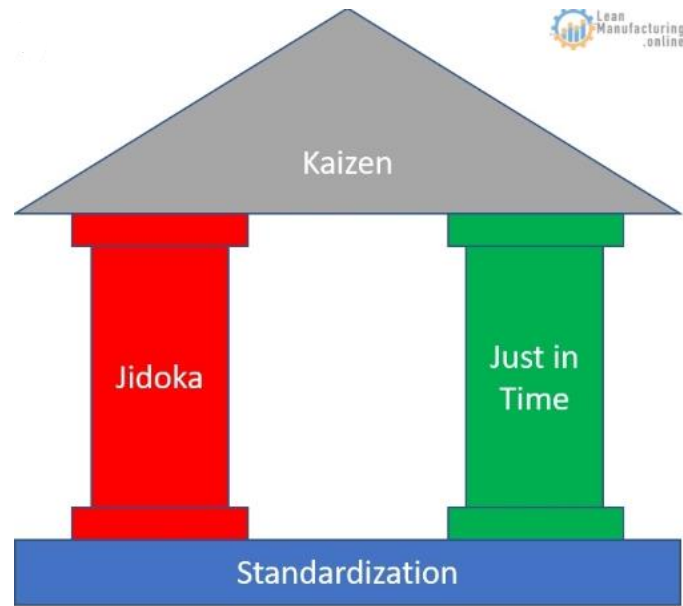
### 3.2 Kontinuirani proces poboljšanja

Uzimajući u obzir ideje za proizvodnju, pripisane Henryju Fordu, Toyotini voditelji primijenili su statistiku i nove koncepte kvalitete u svrhe stvaranja sustava koji povećava proizvodnju uz smanjenje troškova sa dosljednom kvalitetom.

Nekoliko pojedinaca igralo je glavnu ulogu u konačnom razvoju Toyotinog proizvodnog sustava (*TPS*). Oni su uspostavili proces s automatiziranim strojevima, kontrolu kvalitete kako bi spriječili pojavu defekata i alate koji su bili učinkoviti i dosljedni svrsi. Jedan od njih, Kiichiro Toyoda, imao je prethodno tvorničko iskustvo. U njegovom prethodnom poslu, tekstilnoj tvornici, uveo je proces efikasnosti proizvodnje. Toyoda je uveo jednake koncepte na različitim proizvodnim linijama u Toyotinom proizvodnom procesu. Kasnije, Eiji Toyoda i Taiichi Ohno predstavljaju koncepte poznate kao Just-in-Time (*JIT*) i Jidoka, koji ujedno predstavljaju stupove Toyotinog proizvodnog sustava, koji su prikazani na slici br.3.

#### Slika 3.

Stupovi Toyotinog proizvodnog sustava



Izvor: <https://leanmanufacturing.online/standardization/>

Načela pokretanja Toyotinog sustava, a kasnije i temelji tzv. Lean procesa upravljanja ili Lean „Šest Sigma“, uključuju:

- Definiranje korisničkih vrijednosti
- Tijek vrijednosti
- Identificiranje otpada u procesu
- Stvaranje kontinuiranog toka procesa
- Kontinuirano poboljšanje na smanjenju broja koraka i vremena potrebnog da gotov proizvod dođe do kupca

Lean upravljanje je intenzivno zaokupljeno uklanjanjem otpada iz bilo kojeg procesa, jer otpad povećava troškove i vrijeme utrošeno na postupak, što ga čini nepoželjnim u bilo kojem obliku.

### 3.2.1 Motorolin fokus na defekte

Iako su, kako je spomenuto, osnove „Šest Sigma“ postavljene krajem 19. i početkom 20. stoljeća, ista je tek sredinom 80-ih godina 20. stoljeća postigla veliki uspjeh u SAD-u. Desetljećima nakon što je Toyota razvila svoj sustav upravljanja proizvodnjom, inženjeri u Motoroli počeli su preispitivati koliko su učinkoviti njihovi

procesu upravljanja kvalitetom. Ta su se pitanja prvo postavila nakon što je japanska tvrtka preuzela tvornicu za proizvodnju televizora Motorola.

U to vrijeme, odjeli u Motoroli mjerili su nedostatke izražene omjerom pronađenih nesukladnosti na tisuću prilika. Bob Galvin, direktor Motorole, postavio je izazov svom timu. Htio je vidjeti poboljšanje u kvaliteti i proizvodnji, ali ne samo poboljšanje; želio je desetostruko poboljšanje u pet godina. Inženjer Bill Smith i novi član Motorolinog tima, dr. Mikel Harry, počeli su raditi na problemu. Tim ubrzo dolazi do saznanja da mjerenje pogrešaka u odnosu na tisuću prilika ne osigurava razinu potrebnih detalja za istinsku statističku kontrolu procesa. Umjesto toga, par inženjera zatražio je da se pogreške mjere u odnosu sa milijun prilika, u želji da se što točnijim podacima stvore osnovni principi „Šest Sigma“ ciljeva i metodologije.

### **3.3 Nastavak rasta „Šest Sigma“**

Nakon uspjeha Motorole, organizacije diljem svijeta požurile su u implementiranju „Šest Sigma“ metodologije. Međutim, u žurbi da što prije provedu proces, mnoge organizacije nisu postigle zadana poboljšanja ili nisu uspjele steći adekvatno razumijevanje statističke kontrole prije započinjanja s procesom poboljšanja. Iako su pojedine organizacije koristile „Šest Sigma“ metode kako bi ostvarile milijunsku dobit na uštedama i učinkovitosti, neke su tvrtke kroz proces prošle s lošim iskustvom. To loše iskustvo rezultirao je sljedećim zabudama i mitovima koje danas prevladava u mnogim industrijama:

- „Šest Sigma“ se bavi isključivo metrikama i zanemaruje zdrav razum. Zapravo, istina je upravo suprotno: „Šest Sigma“ vrlo često započinje s tradicionalnim idejama zdravog razuma, koje se često postižu putem brainstorminga i tek naknadno potvrđuju podacima.
- „Šest Sigma“ je preskupa investicija. Iako usvajanje „Šest Sigma“ u cijelom poduzeću u početku može biti skupo, djelomično zbog potreba za osposobljavanjem, postepeno integriranje koncepata u tvrtku dugoročno košta vrlo malo. „Šest Sigma“ općenito dovodi do većih ušteda od početnog ulaganja.
- „Šest Sigma“ može popraviti bilo što. Upravo suprotno, „Šest Sigma“ se može primijeniti na bilo koji problem u procesuno ukoliko su prisutni problemi s moralom ili ljudskim resursima, statistika tu ne može pomoći. Međutim, ako je

moral u ljudskim resursima nizak zato jer je proces u kojem oni sudjeluju težak za praćenje ili neoptimiziran, tada se „Šest Sigma“ može koristiti u poboljšanju tog procesa i na taj način izravno poboljšati moral.

### **3.4 Primjena „Šest Sigma“ znanja**

„Šest Sigma“ se primjenjuje kroz kontrolirani odabir projekata i upravljanja procesima. Jednom kad su problematična područja identificirana, lideri se obično obraćaju analitičarima, stručnjacima za „Šest Sigma“ i stručnjacima koji se bave troškovima analize. „Šest Sigma“ timovi pokušavaju kvantificirati koliko je proces efikasan, izračunavanjem sigma razina, troškova kvarova, vremena zastoja i drugih metrika, kao i koliko bi moglo koštati rješavanje problema. Problemi se zatim prioritiziraju prema ozbiljnosti i sposobnosti organizacije da riješi problem.

### **3.5 Razine „Šest Sigma“ certifikata**

Posjedovanje „Šest Sigma“ certifikata dokazuje da je pojedinac demonstrirao praktične primjene i znanje „Šest Sigma“ metodologije. Neke organizacije nude postupke certifikacije unutar tvrtke. Većina ljudi do certifikata dolazi upisom na internetski ili terenski tečaj za „Šest Sigma“. Većina organizacija koje nude „Šest Sigma“ obrazovanje također nudi i put do certificiranja. Moguće je pohađati tečajeve za certificiranje na raznim razinama. Razine „Šest Sigma“ razlikuju se po razini pojasa.

#### **3.5.1 Bijeli pojas**

Certificirani „Šest Sigma“ bijeli pojas upoznat je s osnovnim načelima „Šest Sigma“ metodologije, no nije često redovitim članom timova u procesu poboljšanja. Trening za bijeli pojas je dobar uvod u „Šest Sigma“, koji može poslužiti u organizaciji za razvoj pomoćnog osoblja koje može osigurati informacije potrebne za razumijevanje zašto projektni timovi rade ono što rade.

Trening omogućuje zaposlenicima razumljiv pregled u procese projekata, kao i razumijevanje informacija predstavljenih na sastancima i bolje sudjelovanje u postupcima odabira projekata. Trening bijelog pojasa također se može koristiti na svim



razinama zaposlenika u pokušaju implementacije „Šest Sigma“ kulture. Tu vrijedi napomenuti, da trening bijelog pojasa obično pruža samo osnovni uvod i pregled u „Šest Sigma“ kulturu, te stoga kod „Šest Sigma“ profesionalaca nije prihvaćen kao istinski „Šest Sigma“ certifikat.

### 3.5.2 Žuti pojas

Vlasnici žutog pojasa samo su korak iznad bijelog pojasa, te se njihova razina znanja još uvijek smatra osnovnim uvodom u „Šest Sigma“ metodologiju, međutim žuti pojas uči osnovne informacije o DMAIC metodi koja je često korištena u procesima za poboljšanja. Sljedeći koncepti često su uključeni u obuku žutog pojasa:

- Razvoj i upravljanje timom
- Osnovni alati kvalitete kao što su Pareto grafikoni, pokretni grafikoni, dijagrami rasipanja i histogrami
- Uobičajene „Šest Sigma“ metrike
- Prikupljanje podataka
- Analiza mjernog sustava
- Analiza korijena uzroka (*eng. Root cause analysis, nadalje u tekstu RCA*)
- Uvod u testiranje hipoteza

Na razini žutog pojasa, obuka je često usmjerena prema razumijevanju cjelokupne metodologije i prikupljanja osnovnih podataka. Žuti pojasevi ne moraju znati kako provesti testiranje hipoteza, ali moraju razumjeti jezik testiranja hipoteza i zaključke koji se izvlače iz takvih testova. Žuti pojasevi su često zaposlenici koji trebaju poznavati cjelokupni proces i razlog njegova postojanja.

### 3.5.3 Zeleni pojas

Ovjereni zeleni pojasevi rade u okviru „Šest Sigma“ timova, obično pod nadzorom crnog pojasa ili majstorskog (*eng. master*) crnog pojasa. U nekim slučajevima zeleni pojasevi mogu voditi ili rješavati manje projekte samostalno. Zeleni

pojasevi su općenito opremljeni sposobnostima za statističku analizu; mogu se baviti podacima i analizom, pružati pomoć crnim pojasevima da primijene „Šest Sigma“ alate na projekt ili u podučavanju drugih članova unutar organizacije o cjelokupnoj „Šest Sigma“ metodologiji.

Zeleni pojasevi mogu biti srednji menadžeri, poslovni analitičari, rukovoditelji projekata ili netko drugi izvan organizacije, ovisno o potrebama projekta. Prikupljanje većinu statističkih podataka i analiziranje istih, pod nadzorom crnih pojaseva, najčešće su njihovi primarni zadaci u projektu.

#### **3.5.4 Crni pojas**

„Šest Sigma“ crni pojasevi obično rade kao voditelji na projektima unapređenja procesa. Oni također mogu raditi unutar menadžerskih, analitičkih ili planirajućih uloga u cijeloj tvrtki. Uobičajeni minimalni zahtjevi za certificiranje crnog pojasa uključuju sve navedeno za žute i zelene pojaseve, te dodatno:

- Napredne vještine upravljanja projektima i timom
- Poznavanje opsežnog popisa „Šest Sigma“ projektnih i brainstorming alata
- Srednje do napredno poznavanje statistike
- Razumijevanje ostalih programa unapređenja i kvalitete, uključujući Lean i Totalno upravljanje kvalitetom
- Sposobnost dizajniranja procesa
- Napredne mogućnosti za mapiranje procesa, uključujući dijagrame tijeka i mape tijeka vrijednosti
- Upotrebu softvera za provođenje analize, kao što su Excel ili Minitab

#### **3.5.5 Majstorski (master) crni pojas**

Majstorski crni pojas je najviša razina certifikata koja se može postići u „Šest Sigma“. Unutar poslovanja organizacija, masteri crni pojasevi obično upravljaju Crnim i Zelenim pojasevima, nude rješenja u kritičnim odlukama u projektu, savjete i

edukaciju o izazovnim statističkim konceptima i osposobljavaju druge u „Šest Sigma“ metodologiji.

### **3.5.6 Šampion**

Radi se o menadžerima najviše razine koji promoviraju i vode uspostavu „Šest Sigma“ projekata u najvažnijim područjima poslovanja. Šampioni razumiju filozofiju kao i alate „Šest Sigma“ projekata; oni biraju projekte, određuju ciljeve, pribavljaju sredstva, te nadgledaju timove; odgovorni su za završetak i rezultate projekata, te samostalno biraju članove tima.

## 4 OSTALI PROCESI POBOLJŠANJA PROCESA I NAČINI KVALITETE

Povijest „Šest Sigma“ metodologije usko je povezana s brojnim drugim inicijativama usmjerenima na razvoj kvalitete. „Šest Sigma“ obuhvaća sve alate potrebne za pristup gotovo svim problemima u procesu i pridodaje veliku važnost poznavanju drugih programa unapređenja procesa i metoda kvalitete.

### 4.1 Lean menadžment

Vitka (*eng. Lean*) metodologija je prepoznata kao metoda upravljanja proizvodnjom i poduzećem putem koje se ostvaruju uštede i unapređenja proizvodnje. U njenom su fokusu zaposlenici, procesi, proizvodi, tijek materijala i oprema poduzeća. Primjenom tek nekoliko osnovnih alata, 5S, mapiranje tijeka vrijednosti, vizualni menadžment, 7 +1 vrsta otpada, Kaizen, postižu se značajne promjene u poduzeću: smanjenje potrebnog vremena za proizvodnju proizvoda (*smanjenje norme*), smanjenje zaliha sirovina, materijala i gotovih proizvoda, smanjenje međuzaliha, smanjenje škarta, smanjenje grešaka u proizvodnji, povećanje sigurnosti na radu i ergonomije, smanjenje transporta, eliminiranje zastoja radi nedostatka materijala ili kvara strojeva i mnogi drugi pozitivni efekti.

Lean je sustavan pristup identificiranja i eliminiranja aktivnosti koje ne stvaraju dodanu vrijednost te proizvodnje uvjetovane potražnjom kupaca. To je neprekidan proces koji se ne postiže preko noći, potrebna je velika ustrajnost i dugotrajno primjenjivanje lean upravljanja („Svijet kvalitete“, 2017).

Organizacija se mora usmjeriti prema kupcima i uskladiti sve aktivnosti koje ne donose vrijednost za krajnje korisnike. Vodeći brigu o prirodnim resursima lean upravljanje izbjegava sve ono što bi se moglo smatrati suvišnim u lancu proizvodnje. To je pristup upravljanju koji se zasniva na tome da se sa što manje resursa postigne što više. Svrha lean upravljanja je dovesti organizaciju među vodeće svjetske organizacije po kvaliteti kroz stalno nastojanje da se broj proizvoda s greškom smanji na što manji broj.

Današnja vitka proizvodnja zahtijeva transparentne i stalne protoke, kratka protočna vremena uz istodobno minimalne zalihe (*filozofija poznata po engleskom*

nazivu „Just In Time“) uz maksimalnu prilagodljivost zahtjevima kupaca. Vitku proizvodnju nije moguće uvesti samo na zahtjev uprave, već ista zahtijeva dublji pristup svih djelatnika u organizaciji. Lean mora biti „filozofija življenja“ organizacije, beziznimno integrirana u sve njene slojeve i organizacijske razine.

## 4.2 Potpuno upravljanje kvalitetom (TQM)

TQM (*eng. Total Quality Management*) je upravljanje kvalitetom koje podrazumijeva orijentaciju prema kontinuiranom poboljšanju kvalitete koja će zadovoljiti očekivanja kupaca. Potpuno upravljanje kvalitetom je upravljanje koje zahtijeva sudjelovanje svih zaposlenika na svim organizacijskim razinama. Potpuno upravljanje kvalitetom ima zadatak unaprijediti kvalitetu iznad očekivanja kupaca i stalno težiti ka poboljšanju.

Donosimo nekoliko definicija što je to Total Quality Management. Potpuno upravljanje kvalitetom je način upravljanja organizacijom usredotočen na kvalitetu, utemeljen na sudjelovanju svih članova organizacije koji zadovoljavanjem želja kupaca teži za dugoročnim uspjehom organizacije. Potpuno upravljanje kvalitetom je sustavni pristup menadžmentu čiji je cilj kontinuirano povećavanje vrijednosti za kupca oblikovanjem i unapređivanjem organizacijskih sustava. Potpuno upravljanje kvalitetom je konceptualni sustav utemeljen na sveobuhvatnom poboljšanju kvalitete kao i ostalih performansi, a ostvaruje se istraživanjem i unapređivanjem procesa pri čemu se aktivnosti odvijaju u sustavu integrirano i konzistentno.

Filozofija Potpunog upravljanja kvalitetom je u tome da je kvaliteta na prvom mjestu. Kvaliteta je najvažniji dio svake organizacije. Kvaliteta štedi novac.

Armand Vallin Feigenbaum je osmislio koncept TQM. Potpuno upravljanje kvalitetom popularizirao je guru kvalitete William Edwards Deming. On opisuje organizaciju kao međudjelujuće sustave koji su oblikovani na način da zadovolje potrebe potrošača. U tim su sustavima procesi i aktivnosti međusobno povezani te djeluju jedno na drugo.

Prema istom izvoru osnove pretpostavke TQM pristupa su:

- Rad se može rastaviti na zadatke, a zadaci se rješavaju sljedovima međusobno povezanih koraka
- Proces grupira različite zadatke tako da bi se dobio željeni rezultat

- Ljudi koji obavljaju povezane korake, imaju povezane uloge u organizaciji
- Skup povezanih procesa može se promatrati kao sustav

Kod Potpunog upravljanja kvalitetom (TQM) nesukladnosti odnosno pogreške se uklanjaju odmah čim se uoče. Potpuno upravljanje kvalitetom (TQM) je potpuna integracija procesa, neprekidno unapređivanje radnih i poslovnih aktivnosti poduzetnika.

Da bi Potpuno upravljanje kvalitetom (TQM) funkcioniralo u praksi uprava organizacije mora pružiti punu podršku razvoju kvalitete. Organizacija mora ulagati u izobrazbu svojih djelatnika jer svi zaposlenici organizacije neprestano trebaju poboljšavati svoj rad. Organizacija mora omogućiti dobar timski rad svojim zaposlenicima i neprestano provoditi poboljšavanja ("Svijet kvalitete", 2012).

### 4.3 Just in Time

„U pravo vrijeme“ (*eng. Just in time - JIT*) je strategija upravljanja koja usklađuje narudžbe sirovina od dobavljača izravno s planovima proizvodnje, prema navodima Piskor, Kondić (2010). Tvrtke koriste ovu strategiju inventara za povećanje učinkovitosti i smanjenje gubitaka primajući robu samo ako im je potrebna u procesu proizvodnje, što smanjuje troškove zaliha. Drugim riječima, JIT se odnosi na proizvodnju onoga što je potrebno, kada je potrebno i koliko je potrebno. U slučaju poduzeća Toyota, cilj koji se postavlja u skladu s opisanom JIT metodom je u što kraćem vremenu klijentu isporučiti naručeno vozilo.

Osnova JIT-a je koncept idealne proizvodnje. Usmjeren je na uklanjanje "otpada" (*gubitaka*) u cijelom proizvodnom okruženju, od sirovina do otpreme. JIT se definira kao "proizvodnja minimalnog broja različitih jedinica, u najmanjim mogućim količinama, u posljednjem mogućem roku, čime se eliminira potreba za zalihama." JIT ne znači proizvoditi na vrijeme, već proizvesti u pravo vrijeme.

JIT se primjenjuje na inventar sirovina kao i na zalihe neobrađenih materijala. Ciljevi su da se i sirovine i rad u procesnim zalihama svedu na apsolutni minimum. JIT se koristi raznim alatima za dopunu u planiranju i kontroli materijala. Neki od primarnih ciljeva u JIT jesu:

- Nula zaliha (*eng. "Zero inventory"*)

- Nula zastoja (*eng. "Zero breakdowns"*)
- 100% usluge isporučeno na vrijeme (*eng. "100% on time delivery service"*)
- Uklanjanje aktivnosti bez dodane vrijednosti (*eng. "Elimination of non-value added activities"*)
- Nula defekata (*eng. "Zero defects"*)

## 5 FORMIRANJE „ŠEST SIGMA“ TIMA

Jednostavno nije moguće unaprijed pripremiti tim koji je spreman započeti rad na svakom projektu koji se pojavi. „Šest Sigma“ tim mora biti jedinstveno prilagođen ciljevima i procesima koji su pri ruci. Stručnjaci za „Šest Sigma“, „Black Belt leaders“, procesni analitičar ili voditelji projekata, mogu raditi na više projekata, međutim individualno samo stručnjak za predmet (*eng. Subject matter expert - SME*) i članovi tima mogu pridonijeti veću vrijednost timu samo ako su upoznati s procesom ili imaju određeno obrazovanje, znanje ili vještinu.

Obično timove sastavlja rukovodstvo u suradnji sa „Šest Sigma“ stručnjacima. Svaki tim koji je zadužen da vodi proces kontinuiranog poboljšanja mora sadržavati minimalno sljedeće funkcije u timu;

- „Šest Sigma“ voditelja
- Vlasnika procesa
- Stručnjaka za proces
- Osobu koja će upravljati računovodstvom i budžetiranjem

Postoji mogućnost da su neke od spomenutih uloga vođene od strane iste osobe; vlasnik procesa može ujedno biti i stručnjak za proces. Ovisno o potrebama i očekivanjima u ishodu projekta, tim može uključiti dodatne resurse u području programiranja, tehničke resurse, individualaca iz ljudskih resursa ili ostale resurse iz pomoćnih odjela.

### 5.1 Tri tipa timskog člana

Kod formiranja timova, organizacije moraju imati na umu da postoje tri tipa timskog člana kad je riječ o „Šest Sigma“ projektima. Prvi tip predstavljaju redovni članovi tima: ti pojedinci sudjeluju u svim timskim aktivnostima i prisustvuju svim ili gotovo svim sastancima tima. Redovni članovi tima smatraju su kritičnim dijelom tima, a oni uključuju sljedeće uloge; voditelje projekata, vlasnike procesa i stručnjake te identificirane stručnjake za predmet.

Drugi tip, članovi ad hoc (*Ad hoc je latinski izraz koji znači "zbog ovog" ili "zbog ove svrhe"*) tima pružaju stručnost po potrebi. Obično su to stručnjaci ili zaposlenici koji izravno rade na tom procesu. Nije cilj izdvojiti zaposlenike s njihovih radnih funkcija



za svaki timski događaj, jer bi to negativno utjecalo na trenutno stanje u proizvodnji. Umjesto toga, ovi zaposlenici su uključeni u timske sastanke prema potrebi.

Kao treći tip, članovi resursnog tima uključuju se samo kada voditelj projektnog tima smatra da im je potreban na sastanku ili timskom sastanku radi pružanja stručnih informacija, savjeta ili pomoći u pristupanju resursima.

Članovi resursnog tima obično su članovi pomoćnih odjela kao što su računovodstvo, ljudski resursi ili odjel za upravljanje opskrbnim lancem. Članovi resursnog tima također mogu biti rukovoditelji ili vođe u svojim odjelima. Na primjer, ako tim želi poboljšati proces u vezi s materijalima (*sirovinama*) u proizvodnji, najvjerojatnije će se netko iz odjela za upravljanje opskrbnim lancem pridružiti resursnom timu kao dodatni član tima.

## 5.2 Pristup kod odabira članova tima

Većina „Šest Sigma“ timova su relativno mali: u prosjeku se pet redovitih članova tima smatra dobrim brojem. Dodavanje previše redovitih članova tima može stvoriti komunikacijske probleme i otežati upravljanje seansama brainstorminga (eng. Brainstorming u prijevodu Oluja mozгова, je metoda pronalaska ideja kod skupine ljudi). Kod odabira članova tima uzimaju se u obzir sljedeći faktori:

- poznavanje proizvoda ili procesa u proizvodnji, koji se odnosi na projekt
- spremnost i sposobnost rada u timskom okruženju
- razumijevanje proizvodnih podataka
- fleksibilnost, dostupnost za timski rad najmanje pet sati tjedno
- potrebne vještine zaposlenika unutar trenutnog projekta

## 5.3 Uloge i odgovornosti članova tima

Uloge članova tima opisane u ovom odjeljku temelje se na najboljem primjeru u unaprjeđenju procesa uzetom iz „Šest Sigma“ prakse. Iskusni „Šest Sigma“ voditelji i stručnjaci razumiju kako raditi s najboljim praksama i istovremeno stvaraju jedinstvenu strukturu tima prilagođenu projektu.

### 5.3.1 Sponzori i prvaci

U većini „Šest Sigma“ okruženja sponzori ili šampioni su dioničari ili vlasnici tvrtke koji nadgledaju projekt i koordiniraju aktivnosti, u okviru svojih odgovornosti, na najvišoj razini. Čak i crni pojas mora odgovarati sponzoru projekta ili šampionu. Oni su obično odgovorni za krajnji rezultat projekta, što znači da redovito traže izvješća o napretku. Sponzori ili prvaci također osiguravaju pomoć timu u pribavljanju sredstava i resursa za potrebe projekta. Neke od dodatnih odgovornosti u okviru ove uloge uključuju:

- treniranje tima, posebno u fazi povezivanja projekata. Sponzor često daje ulazne informacije timu što je obuhvaćeno projektom i tko bi mogao biti uključen u tim
- pribavljanje resursa za tim, uključujući podršku drugih odjela, novac, opremu, vrijeme
- bavljenje politikom u korporacijskim strukturama, kako bi od istog rasteretili tim
- rad s drugim menadžerima unutar organizacije kako bi se pomoglo timu da poboljša napredak u procesu

### 5.3.2 Vlasnici tvrtki ili procesa

Vlasnik tvrtke ili procesa je obično odgovoran za samu implementaciju „Šest Sigma“ metodologije i ima zadaću odabrati prave ljude, osigurati edukaciju zaposlenika kako bi promjene i ciljevi bili jasni svima u lancu, te da se u konačnici promjeni način razmišljanja u tvrtki. Vlasnik procesa je osoba koja će "primiti" rješenje koje provodi „Šest Sigma“ tim s ciljem implementiranja istog na sve ostale zaposlenike kao dio svakodnevne prakse. Vlasnik procesa također mora biti upoznat metodama kontrole koje je stvorio „Šest Sigma“ tim, s razlogom što će upravo on postati odgovoran za održavanje nadzora nad uspostavljenim kontrolama nakon što se proces prebaci iz timskog okruženja u svakodnevnu proizvodnju. Vlasnik procesa obično djeluje i kao stručnjak u „Šest Sigma“ timu čitave tvrtke, ima uvid u postojeći proces, razumije potrebe kupaca i zaposlenika vezane za pojedine postupke.

### 5.3.3 „Šest Sigma“ voditelj

„Šest Sigma“ projekt obično vode certificirani vlasnici crnog pojasa, iako neke organizacije dopuštaju vlasnicima zelenog pojasa da djeluju kao voditelji u malim inicijativama, ali s povremenim povratnim informacijama i uputama od strane vlasnika crnog pojasa. U većini organizacija, vlasnik crnog pojasa je odgovoran za redovan rad u timu i obično radi s jednim timom ili na jednom projektu odjednom.

Najbolji mogući scenarij za organizaciju je raspolagati sa više vlasnika crnog pojasa koji rade na projektima u područjima koja su im već poznata. Budući da su resursi crnog pojasa ograničeni, to nije uvijek moguće. Većina certificiranih vlasnika crnog pojasa sposobna je „Šest Sigma“ metodama pridonijeti u poboljšanju procesa čak i na područjima koja im nisu dobro poznata. U nekim slučajevima, uz redovite odgovornosti, menadžeri ili drugi pojedinci certificirani su kao vlasnici crnog pojasa i mogu voditi projekte, iako to može predstavljati teret zaposleniku i nije uvijek najbolje rješenje.

U ulozi voditelja projekta vlasnici crnog pojasa često rade na:

- definiranju potrebe za projekt
- davanju smjernice za odabir članova projektnog tima
- vođenju tim kroz sve faze DMAIC-a
- educiranju članova tima u korištenju „Šest Sigma“ alata
- poštivanju rasporeda i vremenskih rokova, ponekad u suradnji s certificiranim voditeljem projekta
- pružanju stručnost u obliku statističke analize ili smjernica s analizom
- redovito izvještavanju sponzora ili prvaka
- prilaganju dokumentacije na kraju projekta

U nekim organizacijama glavni crni pojas igra ključnu ulogu u vođenju više „Šest Sigma“ projekata. Glavni crni pojasevi predstavljaju osobe koje dolaze u tvrtke i obnašaju funkciju trenera ili mentora. Crni pojasevi koji vode „Šest Sigma“ timove mogu tražiti pomoć od glavnog crnog pojasa za rješavanje posebno izazovnih zadataka ili kod složene statističke analize.

Glavni crni pojas, u suradnji sa crnim i zelenim pojasom, kao glavni cilj ima pružati pomoć timovima u kontinuiranom poboljšanju procesa „Šest Sigma“ metodologijom te osigurava da se alati ispravno koriste.

## 6 ALATI U „ŠEST SIGMA“

Osnovna karakteristika „Šest Sigma“ modela je izrazita uporaba statističkih alata. Svi članovi projektnih timova upoznati su s osnovama statističke analize, iako se uloge pojedinih članova u cijelom procesu razlikuju. Uloge sežu od jednostavnog prikupljanja podataka pa sve do provođenja najsloženijih statističkih analiza. Pored izrazite uporabe statistike, „Šest Sigma“ model koristi još veliki broj alata za upravljanje kvalitetom čije korištenje zavisi o fazi DMAIC metodologije.

Za svaku fazu karakteristična je uporaba velikog broja propisanih alata. „Šest Sigma“ koristi veliki broj statističkih alata, a neki od najvažnijih su:

- definiranje: Pareto analiza,
- mjerenje: Deskriptivna statistika,
- analiza: FMEA analiza,
- poboljšanje: DOE (eng. *Design of Experiments*) i Taguchijeva metoda
- kontrola: Kontrolni grafikoni

### 6.1 Pareto analiza

Pareto analiza: koristi se, prije svega, za razlučivanje najvažnijih uzroka određenih događaja/problema. U slučaju prikupljanja velikog broja podataka pomaže nam da odvojimo važne i nevažne podatke. Pareto pravilo najjednostavnije se ilustrira kroz jednostavnu 80/20 zakonitost, prema kojoj samo 20 posto uzroka rezultira 80% problema; radi se o pravilu koje se može primijeniti u većini životnih situacija. Zahvaljujući primjeni Pareto principa organizacija se može posvetiti najvažnijim projektima koji su ujedno i financijski najisplativiji, dok veliko mnoštvo problema koji ne stvaraju velike troškove ili njihova neprovođenje ne utječe značajno na povećanje prihoda se može zanemariti.

U slučaju da frekvencijska distribucija ne odgovara Pareto pravilu ili drugim riječima, kad su sve pojave nastupile približno podjednak broj puta, koristimo ponderiranu Pareto analizu. Kao ponder može poslužiti trošak koji pojedinačni problem uzrokuje. Primjenom ove metode dolazi se do istinski najvažnijih problema koje je potrebno otkloniti.

## 6.2 Deskriptivna statistika

Deskriptivna statistika koristi se za opisivanje funkcioniranja procesa koristeći pritom najjednostavnije statističke pokazatelje. Koristeći deskriptivnu statistiku saznajemo tri stvari o određenoj distribuciji, a to su: lokacija ili centriranost populacije, raspršenost i oblik distribucije. Najčešće korišteni pokazatelji u okviru deskriptivne statistike su: aritmetička sredina, mod, medijan, raspon, varijanca, standardna devijacija, asimetričnost, itd.

## 6.3 FMEA

FMEA analiza je sistematična metoda čiji je krajnji cilj identificiranje potencijalnih pogreški s ciljem zaustavljanja njihova nastanka kako bi se minimalizirala vjerojatnost da se kupac susretne sa analiziranim pogreškama. Pritom su u obzir uzeti i unutarnji i vanjski kupci. Tri su najvažnija pokazatelja na temelju kojih se formira RPN (*eng. Risk priority number, nadalje u tekstu RPN*) odnosno pokazatelj važnosti određenog problema u okviru FMEA analize, a to su:

- Ozbiljnost problema – svaki problem koji se javi u organizaciji nema iste posljedice, a kao pokazatelj ozbiljnosti može poslužiti trošak uklanjanja određenog problema;
- Vjerojatnost pojave – mjeri vjerojatnost pojavljivanja određenog problema
- Vjerojatnost detekcije problema prije njegove manifestacije

Nakon određivanja RPN-a za probleme s kojima se određena organizacija suočava, neovisno radi li se o proizvodnji određenih proizvoda ili pružanju usluga, pristupa se izdvajanju onih problema koji su najvažniji (*imaju najveći RPN*) te se provodi cijeli niz mjera kako bi se njihov RPN smanjio na prihvatljivu razinu.

## 6.4 DOE

DOE (*eng. Design of experiments*) metoda ili planiranje pokusa je statistička tehnika kod koje je moguće istodobno pratiti utjecaj dvije ili više izlaznih varijabli

određenog procesa. Svi prethodni modeli orijentirali su se na zasebno proučavanje pojedinih varijabli, dok su ostale držali konstantnima.

## 6.5 Taguchieva metoda

Taguchieva metoda: polazište ove metode nalazi se u koncepciji „robustnog dizajna“. Prema ovom konceptu, dobivene izlazne vrijednosti moraju biti u potpunosti neovisne o varijacijama unutar ulaznih vrijednosti same proizvodnje. Taguchijev model može se sažeti u dvije osnovne ideje:

- Kvaliteta bi se trebala mjeriti kao odstupanje od zadane ciljane vrijednosti, a ne kao uklapanje u zadane granice tolerancije kao što je to primjerice slučaj na kontrolnim kartama.
- Kvalitetu je nemoguće osigurati kroz dorade i inspekciju, nego se ona mora postići već prilikom dizajniranja procesa i proizvoda.

## 6.6 Kontrolni grafikoni

Kontrolni grafikoni su najčešće korišten alat za održavanje procesa pod statističkom kontrolom. U slučaju da kontrolni grafikoni ukazuju na odstupanje od zadanih granica dolazi do obustavljanja proizvodnje. Da bi ih mogli koristiti moramo proces dovesti pod kontrolu. Kontrolni se grafikoni dijele na dvije osnovne vrste, atributivne i varijabilne kontrolne grafikone, ovisno o vrsti podataka koji se prikupljaju. Atributivni podaci javljaju se onda kad postoje samo dva moguća ishoda mjerenja npr. dobar-loš, prihvatljiv-neprihvatljiv, visok-nizak, itd., dok su kod varijabilnih kontrolnih grafikona podaci rezultati raznih mjerenja te se najčešće brojčano iskazuju. (Lazibat T., Baković T. (2007, str. 63-65)

## 6.7 „Šest Sigma“ kao metodologija

„Šest Sigma“ se razvijala u zadnja četiri desetljeća. Mi razmišljamo o „Šest Sigma“ na tri različita razine pojma: jednom kao o mjerenju, drugi put kao o metodologiji i konačno

kao o sustavu upravljanja. „Šest Sigma“ je sve to troje istovremeno. U srcu metodologije je DMAIC model za unapređivanje procesa. DMAIC se često koristi u „Šest Sigma“ projektnim timovima i to za:

- Definiranje prilika (procesa)
- Mjerenje izvođenja
- Analizu procesa
- Unapređivanje izvođenja
- Kontrolu izvođenja.

Razvojni tim (*DMAIC tim*) u kompaniji koristi DMAIC metodologiju da eliminira uzročnike defekata na sljedeći način:

- D (*Define*) – Definiranjem problema ili mogućnosti unapređivanja (*poboljšanja*)
- M (*Measure*) – Mjerenjem proces izvršavanja
- A (*Analyze*) – Analiziranjem procesa s ciljem određivanja uzroka lošeg izvođenja, te određivanjem da li se proces može unaprijediti ili ga treba redizajnirati.
- I (*Improve*) – Unapređivanjem procesa eliminacijom uzorka defekta.
- C (*Control*) – Kontroliranjem unaprijeđeni proces kako bi se postigli ciljevi



## 7 PROCESI

U ovom poglavlju započet ćemo istraživati što je proces, zašto je kvaliteta bitna u procesu i kako „Šest Sigma“ projekti mogu poboljšati procese. Proces je skup zadataka, koraka ili aktivnosti koji su obično izvedeni u specifičnom redoslijedu i rezultiraju u krajnjem proizvodu, bilo da je to opipljivo dobro ili opskrbna usluga. U poslovanju, mnogostruki procesi rade usklađeno kako bi se dostigli organizacijski ciljevi. Tehnički gledano, poslovanje ili organizacija može biti viđena kao ogromni proces.

Na primjer, odvjetnička firma koja se bavi slučajevima obrane, posluje putem ogromnih kompleksnih procesa. Optuženici i njihovi slučajevi predstavljaju ulaze u proces. Izlaz procesa je rezultat slučaja; pregovaranje s tužiteljima, pobjeda ili poraz u sudnici, ili odbacivanje optužbi pred sudom. U ogromnom procesu koji vidi optuženika kroz njezin ili njegov ishod postoje stotine ili tisuće manjih procesa. Na detaljnijoj razini, čak i odgovaranje na telefon ili pisanje pisma može se smatrati procesom. U nastavku ćemo pokriti komponente procesa i format za mapiranje tih komponenti poznat kao SIPOC.

### 7.1 Četiri sloja za definiranje procesa

U ovom poglavlju vidjet ćemo koliko procesi mogu biti kompleksni. Prije nego počnemo sa definiranjem komponenata procesa, moramo raščlaniti slojeve ovog koncepta znanog kao proces.

#### 7.1.1 Koraci

Bilo da se radi o fizičkom, digitalnim ili ideološkim, svaki proces je serija određenog broja koraka. Ti koraci mogu biti prenijeti na papiru u formi raznih instrukcija koje se često nazivaju standardnom operativnom procedurom u formalnom poslovnom treningu ili političkom dokumentu, ili vizualnim dijagramom poznatim pod nazivom mapa procesa. Mapa procesa upotrebljava standardne oblike i poveznice

kako bi se stvorila vizualizacija koju može razumjeti svaki zaposlenik i bilo koji „Šest Sigma“ član.

### **7.1.2 Vrijeme procesiranja**

Svakom je procesu potrebno određeno vrijeme i vrijeme procesuiranja se može promijeniti utjecajem raznih faktora. Mape procesa i dokumenata mogu samo snimiti informacije kao što je npr. prosječno vrijeme koje je procesu potrebno da se izvrši ili mjerenje varijacija u vremenu procesuiranja. Takva je informacija često navedena u takvim dokumentima zato jer pruža potrebne informacije za tim, ali pravo vrijeme promatranog procesa skoro uvijek pruža bolju informaciju za vrijeme procesuiranja.

Primjerice, maloprodajni lanac može stvoriti mapu procesa za obnavljanje polica određenog područja u poslovnici. Procesna dokumentacija nalaže prosječno vrijeme od dva sata da bi se u potpunosti obnovile police u definiranom području. U pokušaju da se prikupi više podataka o procesu „Šest Sigma“ tim promatra zaposlenike u stvarnom procesu i bilježi svaki korak u procesu u različitim dijelovima dana u trajanju od dva tjedna. Neke bilješke koje dolaze iz tih promatranja uključuju; obnavljanje polica navečer zahtjeva samo par minuta, dok je obnavljanje polica tijekom dana je otežano zbog kretanja kupaca; obnavljanje polica izvedeno tijekom potrošačke špice inače traje najduže.

S tim informacijama, može se uvidjeti da se vrijeme obnavljanja polica može smanjiti na lagan način; potrebno je odgoditi obnavljanje polica tijekom potrošačke špice kad god je to moguće. Samo razumijevanje koraka da se obnovi područje nije dovoljno da se razumije proces; mora se skupiti podatke o vremenu procesuiranja.

### **7.1.3 Međuzavisnost**

Skoro svaki proces u poslovanju ovisit će o jednom ili više drugih procesa. Poslovanje je samo po sebi serija povezanih procesa koji zajedno rade za iste ciljeve. Ponekad, međuzavisnosti su istaknute na mapi procesa. U drugim slučajevima, međuzavisnosti su vezane za resurse. Npr., zamislite jednostavnu situaciju u putničkom vlaku. Vlak napušta stanicu “A” sa putnicima, vozeći ih na stanicu “B”. Prije

nego vlak krene, inženjer mora biti prisutan i spreman da rukuje vlakom. Provjera sigurnosti, razmaknutost od pruge, zatvaranje svih vrata; to su sve procesi koji moraju biti završeni prije nego vlak napusti stanicu. Proces transporta putnika je ovisan o završetku ostalih procesa u seriji.

Kada se radi nad procesima tijekom „Šest Sigma“ projekta, timovi moraju biti svjesni međuzavisnosti.

#### **7.1.4 Resursi i zadaci**

Procesi zahtijevaju resurse. Kao što vozilu treba benzin ili struja da bi se pokrenuo, proces zahtjeva resurse kao što su snaga, ljudi, novac, strojevi, rezervni dijelovi, alati i čak i vještina. Kako netko u organizaciji mora odobriti i platiti resurse, projektni tim mora razumjeti uključene resurse, cijenu tih resursa, vlasnike procesa i resursa koji su u pitanju, kako bi se mogli napraviti odgovarajući upiti da li su potrebni dodatni resursi.

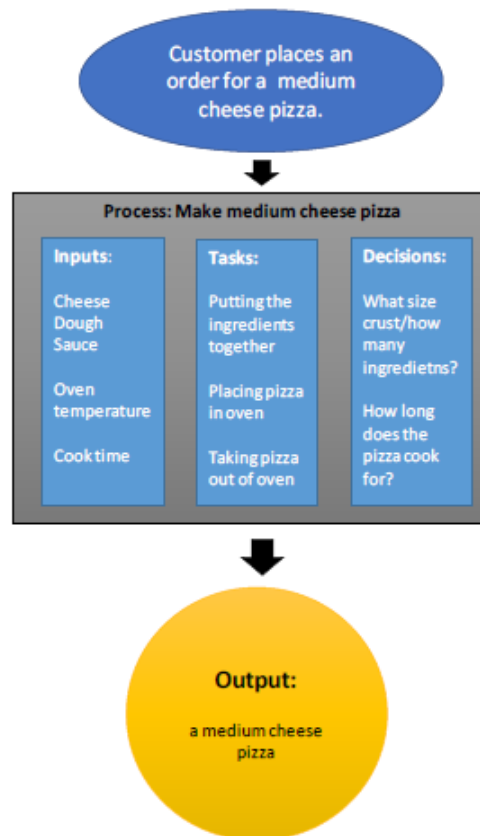
### **7.2 Glavne komponente procesa**

Procesi se sastoje od komponenti koje uključuju ulaze, izlaze, događaje, zadatke i odluke. Ulazi ulaze u proces kada se dogodi specifični događaj. Zadaci i odluke se izvršavaju na zahtjev ili sa ulazima. Na kraju procesa, generiran je izlaz. Većinu vremena, ideja komponenti procesa je predstavljena sa jednostavnom tvorničkom ilustracijom; sirovina ulazi u tvornicu, izvodi se rad, a završeni proizvod napušta tvornicu.

Slika br.4 ilustrira ideju komponenti procesa uzimajući piceriju kao primjer. Događaj – narudžba određene pizze – započinje proces. Sve komponente mogu se vidjeti u dijagramu, a o svakoj ćemo komponenti nešto reći u nastavku.

#### **Slika 4.**

Ilustracija komponenti procesa na primjeru jednostavne picerije



Izvor: <https://www.scribd.com/document/429386484/Six-Sigma-Black-Belt-pdf>

### 7.2.1 Ulazi

Ulazom se smatra bilo što što ulazi u neki proces. Na primjeru picerije, ulazi su svi sastojci potrebni da bi se napravila pizza. Mogu se uzeti u obzir faktori kao što su temperature pećnice, tip pećnice i vještine kuhara. Razumijevanje svih ulaza u procesu je važno u „Šest Sigma“ jer su ulazi često faktori u vezi s procesom. Ulazi ili rezultati tih ulaza mogu uzrokovati greške ili zastoje u procesu.

Kolači će izgorjeti ako je pećnica prevruća, strojevi u tvornici neće raditi ako nema struje, odvjjetnik neće pobijediti u svom slučaju ako je njegova informacija pogrešna itd. Temperatura pećnice, struja i informacija su ulazi u procesima koji također uzrokuju probleme unutar procesa.

Ostali razlozi za definiranje ulaza kada se radi sa procesima uključuju:

- razumijevanje koji su resursi potrebni za pokretanje procesa
- identificiranje vanjskih ulaza koji nisu potrebni
- razumijevanje troškova procesa
- razumijevanje kako se proces nadovezuje na proces prije njega

U poslovanju, procesi su povezani zajedno kako bi dostigli konačni cilj ili ciljeve. Ulazi koji ulaze u proces "B" mogu biti izlazi koji napuštaju proces "A".

### **7.2.2 Izlazi**

Izlaz procesa je usluga ili proizvod koju upotrebljava kupac procesa. U primjeru picerije, izlaz je pizza sa sirom koju će kupac pojesti. Kupac nije uvijek tradicionalni krajnji kupac koji je kupio proizvod ili uslugu, oni mogu biti interni ili vanjski.

Iz percepcije „Šest Sigma“, izlazu se skoro uvijek daje veća vrijednost za krajnji proces nego ulazu.

### **7.2.3 Događaji**

Događaji su specifični, unaprijed definirani kriteriji ili akcije koji uzrokuju da proces započne s radom. Proces koji funkcionira, reagira na događaj, kao što se sijalica upali nakon pritiska prekidača. „Šest Sigma“ tim mora ustanoviti koji događaj aktivira proces, zato jer im to pomaže razumjeti zašto je neki proces izvršen i da li proces radi kada nije potrebno.

### **7.2.4 Zadaci**

Zadaci ili aktivnosti, su srce procesa. Kao što srce pumpa krv kroz vaše tijelo, zadaci unutar procesa pumpaju ulaze kroz sam proces, pretvarajući ih u izlaze. Zadaci su fizičke, automatizirane ili kompjuterizirane akcije unutar procesa. Primjeri zadataka uključuju:

- stroj koji varenjem spaja dva metala
- osoba koja ubacuje podatke u softverski program
- kompjuter koji procesira podatke stvarajući izvještaj
- pisanje poruke elektronske pošte

### 7.2.5 Odluke

Odluke su usko vezane za zadatke, te i same mogu biti zadaci. Kuhar pripremajući namirnice za juhu mora narezati te sastojke, ali mora i odlučiti koliko mu svakog sastojka treba. Njegova će odluka biti vođena receptom i brojem ljudi koje treba poslužiti.

Odluke unutar procesa tipično su upravljane nekim pravilima. Ponekad su ta pravila formalno dokumentirana, dok se u drugim slučajevima odluke donose putem neformalnih pravila, u skladu sa znanjem i iskustvom osoblja. Procesi koji su uređeni neformalnim pravilima mogu imati problem u dosljednosti; čak i kod iskusnog osoblja postoje varijacije u načinu obavljanja zadataka. Opće je poznato da varijacije u procesu mogu dovesti do više prilika za nedostatke i smanjenja kvalitete proizvoda ili usluge.

Koristeći se primjerom iz poglavlja “zadaci”, ovako bi izgledao primjer donošenja odluke u procesu:

- osoba koja unosi podatke u softverski program programski je ograničena unosom istih podataka zbog unaprijed predefiniраниh kategorija, kako bi se izbjegla potencijalna varijacija u unosima
- kompjuter procesira izvješće; ako su rezultati tih izvješća iznad definiranog praga, kompjuter automatski šalje izvješće odgovornoj osobi
- kod pisanja elektronske pošte; protokol unaprijed nalaže kada i kome se šalju određene vrste e-mailova koje mogu sadržavati specifične informacije

### 7.2.6 Povezanost komponenti

Procesi mogu biti izuzetno složeni, ali i veze između svih komponenti su jednako složene. Ulazi mogu postati izlazi iz prijašnjih procesa, izlazi mogu biti ulazi u sljedećem procesu. Odluka u procesu može rezultirati novim događajem koji pokreće novi proces. Promatrajući, mjereći ili prikazujući na dijagramima, tim počinje razumjeti veze komponenti, i to im pomaže u donošenju odluka o mogućim naprecima i promjenama u procesu.

### 7.2.7 Vlasnici procesa

Dok tim razvija nova poboljšanja u procesu, istovremeno mora surađivati sa vlasnikom procesa. Ovisno o organizaciji poslovanja, vlasnici procesa mogu biti osobe koje imaju ovlasti u odobravanju promjena u procesu, dok u drugim organizacijama vlasnik procesa može biti osoba najnižeg ranga koji nema ovlasti kod odobravanja promjena u procesu, već mora biti upoznat sa svim promjenama u procesu.

Vlasnik procesa može biti:

- osoba zadužena za veoma specifičan proces ili funkciju (*specijalist za tematiku*)
- voditelj tima ili menadžer odjela
- izvršni član organizacije, koji je već u okvirima svoje uloge odgovoran za brojne procese u svojem odjelu

Odgovornosti vlasnika procesa su definirane prema specifičnosti posla, ali inače, vlasnik procesa mora:

- nadgledati kako proces napreduje uzimajući u obzir redovite izvještaje o izvršenim mjerenjima u procesu
- razumjeti kako se proces uklapa u cjelokupno poslovanje, zašto je neki proces prioritetan u odnosu na drugi proces ili zašto je izlaz nekog procesa kritičan za ciljeve poslovanja
- osigurati da proces bude dokumentiran i pohranjen putem standardne operative procedure (*eng. Standard Operating Procedures: SOPs*), i da je proces pohrane svakodnevno održavan

- omogućiti resurse i edukaciju operaterima u procesu, za potrebe izvršavanja njihovih aktivnosti

U „Šest Sigma“ okruženju vlasnici procesa moraju također osiguravati da sve ide po planu i da se planovi ažurno pregledavaju kako bi se uvidjele moguće prilike za poboljšanje procesa.

### **7.2.8 Podaci**

Svi procesi generiraju neke vrstu izvješća u obliku podataka, sistematski i strukturno prikazanih. Na primjer, proces punjenja boca tekućinom može generirati podatke kao što su količina tekućine spremljene u svakoj boci, koliko se boca napunilo u sat vremena i potencijalne varijacije između napunjenih boca. Podaci su od izuzetne važnosti za „Šest Sigma“ tim jer je to najčešći način provjere je li proces pod kontrolom i koliko je uspješan.

## **7.3 Definiranje komponenti procesa – SIPOC**

SIPOC dijagram je važan dio na putu definicije „Šest Sigma“ procesa, ali može se koristiti i u svakodnevnim procesima. Svrha korištenja SIPOC dijagrama je da bi se razumijelo kako je proces u poslovnom okruženju povezan s ostalim procesima SIPOC predstavlja dobavljače, ulaze, izlaze, posrednike i kupce u procesu. Dobavljači su ljudi, procesi i organizacije koje dobavljaju ulaze u proces. Posrednici i kupci su ljudi, procesi i organizacije koje koriste izlaze procesa. Proces je, kao što je ranije objašnjeno, sam po sebi serija koraka koja uzima ulaze i pretvara ih u izlaze.

### **7.3.1 Prednost SIPOC dijagrama**

SIPOC dijagram je jedan od najčešće korištenih alata za razumijevanje komponenti procesa i relevantnost procesa zbog njegove jednostavne percepcije. Tim može kreirati SIPOC dijagram u jednoj “brainstorming” sesiji, iako efektivno izrada



dijagrama uz prisustvo vlasnika procesa ili SME-a bitno ubrzava navedeno. Timovi mogu izraditi SIPOC dijagram trenutno promatranog procesa, ali ga mogu koristiti i za izradu dijagrama cjelokupnog poslovanja.

### 7.3.2 SIPOC dijagram

SIPOC dijagram se može stvoriti kroz individualnu vježbu ili u timskom okruženju uz primjenu softverskog alata, npr. Word ili Excel, ili ručno nacrtati na ploču. Ručna izrada dijagrama je vrijedan “brainstorming” alat, jer timovi mogu brzo nacrtati grubi nacrt dijagrama dok razgovaraju o procesu.

SIPOC dijagram temelji se na tzv. Stazama za plivanje (*eng. Swim lanes*). Staze za plivanje omogućuju timu transparentniji pregled na međuzavisnost aktivnosti i resursa u procesu. Dijagram se sastoji od pet staza: dobavljači, ulazi, procesi, izlazi i klijenti. Slika ispod ilustrira primjer SIPOC mape procesa.

#### Slika 5.

Primjer SIPOC dijagrama procesa

Suppliers	Inputs	Process	Outputs	Customers
Paper vendor	Orders/customer specifications	Receive order	Business cards	Individuals
Ink vendor	Paper	Layout designs	Brochures	Business owners
Copy and print machine provider	Ink	Print designs	Banners and signs	Marketing departments
Customer	Designs	Deliver printed product	Mailers Letterhead	

Izvor: <https://www.scribd.com/document/429386484/Six-Sigma-Black-Belt-pdf>

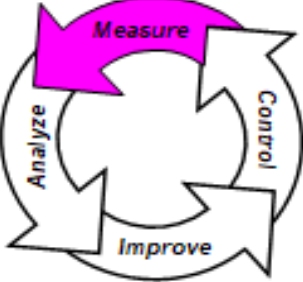
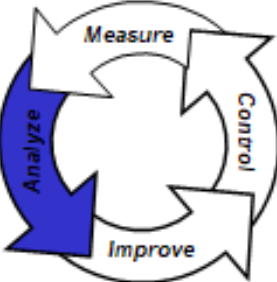
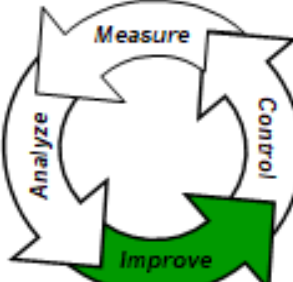
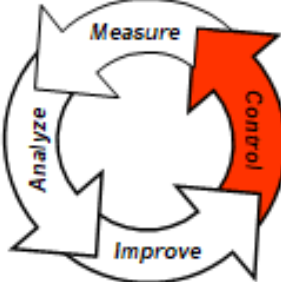
## 8 PRISTUP KOD RJEŠAVANJA PROBLEMA U „ŠEST SIGMA“

### 8.1 DMAIC metodologija

Na početku rada treba formirati radni tim za poboljšavanje, rješavanje problema i pravljenje novih procesa. Ovaj tim treba voditi osoba koja ima crni ili zeleni pojas, a tim može imati od tri do deset članova (*idealno je pet ili šest*), pri čemu svaki član predstavlja dio procesa na kojem se radi. Članovi tima trebaju biti iz različitih odjela kompanije, različitih iskustava, vještina i položaja u firmi. U timu su svi jednaki i doprinos svakog člana je ključan za ostvarenje pomaka u procesu. Vođeni DMAIC procesom koji se zasniva na pet faza tj. definiciji, mjerenju, analiziranju, ispravljanju tj. poboljšavanju i kontroli, članovi radnog tima rade zajedno od definiranja problema do implementacije rješenja. Koristeći proces DMAIC tim surađuje sa cijelom organizacijom, ispituje kupce, sakuplja podatke i razgovara sa ljudima na koje će njihovo rješenje direktno utjecati. Zašto je DMAIC drugačiji i bolji od drugih načina rješavanja problema, može se opisati sljedećom listom:

1. Mjerenje problema: U DMAIC-u ne možete pretpostaviti da znate koji je problem, već morate to dokazati činjenicama;
2. Fokusiranje na kupca: Kupac je uvijek važan ako želite smanjiti troškove nekog procesa;
3. Verifikacija uzroka: Morate dokazati uzrok nekog problema ili defekta podacima i činjenicama;
4. Rješavanje starih navika: Rješenja koja daje DMAIC nisu samo mali popravci starih procesa. Prava promjena i rezultati trebaju nova rješenja;
5. Upravljanje rizicima: Isprobavanje, testiranje i usavršavanje solucija, izvući "crve", važan je dio „Šest Sigma“;
6. Mjerenje rezultata: Pregled rješenja je način da se potvrdi pravi učinak, tj. da se ponovo pogledaju činjenice i
7. Održavanje promjena: Održavanje promjena je zadnji korak u ovom načinu rješavanja problema.

## 8.2 Strategija po fazama

FAZA	KORACI	PROCES
MJERENJE (ŠTO SE DOGAĐA)	Koja je učestalost defekata? Definirajte kvar Definirati standarde učinkovitosti Potvrdite mjerni sustav Uspostavite metriku sposobnosti	 <p>A circular diagram representing the PDCA cycle. It consists of four arrows forming a circle, labeled 'Measure' at the top, 'Control' on the right, 'Improve' at the bottom, and 'Analyze' on the left. The 'Measure' arrow is highlighted in pink, while the others are white with black outlines.</p>
ANALIZIRANJE (GDJE, KAD I ZAŠTO)	Gdje, kada i zašto se defekti javljaju? Identificirajte izvore varijacija Odredite kritične procesne parametre	 <p>A circular diagram representing the PDCA cycle. It consists of four arrows forming a circle, labeled 'Measure' at the top, 'Control' on the right, 'Improve' at the bottom, and 'Analyze' on the left. The 'Analyze' arrow is highlighted in blue, while the others are white with black outlines.</p>
POBOLJŠANJA	Kako možemo poboljšati proces? Zaslun potencijalnih uzroka Otkrijte odnose Odredite dopuštena radna odstupanja	 <p>A circular diagram representing the PDCA cycle. It consists of four arrows forming a circle, labeled 'Measure' at the top, 'Control' on the right, 'Improve' at the bottom, and 'Analyze' on the left. The 'Improve' arrow is highlighted in green, while the others are white with black outlines.</p>
KONTROLA POBOLJŠANJA	Jesu li poboljšanja bila učinkovita? Ponovno uspostavite metriku sposobnosti	 <p>A circular diagram representing the PDCA cycle. It consists of four arrows forming a circle, labeled 'Measure' at the top, 'Control' on the right, 'Improve' at the bottom, and 'Analyze' on the left. The 'Control' arrow is highlighted in red, while the others are white with black outlines.</p>

## 8.2.1 Mjerenje problema

Kod definiranja problema bitno je najprije razumijeti procese i potencijalne rizike. Definicija problema mora se temeljiti na kvantitativnim činjenicama podržanim analitičkim podacima sa ciljem smanjenja broja zastoja, prigovora s tržišta i troškova proizvodnje.

Uspostavljanje osnovnih odrednica:

kvantificiranje dobrog i lošega u trenutnom procesu, prije nego što se naprave bilo kakva poboljšanja. Ključ za osnovne odrednice jesu prikupljanje reprezentativnih uzoraka odnosno podataka.

Jednom kad se ustanovi problem i shvati kako funkcionira proces potrebno je kreirati plan uzorkovanja proizvoda. Praćenje i dokumentiranje svih parametara procesa koji bi mogli utjecati na trenutni problem koji utječe na kvalitetu proizvoda, podjela i adresiranje zadataka u timu.

### Slika 6.

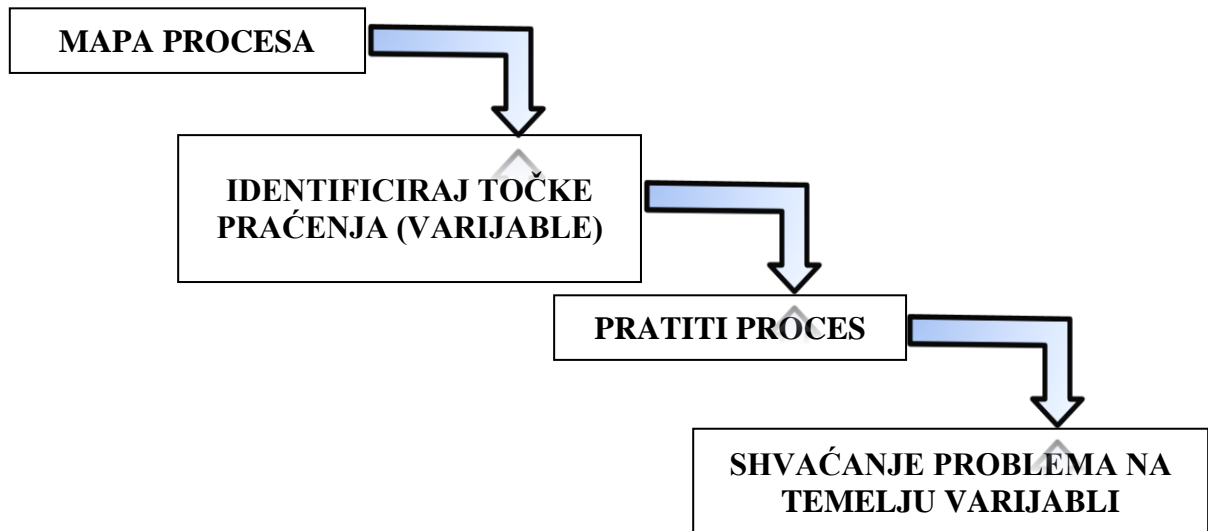
Proces mjerenja problema.



Izvor: McGraw-Hill: "Six sigma team pocket guide", Rath & Strongs, 2001.

## Slika 7.

Da bismo razumjeli gdje želimo biti, moramo znati kako ćemo tamo stići



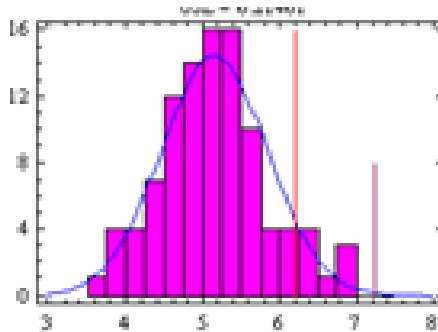
Izvor: McGraw-Hill: "Six sigma team pocket guide", Rath & Strongs, 2001.

### 8.2.2 Analiza problema

U mnogim slučajevima, uzorak podataka može se transformirati iz često nama teško čitljivih podataka u grafikone koji se s vizualnom lakoćom iščitavaju. Primjerice, kvadratni korijeni, logaritmi često poprimaju pozitivno iskrivljenu distribuciju i pretvaraju je u nešto blizu krivulje u obliku zvona. Kod slijedećeg koraka analize, potrebno je prepoznati najznačajnije uzroke problema i provjeriti kakvi su njihovi utjecaji na dostizanje cilja, jer kroz analizu, proučavamo povijesne rezultate i pomoću njih možemo oblikovati budućnost.

## Slika 8.

Analiza standardne devijacije

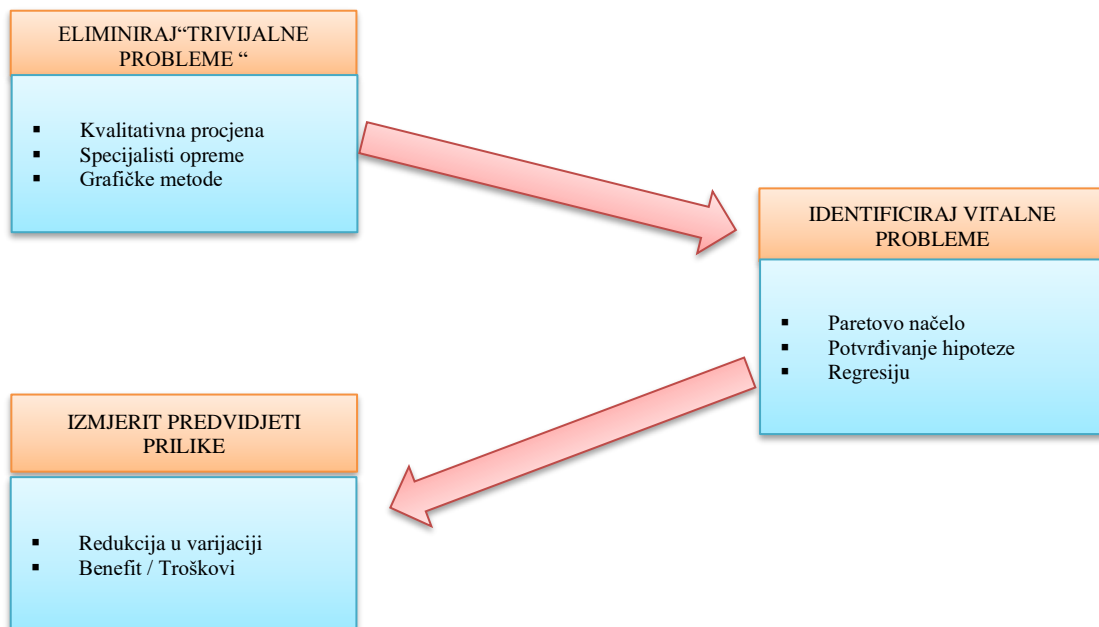


Izvor: McGraw-Hill: "Six sigma team pocket guide", Rath & Strongs, 2001.

Primjenom statistike provjeravaju se trendovi na grafikonima koji proizlaze iz naših mjerenja izlaznih i ulaznih parametra. Mjerenja se prate kako bi uvidjeli je li (*ulazni*) parametar doista važan, razumijemo li utjecaj tog parametra, je li naš napredak utjecao, što je pravi utjecaj. Cilj je alocirati srž problema.

### Slika 9.

Proces eliminacije trivijalnog od vitalnog problema



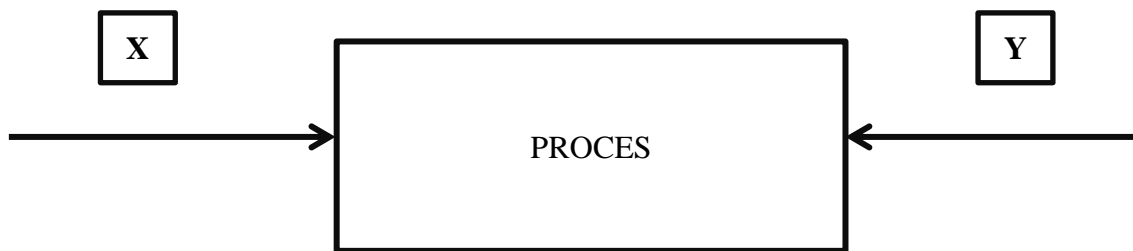
Izvor: McGraw-Hill: "Six sigma team pocket guide", Rath & Strongs, 2001.

## 8.2.3 Kontrola nad poboljšanjima

Kako bi što efikasnije alocirali koja nam varijabla najviše utječe na izlaznu kvalitetu ista mora biti zasebna varijabla i vrednovana prilikom. Procjena učinaka na pojedinoj varijabli uz izlazni odaziv kao referenca.

**Slika 10.**

Kontroliranje ulaznih varijabli na izlaznu veličinu



Izvor: McGraw-Hill: "Six sigma team pocket guide", Rath & Strongs, 2001.

Terminologija;

Varijabla (X) – svaka varijabla zasebna

PROCES – razina značaja varijabli.

Odaziv (Y) - izlaz

Koraci u planiranju eksperimenta za poboljšanje

- Definiranje cilja.
- Odabir izlaznih mjerenja (Y)
- Odabir varijable (X)
- Odabir razine utjecaja varijabli
- Odabir eksperimentalnog dizajna
- Pokretanje eksperimenta i prikupljanje podataka
- Analiziranje podataka
- Zaključci
- Izvršenje potvrde

#### 8.2.4 Faza kontroliranja

U zadnjoj fazi mi provjeravamo valjanost rezultata i dali je cilj ispunjen, zatim je potrebno osigurati održivost, te se nakon svega vrši primopredaja, osigurava prijenos znanja i osigurava mehanizam stalnog praćenja. Inače je ovakve projekte za poboljšanje najbolje ispitati kroz pilot projekt na jednom manjem području ili odjelu, koji nema ključnu važnost za tvrtku, kako bi se vidjelo kako implementacija funkcionira i trebaju li još neka dodatna poboljšanja.

Kontrolne faze „Šest Sigma“:

- potvrda poboljšanja
- potvrda o rješenju problema
- benefit rješenja
- implementiranje plana kvalitete
- implementiranje analitičkog plana kontrole
- kreiranje svih procesa za održivost programa
- odrađivanje auditne kontrole



## 9 PRIMJENA „ŠEST SIGMA“ METODOLOGIJE NA POBOLJŠANJE INDEKSA KVALITETE U CIGARETNOJ INDUSTRIJI

### 9.1 Način mjerenja kvalitete u duhanskoj industriji

BAT korporacija izravno koristi principe „Šest Sigma“ metodologije i kontrole procesa da bi osigurala isporuku svojih poslovnih rezultata, ne samo kada je riječ o efikasnosti nego posebno pazeći na iskustvo svojih konačnih potrošača. Zbog toga je cijeli sustav izračuna indeksa kvalitete u BAT-u zasnovan na „Šest Sigma“, upravo za one parametre za koje se zna da će najviše utjecati na zadovoljstvo potrošača ili za koje najvjerojatnije da će ih potrošač primjetiti.

Stoga je cilj korporacije bio je implementirati izračun pokazatelja uspješnosti koji:

- Koristi parametre ili mjere s maksimalnim utjecajem na konačno zadovoljstvo potrošača, bilo zbog toga što su isti izravno primjetljivi kao nedostatak (primjerice pogreška u izgledu proizvoda), ili zbog toga što imaju značajan utjecaj na potrošačev dojam prilikom korištenja proizvoda (primjerice ventilacija same cigarete)
- Ohrabruju one oblike ponašanja koji su usmjereni na krajnjeg kupca
- Počivaju na globalno prihvaćenim standardima dozvoljenog odstupanja
- Počivaju na znanstveno potkrijepljenoj statističkoj metodi
- Jasno pokazuju gdje postoji problem, ili je pak moguće ili poželjno poboljšanje
- Predstavljaju internu mjeru koja se koristi i za izvještavanje uspješnosti i za planiranje poboljšanja

Kako bi se ostvarili svi prethodno navedeni ciljevi, dva su zasebna indeksa razvijena, definirana i implementirana:

Prvi je nazvan „Kvaliteta prema specifikaciji“ (Q2S – „*Quality to specification*“), a drugi „Kvaliteta prema potrošaču“ (Q2C – „*Quality to Consumer*“). Zajedno, ta su dva indeksa uklopljena u globalno implementirani standard poznat pod nazivom Q2.

Kvaliteta prema specifikaciji osigurava da su mjere unutar samog procesa onakve kakve očekujemo ako želimo da je konačan proizvod zadovoljavajući: konzistentan s minimalnom varijacijom. Kako bi se osigurala ispravna interpretacija

rezultata, Q2S rezultat je dostupan po stroju, varijantama proizvoda i formatu pakiranja, za odabrani vremenski period (tipično mjesec dana).

Kvaliteta prema potrošaču mjeri iskustvenu stranu, odnosno posljedicu pridržavanja te specifikacije. Jednostavan primjer kojim se može ilustrirati razlika između dva indeksa je da kvaliteta prema specifikaciji kontrolira težinu duhana i opseg cigarete, čime se garantira da neće doći do otpadanja duhana s vrha cigarete, odnosno defekta "A" kategorije kojeg će potrošač primijetiti.

Potpun popis svih elemenata kvalitete koji doprinose ukupnom rezultatu za oba indeksa dan je u Tablici 2:

**Tablica 2.** Popis parametara koji utječu na konačan rezultat Q2 indeksa kvalitete

Q2C – Kvaliteta prema potrošaču		Q2S – Kvaliteta prema specifikaciji
Otpor na uvlačenje cigarete	Ukoliko je dostupno:	Ukupna težina cigaretnog štapića
Stabilnost vrha cigarete	Čvrstoća filtera cigarete	Opseg cigarete
Nekorigirana čvrstoća cigarete	Punjenje aromom	Ventilacija cigarete
Vizualni defekti cigarete kategorije B	Tvrdoća kutijice	Otpor na uvlačenje filter-štapića
Vizualni defekti kutijice kategorije B	Količina ispuštenih čestica vrućeg ugljena	Opseg filter-štapića
Vizualni defekti šteke kategorije B	Mjera raspada filtera	Vizualni defekti cigarete kategorije A
NFDPM <sup>1</sup> prinos		Vizualni defekti kutijice kategorije A
Nikotin		Vizualni defekti šteke kategorije A
NFDPM/uvlačenje		Zatvorenost celofana kutijice (engl. <i>Pack Seal</i> )

## 9.2 Prikaz rezultata indeksa kvalitete za tvornicu cigareta u Kanfanaru

<sup>1</sup> NFDPM: količina suhih čestica bez nikotina (*Nicotine free dry particulate matter*)

U ovom radu, pružen je detaljan prikaz i demonstracija ostvarenih poboljšanja u jednom od parametra koji utječe na kvalitetu prema specifikaciji. Pritom je važno napomenuti da se konačan ostvareni rezultat prema ovom indeksu prezentira za stroj i tvornicu putem jednog broja koji na intuitivan način predstavlja ostvareni postotak zadovoljenja ciljane razine sigme.

Ciljana razina je definirana različito ovisno o prioritetu defekta i kao što je vidljivo u tablici 2, ukupno je devet kategorija koje utječu na rezultat kvalitete prema specifikaciji. Tri kategorije „A“ defekt šteke, „A“ defekt kutijice i „A“ defekt cigarete, se odnose na vizualne defekte proizvoda i zbog svoje važnosti podešeni su na razinu od 5 sigma. Preostalih šest parametra obuhvaća: jedan parametar kutijice, tri parametra cigarete i dva parametra filter štapića, koji su procijenjeni kao najbitnije karakteristike proizvoda koje je potrebno isporučiti kako bismo spriječili nezadovoljstvo kupaca.

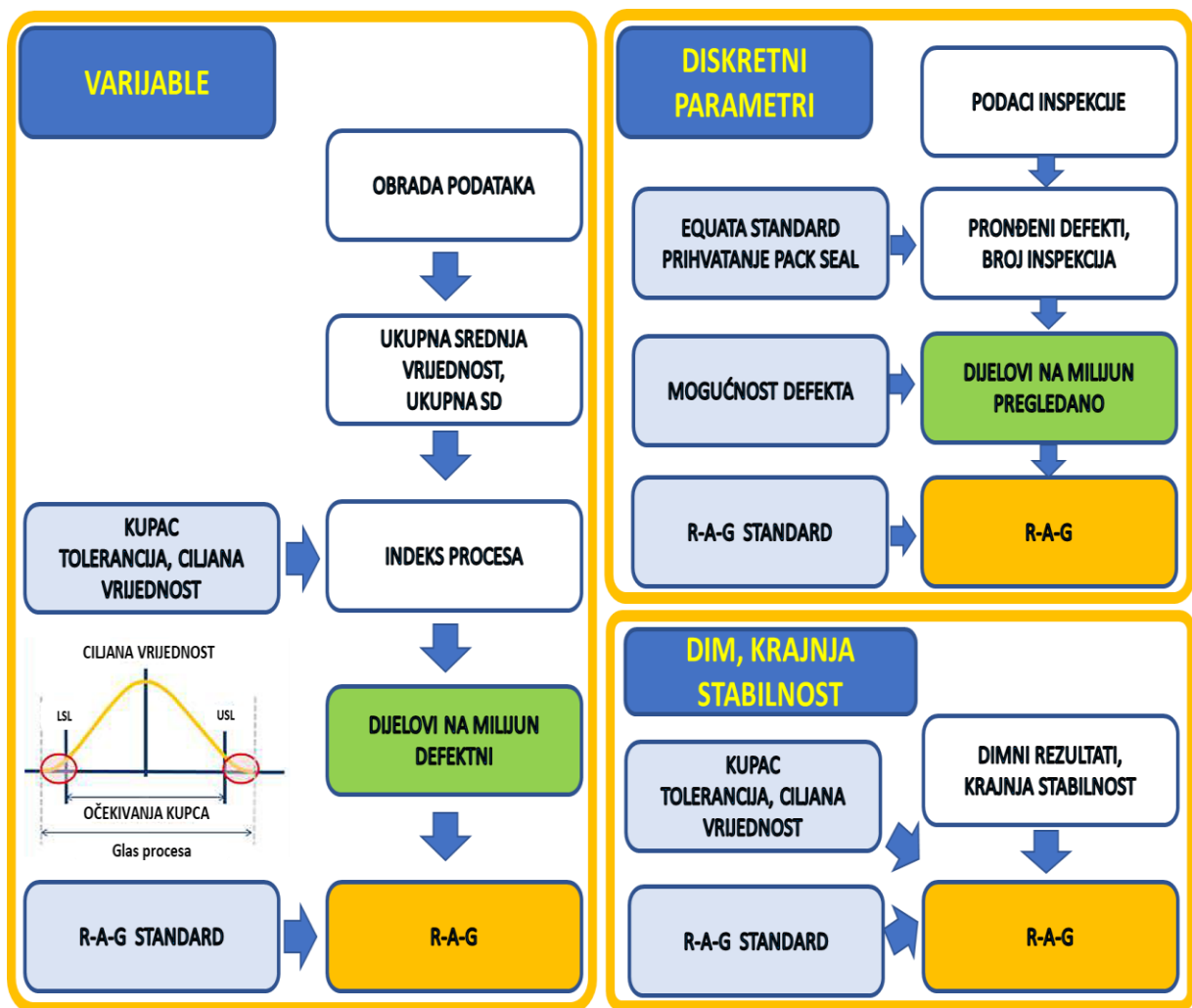
Parametar vezan uz kutijicu se odnosi na zatvorenost njezinog celofana (*eng. Pack seal*), parametri vezani uz cigaretu se odnose na njezinu težinu, opsega i ventilacijska svojstva, dok se parametri vezani uz filter štapiće odnose na njihov opseg i otpora na uvlačenje. Cilj kontrole rezultata ovih parametra je osigurati da nemamo pritužbe s tržišta od strane potrošača.

U tvornici iz odabranog primjera, u odnosu na sedam pritužbi na milijardu cigareta u 2018.g., rigorozna primjena principa „Šest Sigma“ dovela je do šest uzastopnih mjeseci bez ijedne pritužbe od potrošača. Ključan fokus pri tome je bio na opsegu cigarete koji može dovesti do defekta kao što su otpadanje filtera ili otpadanje duhana sa vrha cigarete. Ciljana razina broj defekata za kontinuiranu varijablu kao što je opseg cigarete (*varijabla koja može poprimiti bilo koju vrijednost*), je takva da osigura da imamo manje od 2700 defekata na milijun cigareta na temelju statističke analize i uzastopnih uzrokovanja.

Kompletan pregled tražene razine stabilnosti procesa za pojedine parametre, kao i razlika u metodi izračuna broja defekata ovisno o tipu varijable, dan je na slici br. 11.

## **Slika 11.**

Prikaz tijeka izračuna



**Tablica 3** Proračun indeksa procesa i ppm za kontinuirane varijable

	Pojedinačni podaci	Grupni podaci
a) Srednja vrijednost	$\bar{x} = \frac{(x_1 + x_2 + \dots + x_k)}{k}$ <p>Gdje je  <math>k</math> = broj mjerenja  <math>x_i</math> = <math>i</math> th individualna mjerenja</p>	$\bar{\bar{x}} = \frac{\sum_{i=1}^n o_i \times \bar{x}_i}{\sum_{i=1}^n o_i}$ <p>Gdje je  <math>n</math> = broj grupe  <math>\bar{x}_i</math> = srednja vrijednost od <math>i</math> th skupine  <math>o_i</math> = broj zapažanja u <math>i</math> th skupine</p>
b) Ukupan broj zapažanja	Nije primjenjivo	$N = \sum_{i=1}^n o_i$

	Pojedinačni podaci	Grupni podaci
c) Srednja opažanja po uzorku	Nije primjenjivo	$\bar{o} = \frac{N}{n}$
d) Ponderirani zbroj kvadrata odstupanja unutar skupine uzoraka, Q1	Nije primjenjivo	$Q_1 = \sum_{i=0}^{i=n} (o_i - 1) \times sd_i^2$ <p>Gdje je  <math>sd_i^2</math> = standardna devijacija i th skupine</p>
e) Ponderirani zbroj kvadrata odstupanja između skupine uzoraka, Q2	Nije primjenjivo	$Q_2 = \sum_{i=1}^{i=n} o_i \times (\bar{x}_i - \bar{\bar{x}})^2$ <p>Što je ekvivalent od</p> $Q_2 = \sum_{i=1}^{i=n} o_i \times x_i^2 - \sum_{i=1}^{i=n} o_i \times \bar{\bar{x}}^2$
f) Totalna standardna devijacija $\sigma = S_{Tot}$	$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{i=k} (x_i - \bar{\bar{x}})^2}{k - 1}}$	$\sigma = S_{Tot} = \sqrt{\frac{(Q_1 + Q_2)}{(N - 1)}}$
g) Učinkovitost procesa (Ppk)	<p>Manje od: <math>Index\ procesa = \frac{(Target+Tol-\bar{x})}{3 \times \sigma} \text{     } \frac{(\bar{x}-Target+Tol)}{3 \times \sigma}</math></p> <p>Što je ekvivalent od: <math>= \frac{(Tol-Target-\bar{x})}{3 \times \sigma}</math></p>	
h) Dijelovi na milijun (ppm)	<p>Područje ispod normalne krivulje do donje granice, plus,  područje ispod normalne krivulje iznad gornje granice:</p> $PPM = \left[ 1 - 0.5 \times error\ function \left\{ \frac{(Tol + \bar{x})}{\sqrt{2} \times \sigma}, \frac{(Tol - \bar{x})}{\sqrt{2} \times \sigma} \right\} \right] \times 10^6$ <p>Što je ekvivalentno u EXCEL-u:</p> <p>ppm = ((1-NORM.DIST(Target+Tolerance, <math>\bar{x}</math>, <math>\sigma</math>, TRUE)) + (NORM.DIST(Target-Tolerance, <math>\bar{x}</math>, <math>\sigma</math>, TRUE))) * 10^6</p>	

**Tablica 4** Proračun PPM za diskretne varijable

	Vizualni	Zatvorenost celofana
<b>Defekti koji ulaze u izračun</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>●Šteka "A"</li> <li>●Kutija "A"</li> <li>●Cigareta "A"</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>●Šteka "B"</li> <li>●Kutija "B"</li> <li>●Cigareta "B"</li> </ul>
<b>Podaci</b>	<p><b>D</b> = broj pronađenih defekata *</p> <p><b>T</b> = Broj testova / inspekcija</p> <p><b>F</b> = Broj traženih kvarova</p> <p><b>S</b> = veličina uzorka, tj. Broj cigareta / paketića / šteka po testu.</p>	<p><b>D</b> = broj neuspješnih pakiranja</p> <p><b>T</b> = broj izvršenih testova</p> <p><b>S</b> = veličina uzorka, tj. Broj testiranih kutija</p>
<b>PPM</b>	$DPMO = \frac{D \times 10^6}{(F \times T \times S)}$	$DPMO = \frac{D \times 10^6}{(T \times S)}$

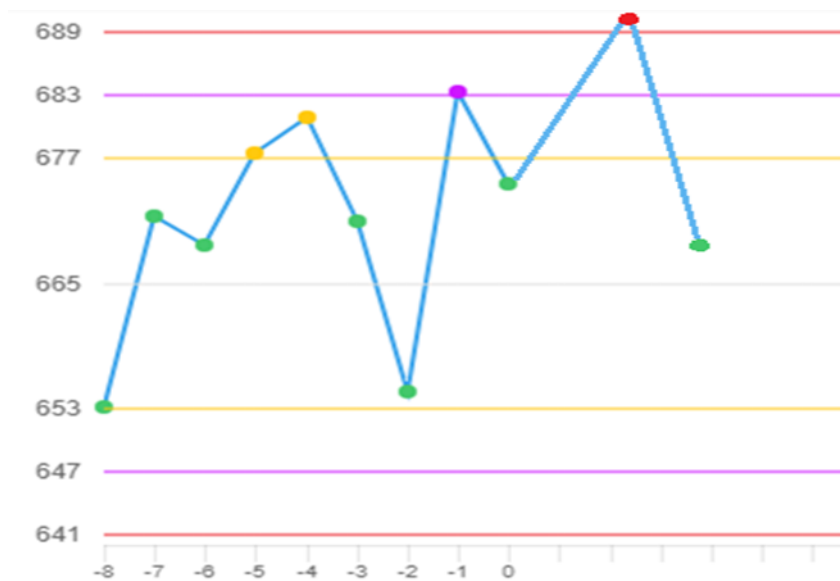
### 9.3 Rezultati projekta poboljšanja primjenom „Šest Sigma“

Proces kojim se kontrolira parametre kvalitete u samoj proizvodnji zahtjeva od operatera izrađivačice da svakih 15 minuta pripremi uzorak od deset cigareta. Na taj način prikuplja se velika količina uzoraka u danu, međutim, samim uzrokovanjem ne može se očekivati poboljšanje rezultata: umjesto toga, za svaki od oblika statističkih odstupanja, koji bi mogli rezultirati nezadovoljavajućim rezultatom, definirane su određene akcije. Navedeno je postignuto jasnim sustavom vizualnog upravljanja, vidljivo na slici br.12, koji koristi boju pojedinog rezultata kako bi operatera usmjerio prema odgovarajućem korektivnom djelovanju.

Ponajprije, implementiran je automatizirani sustav za prikupljanje podatka o mjerenjima fizikalnih parametara cigareta u tvornici koji služe za praćenje kvalitete, odnosno sukladnosti sa specifikacijama proizvoda.

## Slika 12.

### Sustav vizualnog upravljanja



Kako bi se osigurala kvaliteta prema specifikaciji proizvoda djelatnici u duhanskoj industriji na svojim proizvodnim linijama posjeduju mjerni instrument. Na mjernom instrumentu djelatniku na proizvodnoj liniji omogućeno je mjerenje svih bitnih parametra proizvoda, u definiranim vremenskim intervalima. Dodatno, djelatniku je omogućeno na proizvodnoj liniji da promptno reagira na bilo kakve varijacije u kvaliteti proizvoda. U slučaju varijacija, djelatnici djeluju prema prethodnom definiranom akcijskom planu.

Taj je akcijski plan usklađen s globalnim smjernicama i statističkom metodologijom koja pridaje pravi značaj svakom od mogućih rezultata, kako je prikazano na slici br. 12:

Ako je rezultat u dozvoljenim granicama, nije potrebno poduzimati korektivne akcije, samo održavati trenutno stanje (*zeleno*).

Ako je rezultat je u zoni upozorenja (*žuto*), nakon prve pojave nije potrebno poduzimati akcije, međutim ako je i sljedeće mjerenje također u zoni upozorenja (*žuto*) potrebno je popraviti / vratiti vrijednosti u dozvoljenim granicama (*zeleno*).

U slučaju da rezultat nije u granicama tolerancije (*ljubičasto*) potrebno je odmah napraviti još jedno mjerenje, a u slučaju da ponovljeno mjerenje pokazuje isto, odmah zaustaviti stroj i popraviti / vratiti vrijednosti u zeleno.

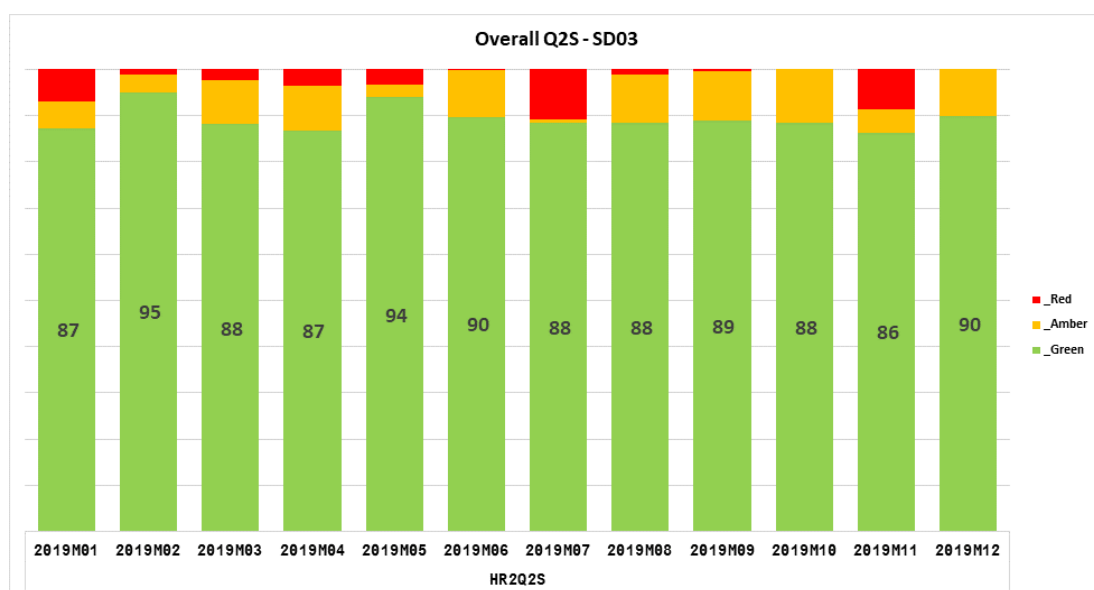
Ako je rezultat u potpunosti neprihvatljiv (*crveno*), potrebno je odmah zaustaviti stroj, ponoviti mjerenje, u slučaju da je i sljedeće mjerenje u crvenom potrebno je poduzeti odgovarajuće mjere popravka, te utvrditi količinu nesukladnog proizvoda.

Kada se raspravlja o akcijama koje operater/tehničar/tim na stroju poduzima da bi proces vratio u zonu stabilnosti, misli se na primjenu sustava upravljanja kao što su standardiziranje podešavanje stroja, standardiziranje zadataka čišćenja u zonama koje mogu uzrokovati promjenu procesnih svojstava, kao i redovito odrađivanje preventive na dijelovima koji se mogu potrošiti. Kako bi se identificiralo potencijalne problematične dijelove u podsklopu stroja koji je izravno povezan s promatranim parametrom (primjerice, stanje diskova za ravnanje sloja duhana prilikom formiranja cigaretnog svitka), proces inspekcije je također uklopljen u dnevne zadatke operatera i tehničara.

Od početka projekta rada nad održavanjem opsega cigarete, ukupni rezultat kvalitete prema specifikaciji stroja SD03 je bio 90% a nakon šest mjeseci uzastopnog kontinuiranog rada vidimo da je rezultat poboljšan na 99,00%. Od toga, potkategorija opsega cigarete imala je s ostvarenim rezultatom od 8,00% negativni utjecaj od 8,36% na ukupni indikator kvalitete prema specifikaciji stroja SD03, a nakon samo šest mjeseci, podizanjem rezultata te kategorije na 100% negativni je utjecaj ove potkategorije na ukupnu kvalitetu prema specifikaciji u potpunosti eliminiran.

### Graf 1.

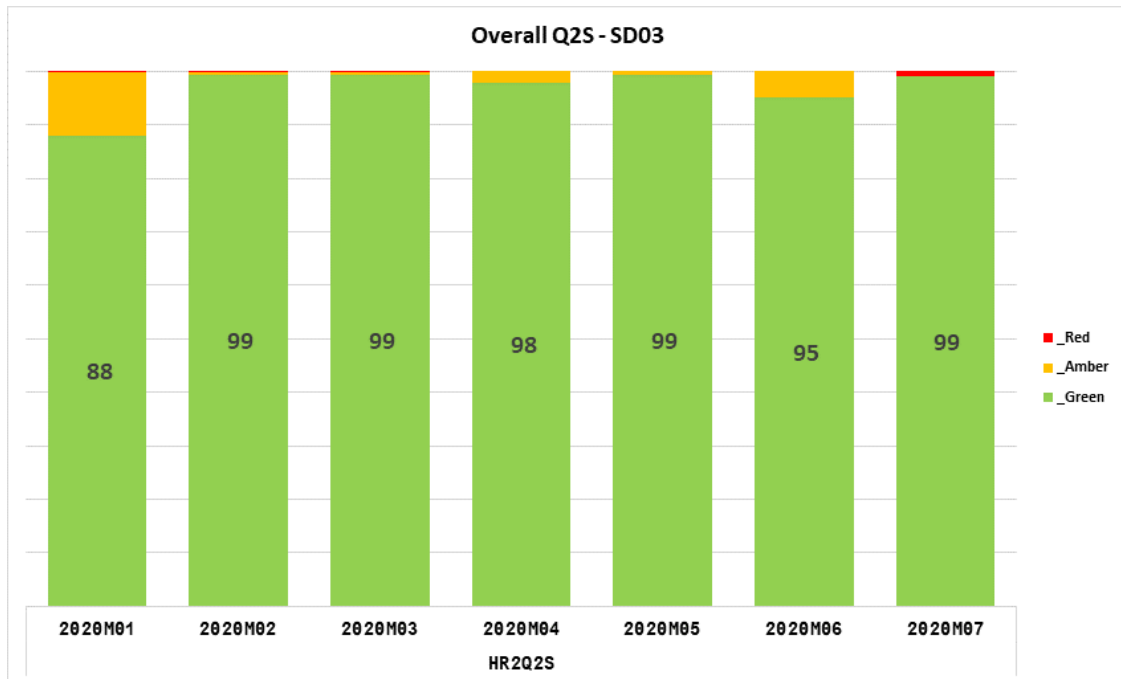
Rezultat kvalitete prema specifikaciji stroja SD03 po mjesecima u 2019.g





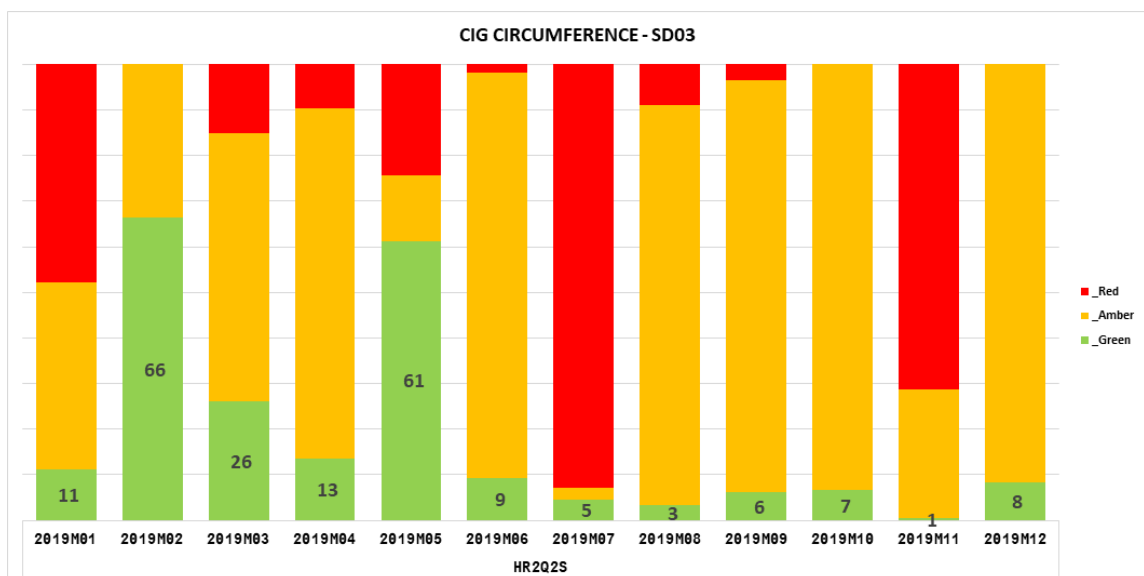
## Graf 2.

Poboljšani rezultat kvalitete prema specifikaciji stroja SD03 u prvih sedam mjeseci u 2020.g



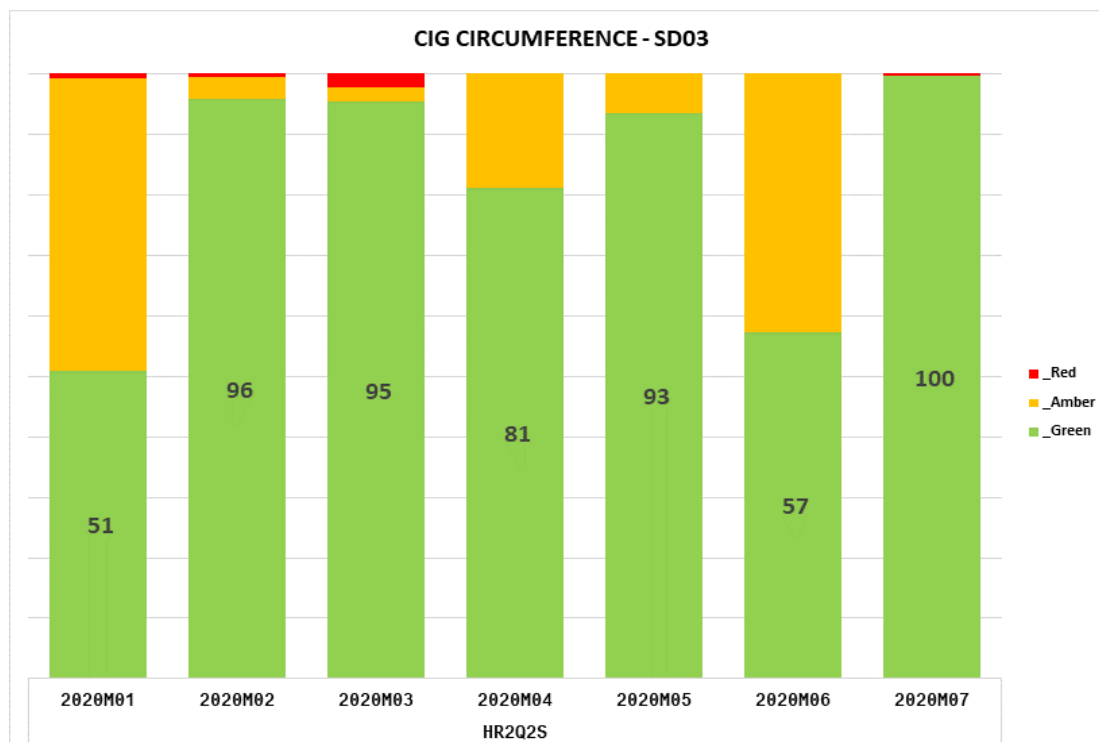
## Graf 3.

Negativni rezultati opsega cigarete na stroju SD03 po mjesecima u 2019.g



#### Graf 4.

Poboljšani rezultati opsega cigarete na stroju SD03 u prvih sedam mjeseci u 2020.g



Ključne akcije pri tome su bile:

- Uvođenje redovitog smjenskog čišćenja podsklopa za formiranje svitka
- Uvođenje redovitog preventivnog održavanja za dijelove u podsklopu, za formiranje svitka, koje imaju tendenciju se trošiti
- Odrađena edukacija sa operaterima i tehničarima po pitanju kalibracije mjerne glave, koja je zadužena za upravljanje i reguliranje opsega cigarete.

Kako bi se osiguralo da se proces ne vrati u odstupanje cilj je zatvoriti PDCA ciklus za svaku od tih akcija ugradnjom adekvatnih protumjera. Dodatno, sustavom upravljanja promjenama (*eng. Change management*) osigurava se da, ukoliko na stroj dođe operater koji nema prethodnog iskustva, također zna sve standarde koje mora primijeniti da bi se osigurao od negativnih utjecaja na proces.

Na ovaj način, samo šest mjeseci od definiranja ukupnog akcijskog plana, postignuta je održiva razina parametara kvalitete koja zadovoljava sve poslovne potrebe tvrtke, kao i zahtjeve krajnjeg potrošača, čime se osiguralo kompetitivno pozicioniranje BAT-a na tržištu duhanskih proizvoda.

## 10 ZAKLJUČAK

„Šest Sigma“ je jedna od najčešće korištenih metoda za poboljšanje poslovnih procesa i zahtjeva mnogo odricanja, vremena i novaca, ali s druge strane daje i rezultate. Six Sigma teži postizanju učinkovitosti i kvalitete samih procesa, zadatak joj je smanjiti rasipanja procesa i zadržati ga očekivanim minimalnim okvirima.

„Šest Sigma“ metodologija, u smislu postizanja zadovoljstva klijenata, smanjenja vremenskog ciklusa i pogrešaka proizvoda, sve više predmet interesa sudionika na tržištu. Ona predstavlja neodvojivi dio strategije upravljanja odnosima s klijentima i olakšava postizanje tri najznačajnija cilja svakog modela tržišnog ponašanja kompanija, a to su: pronaći svoje mjesto na tržištu, kreirati proizvod/uslugu i nadjačati konkurente te zadržati postojeće klijente, maksimizirati vrijednost koju im isporučujemo i učiniti ih lojalnim.

U cigaretnoj industriji, „Šest Sigma“ metodologija najčešće se koristi prilikom praćenja raznih pokazatelja kvalitete: zbog izuzetno široke ponude na tržištu i mogućnosti potrošača da se u slučaju nezadovoljstva gotovo trenutačno odluči preći na proizvod drugog proizvođača, razlozi inzistiranja na tako visokom standardu posve su razumljivi. Na primjeru konkretnog stroja iz proizvodnog pogona u Kanfanaru, u ovom su radu prikazani rezultati polugodišnjeg projekta poboljšanja usmjerenog na jedan od takvih parametara, kvalitetu prema specifikaciji, pri čemu je posebna pažnja posvećena onoj od potkategorija za koju je utvrđeno da ima najveći negativni utjecaj na ukupni rezultat. Projekt je pokrenut s očekivanjem da se, u skladu s principima „Šest Sigma“ sustavnim mjerenjem broja defekata kontinuirane varijable (u našem slučaju, broja cigareta s nezadovoljavajućim opsegom) na milijun prilika, te praćenjem utjecaja različitih akcija usmjerenih na stabilizaciju samog procesa i način na koji u njemu sudjeluju operateri na samoj proizvodnoj liniji, može postići mjerljivo i održivo poboljšanje u svojstvu gotovog proizvoda (cigarete). Kao što je vidljivo u usporednom prikazu rezultata ostvarenih u periodu neposredno prije pokretanja projekta s onima ostvarenima po njegovom završetku, projekt je u potpunosti opravdao očekivanja, a time i potvrdio robusnost analizirane metodologije, kao i hipotezu ovog rada da se intenzivnim angažmanom organizacije u primjeni „Šest Sigma“ principa izuzetan napredak u kvaliteti procesa može zajamčiti.

## POPIS LITERATURE

### Knjige:

1. Asq, *Six Sigma*, dostupno na <https://asq.org/quality.../six-sigma/belts-executives-champions> (pristupljeno 03.04.2019.)
2. Cdc, dostupno na <http://www.cdc.gov/nchs/fastats/inpatient-surgery.htm> (pristupljeno 07.06.2020.)
3. Gfos, *Kvaliteta*, dostupno na [www.gfos.unios.hr/download/6-kvaliteta.ppt](http://www.gfos.unios.hr/download/6-kvaliteta.ppt) (pristupljeno 15.04.2019.)
4. Gygian C., Williams B., De Carlo N. (2012) *Six Sigma for Dummies, 2nd Edition*, John Willey& Sons, Inc., Hoboken, New Jersey
5. Hrčak, *Tehnički glasnik*, dostupno na <https://hrcak.srce.hr/85887> (pristupljeno: 01.08.2020.)
6. Issue, *Unapređenje poslovnih procesa*, dostupno na [https://issuu.com/svijet-kvalitete.com/docs/unapre\\_ enje\\_poslovnih\\_procesa\\_impl](https://issuu.com/svijet-kvalitete.com/docs/unapre_ enje_poslovnih_procesa_impl) (pristupljeno 28.04.2019.)
7. James P. Womack, Daniel T. Jones (2003) *Lean thinking*, New York, NY: Free Press, Simon & Schuster, Inc
8. Jeffrey N., Lowenthal (2001) *Six Sigma Project Management, A Pocket Guide*“, Spiral-bound
9. Lazibat T., Baković T. (2007) *Šest sigma sustav za upravljanje kvalitetom*, Poslovna izvrsnost Zagreb, god I, Br.1, Zagreb, 2007., (str. 63-65)
10. McGraw-Hill (2001) *Six sigma team pocket guide*, Rath & Strongs
11. Piškor M., Kondić V. (2010) *Lean production kao jedan od načina povećanja konkurentnosti hrvatskih poduzeća na globalnom tržištu* (str. 38-40)
12. Predavanja, dostupno na <https://ldap.zvu.hr/~sonjak/Predavanja/ŠEST%20SIGMA.ppt> (pristupljeno 04.05.2019.)
13. Scribd, *Six Sigma Black Belt*, dostupno na <https://www.scribd.com/document/429386484/Six-Sigma-Black-Belt-pdf> (pristupljeno 08.08.2020.)
14. Sos, *Air traffic*, dostupno na <http://sos.noaa.gov/Datasets/dataset.php?id=44> (pristupljeno 11.05.2020.)

15. Svijet kvalitete, dostupno na <https://www.svijet-kvalitete.com/index.php/upravljanje-kvalitetom/368-potpuno-upravljanje-kvalitetom-tqm> (pristupljeno 13.06.2020.)
16. Wikipedia, *Kvaliteta*, dostupno na <https://hr.wikipedia.org/wiki/Kvaliteta> (pristupljeno 15.04.2019.)
17. Wikipedia, *Šest sigma*, dostupno na [https://bs.wikipedia.org/wiki/Šest\\_sigma](https://bs.wikipedia.org/wiki/Šest_sigma) (pristupljeno 16.05.2019.)

# POPIS SLIKA, TABLICA I GRAFOVA

## Slike:

Slika 1. Tipičan oblik krivulje normalne razdiobe .....	15
Slika 2: Vizualizacija Demingovog PDCA ciklusa .....	15
Slika 3. Stupovi Toyotnog proizvodnog sustava .....	16
Slika 4. Ilustracija komponenti procesa na primjeru jednostavne picerije.....	38
Slika 5. Primjer SIPOC dijagrama procesa.....	44
Slika 6. Proces mjerenja problema.....	47
Slika 7. Da bismo razumjeli gdje želimo biti, moramo znati kako ćemo tamo stići ...	48
Slika 8. Analiza standardne devijacije .....	48
Slika 9. Proces eliminacije trivijalnog od vitalnog problema .....	49
Slika 10. Kontroliranje ulaznih varijabli na izlaznu veličinu .....	50
Slika 11. Prikaz tijeka izračuna.....	55
Slika 12. Sustav vizualnog upravljanja.....	58

## Tablice:

Tablica 1: Skraćena sigma tablica sa razine sigme između 3.9 i 4.3.....	10
Tablica 2. Popis parametara koji utječu na konačan rezultat Q2 indeksa kvalitete.	53
Tablica 3 Proračun indeksa procesa i ppm za kontinuirane varijable.....	55
Tablica 4 Proračun PPM za diskretne varijable.....	56

## Grafovi:

Graf 1. Rezultat kvalitete prema specifikaciji stroja SD03 po mjesecima u 2019.g.....	59
Graf 2. Poboljšani rezultat kvalitete prema specifikaciji stroja SD03 u prvih sedam mjeseci u 2020.g.....	60
Graf 3. Negativni rezultati opsega cigarete na stroju SD03 po mjesecima u 2019.g.....	60
Graf 4. Poboljšani rezultat opsega cigarete na stroju SD03 u prvih sedam mjesca u 2020.g.....	61



## SAŽETAK

U modernim industrijama 21. stoljeća, pritisak konkurencije i rokova isporuke jedan je od glavnih razloga za neprestano pronalaženje boljih načina kontinuiranog poboljšavanja načina rada. Među najpoznatijim pristupima koji se bave navedenom problematikom je i „Šest Sigma“. U ovom radu, dan je pregled tog koncepta, uključujući njegov povijesni razvoj, metodologiju, terminologiju i alate. Analizirane su prednosti i potencijalna područja primjene, te je kroz razne primjere obrazložen učinak njegove sustavne implementacije u stvarnom industrijskom okruženju. Konačno, dan je specifičan primjer transformacije „Šest Sigma“ pokazatelja u dva indeksa kvalitete namijenjena duhanskoj industriji, te su dani rezultati šestomjesečnog „Šest Sigma“ projekta u tvornici cigareta u Kanfanaru vezanog uz jednu od komponenti koja utječe na ukupan rezultat mjereno tim indeksima.

**Ključne riječi:** „Šest Sigma“, kvaliteta, učinkovitost, nadzor procesa, Lean proizvodnja, duhanska industrija



## **ABSTRACT**

In the modern industries of the 21st century, the pressure of competition and delivery deadlines is one of the main reasons for constantly finding better ways to continuously improve the way we work. Among the most well-known approaches that deal with this issue is the Six Sigma. In this paper, an overview of this concept is given, including its historical development, methodology, terminology, and tools. The advantages and potential areas of application are analyzed, and the effect of its systematic implementation in a real industrial environment is explained through various examples. Finally, a specific example of Six Sigma indicators being transformed into two specific tobacco industry related quality indexes is given, and results of a six-month Six Sigma project in Kanfanar cigarette factory related to one of the components affecting total score measured by those indexes are provided.

**Keywords:** Six Sigma, quality, performance, process control, Lean Manufacturing, tobacco industry