

# Reinžinjering procesa održavanja strojeva ofsetne tiskare

---

Škreblin, Branimir

Master's thesis / Diplomski rad

2010

*Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj:* **University of Zagreb, Faculty of Graphic Arts / Sveučilište u Zagrebu, Grafički fakultet**

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:216:667025>

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

*Download date / Datum preuzimanja:* **2024-10-06**



*Repository / Repozitorij:*

[Faculty of Graphic Arts Repository](#)



SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
GRAFIČKI FAKULTET ZAGREB

**BRANIMIR ŠKREBLIN**

**REINŽINJERING PROCESA ODRŽAVANJA  
STROJEVA OFSETNE TISKARE**

**DIPLOMSKI RAD**

ZAGREB, 2010

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
GRAFIČKI FAKULTET ZAGREB

SMJER I MODUL:  
GRAFIČKA TEHNOLOGIJA

**REINŽINJERING PROCESA ODRŽAVANJA  
STROJEVA OFSETNE TISKARE**

**DIPLOMSKI RAD**

Mentor:

doc. dr. sc. DUBRAVKO BANIĆ

Student:

BRANIMIR ŠKREBLIN

ZAGREB, 2010

## SAŽETAK

Tijekom proteklih dvadeset godina, održavanje se promijenilo, možda više nego bilo koja druga disciplina upravljanja. Do promjena dolazi uslijed porasta broja i raznolikosti postrojenja, opreme i objekata, koji moraju biti održavani, složenije konstrukcije strojeva i novih metoda održavanja koje mijenjaju organizaciju održavanja i odgovornost.

Održavanje također reagira na promjene u očekivanjima. Uključuje razvoj svijesti u kojoj mjeri kvar utječe na sigurnost opreme i okoliša, vezu između održavanja i kvalitete proizvoda, povećanje produktivnosti i dostupne informacije o troškovima.

Promjene se ispituju u obliku razumijevanja i vještina u svim granama industrije. Ljudi moraju usvojiti održavanje kroz potpuno nove načine razmišljanja i djelovanja.

Istovremeno ograničenja za održavanje sustava postoje, bez obzira na to koliko su informatizirana. Suočeni s količinom promjena, menadžeri svugdje traže novi pristup za održavanje. Oni žele izbjeći krive početke i loše završetke koji su uvijek praćeni velikim promjenama i troškovima. Umjesto toga, oni traže da strateški okviri sintetiziraju nove razvoje u koherentan uzorak, tako da ih se može ocijeniti i primjenjivati, one koji će biti od najviše vrijednosti za njihove tvrtke.

Najveći uspjeh tiskara je proizvodnja kvalitetnih otisaka. Temelj uspješnosti poslovanja i visok stupanj kvalitete je disciplina. Ona zahtjeva od tiskara razvoj strukturnog planiranja, postavljanje standarda preventivnog i redovnog održavanja, zahtjeva dobro stanje opreme, pouzdane dobavljače repro materijala i realne uvijete proizvodnje. Česti problemi koji se javljaju u svakom proizvodnom procesu pa tako i u tiskarstvu je upravo postizanje maksimalnih rezultata. Kako bi došli do ostvarivanja istog, potrebno je ispuniti jedan uvjet. To je optimiziranje provođenjem svih elemenata proizvodnog procesa. Sistem održavanja ulaže napore za optimizaciju i održavanje grafičkog tehničkog sustava kao i ubrzavanje same proizvodnje u poduzeću.

## **ABSTRACT**

Over the past twenty years, maintenance has changed, perhaps more so than any other management discipline. The changes are due to a huge increase in the number and variety of physical assets (plant, equipment and buildings) which must be maintained, much more complex designs, new maintenance techniques and changing views on maintenance organization and responsibilities. Maintenance is also responding to changing expectations. These include a rapidly growing awareness of the extent to which equipment failure affects safety and the environment, a growing awareness of the connection between maintenance and product quality, and increasing pressure to achieve high plant availability and to contain costs. The changes are testing attitudes and skills in all branches of industry to the limit. Maintenance people are having to adopt completely new ways of thinking and acting. At the same time the limitations of maintenance systems are becoming increasingly apparent, no matter how much they are computerized. In the face of this avalanche of change, managers everywhere are looking for a new approach to maintenance. They want to avoid the false starts and dead ends which always accompany major upheavals. Instead they seek a strategic framework which synthesizes the new developments into a coherent pattern, so that they can evaluate them sensibly and apply those likely to be of most value to them and their companies.

The biggest success is the production of printing quality prints. The basis of business efficiency and high quality level of the discipline. It requires the printing of the structural development planning, setting standards for preventive and routine maintenance requirements of good condition of equipment, reliable suppliers of raw materials and real conditions of production. Frequent problems that occur in any production process and also in the printing industry is just reaching the maximum results. To come to the realization of the same, it is necessary to satisfy one requirement. To optimize the performance of all elements of the manufacturing process. System maintenance is making efforts for the optimization and maintenance of technical systems as well as graphics and speed up the production company.

**Ključne riječi**

Totalno produktivno održavanje, Pouzdano usmjereno održavanje, ofset tisak

**Key words**

Total Productive Maintenance, Reliability-Centered Maintenance, Offset.

**Skraćenice:**

TPM - Total Productive Maintenance - Totalno Produktivno Održavanje

RCM - Reliability-Centered Maintenance - Pouzdano Usmjereno Održavanje

SMED - Single Minute Exchange of Die - Brza priprema stroja za slijedeći otisak

FMECA - Failure Mode Effects and Criticality Analysis - Efekti pogrešnih načina i  
kritička analiza

PDM - Predictive maintenance - Predviđeno Održavanje Strojeva

SPC - Statistic Process Control - Statistička kontrola procesa

GE - General Electric - Američka kompanija

DMAIC - Define, Measure, Analyse, Improve, Control - Definiraj, Mjeri, Analiziraj,  
Poboljšaj i Kontroliraj

IDOV - Identify, Do, Optimize, Verify - Prepoznati (odrediti), Učiniti, Optimizirati i  
Provjeriti

SIPOC - Suppliers, Inputs, Process, Outputs, Customers - Dobavljači, Ulaz u proces,  
Proces, Izlaz iz procesa, Kupci

VOC - Voice of Customer - Zahtjevi Kupaca

FMEA - Failure Models and Effect Analysis - Način kvara i analiza posljedica

QFD - Quality Function Development - Razvoj funkcije kvalitete

AFD - Anticipatory Failure Determination - Određivanja očekujućih otkazivanja

RSM - Responce surface methodology - Metodologija odzivnih površina

MSA - Measurement system analysis - Analiza sistemskog mjerenja

CTQ - Critical to Quality - Kritika na kvalitetu

DOE - Design of Experiments - Planiranje eksperimenta

BPMS - Business process management system - Sistem poslovnog upravljanja

CEO - Chief Executive officer - Izvršni direktor

HoQ - House of Quality - „Kuća kvalitete”

TRIZ - Theory of Inventive Problem Solving - Teorija Inovativnog Rješavanja  
Problema

DPMO - Defects per Million Opportunities - Pogreške na milijun proizvedenih  
primjeraka



# SADRŽAJ

<b>1. UVOD .....</b>	<b>1</b>
<b>2. MODELI ODRŽAVANJA .....</b>	<b>7</b>
<b>2.1. TOTALNO PRODUKTIVNO ODRŽAVANJE (TPM) .....</b>	<b>8</b>
<b>2.1.1. Ciljevi Totalnog Produktivnog Održavanja .....</b>	<b>8</b>
<b>2.1.2. Struktura Totalno Produktivnog Održavanja .....</b>	<b>9</b>
2.1.2.1. Proces 5S .....	9
2.1.2.2. „Stup“ Jishu Hozen .....	11
2.1.2.3. Metoda Kaizen .....	11
2.1.2.4. Planirano održavanje .....	12
2.1.2.5. Kvalitetno održavanje .....	12
2.1.2.6. Trening ili edukacija u procesu održavanja .....	12
2.1.2.7. Logistika TPM-a .....	13
2.1.2.8. Sigurnost, zdravlje i okoliš .....	14
<b>2.1.3. Operativni mehanički uzroci u TPM procesu .....</b>	<b>14</b>
<b>2.1.4. Faze uvođenja TPM-a .....</b>	<b>18</b>
2.1.4.1. FAZA A-priprema na uvođenje .....	18
2.1.4.2. FAZA B-uvođenje .....	19
2.1.4.3. FAZA C-provedba .....	19
2.1.4.4. FAZA D .....	19
<b>2.1.5. Održavanje strojeva .....</b>	<b>20</b>
2.1.5.1. Podmazivanje grafičkih strojeva .....	20
2.1.5.2. Održavanje električnih dijelova grafičkih strojeva .....	21

2.1.5.3. Održavanje mehaničkih dijelova na grafičkim strojevima .....	21
<b>2.1.6. Održavanje opreme dijela pripreme .....</b>	<b>22</b>
<b>2.1.7. Vrste održavanja u TPM procesu .....</b>	<b>22</b>
<b>2.1.8. Obrazovanje djelatnika održavanja .....</b>	<b>23</b>
<b>2.1.9. Unajmljivanje tvrtki za održavanje .....</b>	<b>24</b>
<b>2.2. RCM (Pouzdanost usmjereno održavanje) .....</b>	<b>25</b>
<b>2.2.1. Osnovne značajke .....</b>	<b>28</b>
<b>2.2.2. Osnovna analiza postupka .....</b>	<b>28</b>
2.2.2.1. Priprema za analizu .....	29
2.2.2.2. Odabir opreme za analizu .....	29
2.2.2.3. Određivanje funkcija i potencijalnih funkcionalnih kvarova .....	30
2.2.2.4. Identificiranje i vrednovanje kvarova .....	30
2.2.2.5. Prepoznavanje uzroka kvara .....	30
<b>2.2.3. Odabir zadatka održavanja .....</b>	<b>31</b>
<b>2.2.4. Funkcije i standardni učinci .....</b>	<b>32</b>
<b>2.2.5. Funkcionalni kvarovi .....</b>	<b>33</b>
2.2.5.1. Pogrešne metode načina rada .....	33
<b>2.2.6. Efekt kvara .....</b>	<b>34</b>
<b>2.2.7. Posljedice zastoja .....</b>	<b>34</b>
2.2.7.1. Proaktivni zadaci .....	36
2.2.7.1.1. Planirana obnova i planirano poništavanje zadataka .....	39
2.2.7.1.2. Uvjetovani zadaci .....	39
2.2.7.2. Zadane akcije pouzdanog usmjerenog održavanja .....	40

<b>2.2.8. Odabir RCM zadanog procesa .....</b>	<b>40</b>
<b>3. TEORIJSKI DIO ŠEST SIGME .....</b>	<b>42</b>
3.1. Porijeklo i počeci „Šest Sigme” .....	42
3.2. <b>DEFINICIJA „ŠEST SIGME” .....</b>	<b>43</b>
3.2. Alati i metode Šest Sigme .....	44
3.3.1. IDOV Metoda .....	46
3.3.1.1. Plan/predfaza .....	47
3.3.1.2. Faza prepoznavanja .....	49
3.3.1.3. Faza planiranja .....	52
3.3.1.4. Faza optimiziranja .....	54
3.3.1.5. Faza prihvatanja .....	55
3.4. BPMS i Šest sigma .....	56
3.5. Način primjene Šest Sigme .....	58
<b>3.6 LJUDI I SREDSTVA U PROCESU „ŠEST SIGME“ .....</b>	<b>69</b>
<b>3.6.1. Executive Leaders CEO - izvršni direktor .....</b>	<b>69</b>
3.6.1.1. Kvalifikacije CEO izvršnog direktora .....	70
3.6.1.2. Obučavanje, izobrazba CEO izvršnog direktora .....	70
3.6.1.3. Uloge i odgovornosti CEO izvršnog direktora .....	70
<b>3.7.1. Champion (Šampion) .....</b>	<b>71</b>
3.7.1.1. Kvalifikacije šampiona .....	71
3.7.1.2. Obučavanje, izobrazba šampiona .....	71
3.7.1.3. Uloge i odgovornosti šampiona .....	71
<b>3.8.1. Master black belts (MBB) - Glavni crni pojas .....</b>	<b>72</b>

3.8.1.1. Kvalifikacije za Glavni crni pojas .....	72
3.8.1.2. Obučavanje, izobrazba Glavnog crnog pojasa .....	72
3.8.1.3. Uloge i odgovornosti za Glavnog crnog pojasa .....	73
<b>3.9.1. Black belts - Crni pojas .....</b>	<b>73</b>
3.9.1.1. Kvalifikacije za Crni pojas .....	73
3.9.1.2. Obučavanje, izobrazba za Crni pojas .....	73
3.9.1.3. Uloge i odgovornosti Crnog pojasa .....	74
<b>3.10. Green belts - Zeleni pojas .....</b>	<b>74</b>
<b>3.11. Članovi tima .....</b>	<b>74</b>
<b>4. SIPOC METODA.....</b>	<b>75</b>
4.1. Pristup grafičkom prikazivanju SIPOC alat .....	76
4.2. Izrada SIPOC dijagrama .....	77
<b>5. ISTRAŽIVANJE I PRIJEDLOZI ZA POBOLJŠANJA TRENUTNOG STANJA U TISKARAMA .....</b>	<b>85</b>
5.1. Primjer ankete .....	86
5.2. Odgovori na pitanja i prijedlozi za poboljšanja .....	89
5.3. Zaključak ankete .....	95
<b>6. ZAKLJUČAK .....</b>	<b>96</b>
<b>7. LITERATURA .....</b>	<b>99</b>

## **1. UVOD**

Prva riječ iz naslova diplomskog rada je reinženjering. To je pojam koji bi se trebao češće koristiti ne samo u govoru, već i u procesima održavanja, organizacije i proizvodnje, jer je potreban u sistemu rada. Reinženjering označava promjene. Te promjene su prijeko potrebne u poduzećima koja rade na svoj ustaljeni način, koja znaju da mogu bolje, ali ne znaju kako to ostvariti. Promjene se ne moraju isključivo odnositi na proizvodni proces već i na organizaciju i raspored djelatnika i strojeva, radnih navika, pa čak i radnog vremena, ukoliko je to potrebno. Prije uvođenja bilo kakvih promjena, manjih ili većih, potrebno je otkriti greške i zastoje u proizvodnji koji će ukazati na potencijalne probleme koje je potrebno ispraviti.

Promjene se odnose na bolje i kvalitetnije održavanje strojeva koje će rezultirati većom produktivnošću i duljim životnim vijekom strojeva. Navedene promjene će ostvariti uvođenje Totalnog produktivnog održavanja (TPM) i Pouzdanog usmjerenog održavanja (RCM), dok će velike promjene u organizaciji omogućiti metoda „Šest sigma“.

Od 1930-ih, razvoj održavanja se može pratiti kroz tri generacije.

### **Prva generacija održavanja**

Prva generacija pokriva razdoblje do II svjetskog rata. U početku u industriji nije bilo visoke mehanizacije, tako da prekid rada nije uzrokovao velike probleme. To je značilo da prevencija zastoja opreme nije bila visok prioritet kod većine menadžera. U isto vrijeme, većina opreme bila je jednostavna. To je rezultiralo pouzdanošću i jednostavnošću popravaka. Kao rezultat toga, nije bilo potrebe za sustavno održavanje bilo kojeg dijela stroja, osim jednostavnog čišćenja, servisiranja i rutinskog podmazivanja. Potreba za vještinama je također bila niža nego što je danas.

### **Druga generacija održavanja**

Stvari su se dramatično promijenile tijekom Drugog svjetskog rata. Ratni pritisak je s jedne strane povećavao potražnju robe svih vrsta, dok je s druge strane postojao manjak industrijske radne snage. To je dovelo do razvoja mehanizacije. Do 1950. strojevi svih vrsta su bili brojniji i složeniji. Industrija je počela ovisiti o njima. [1]

Kako je proizvodnja rasla, zastoj u radu je dobio na važnosti. Nastaje ideja da se kvarovi na opremi trebaju i moraju spriječiti, što je dovelo do koncepta preventivnog održavanja. U 1960., preventivno održavanje se sastojalo od remonta opreme koji se treba obaviti u zadanim intervalima.

Troškovi održavanja su počeli naglo rasti u odnosu na ostale troškove poslovanja. To je dovelo do rasta planiranja održavanja i kontrole sustava. Oni su uvelike pomogli u dovođenju održavanja pod kontrolu, a sada su osnovni dio prakse održavanja. Tada nastaje pristup održavanja nazvan TPM (Total Productive Maintenance).

TPM je japanski inovativan koncept. Porijeklo TPM može se pratiti unatrag do 1951. kada je uvedeno preventivno održavanje u Japanu. Međutim koncept preventivnog održavanja doveden je iz SAD-a. Nippondenso je bila prva tvrtka koja je uvela preventivno održavanje 1960. Preventivno održavanje je održavanje koje se obavlja (pregledi, čišćenja, podmazivanja, zamjene ulja i rezervnih dijelova) prema unaprijed utvrđenim vremenskim ili radnim kriterijima, a sve u cilju smanjenja vjerojatnosti kvara ili slabljenja svojstava nekog elementa (stroja, uređaja, opreme). No uz automatizaciju, Nippondensu je održavanje postalo problem jer je bilo potrebno više osoblja koje bi obavljalo tu funkciju.

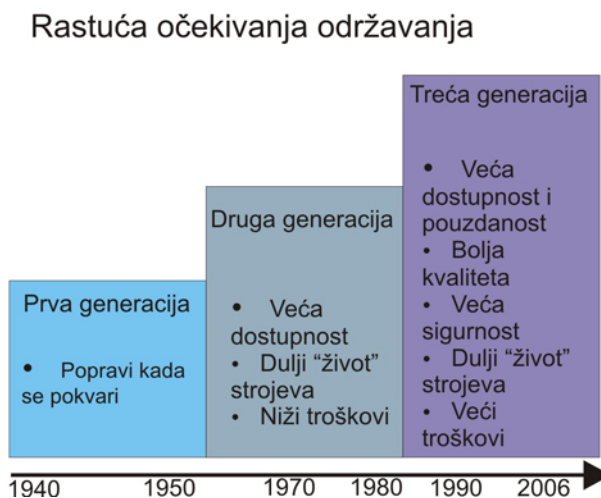
Uprava je odlučila da će djelatnici tvrtke obavljati rutinsko održavanje opreme. Nippondenso je nakon preventivnog održavanja dodao autonomno održavanje. Edukacija djelatnika i njihova osposobljenost za održavanje opreme je postala modifikacija za poboljšanje efikasnosti. Izmjene su također ugrađene i u novu opremu što dovodi do održavanja prevencije. Tako je preventivno održavanje, uz održavanje i poboljšanje održavanja dovelo do nastanka proizvodnog održavanja. Cilj je bio produktivno održavanje kako bi se povećala efikasnost postrojenja i opreme. Svi zaposlenici sudjeluju u provedbi proizvodnog održavanja.

Konačno, iznos kapitala je povezan sa dugotrajnošću opreme zajedno s povećanjem troškova kapitala koji je vodio ljude na početak kako bi tražili načine na koji bi mogli povećati trajnost opreme. [5]

### **Treća generacija održavanja**

RCM (Reliability-Centered Maintenance) ubrzano postaje kamen temeljac treće generacije.

Sredinom sedamdesetih godina 20. stoljeća, proces promjena u industriji dobio je još veći zamah. Promjene se mogu svrstati pod naslovima: nova očekivanja, nova istraživanja i nove tehnike.



*Slika 1. Razvoj očekivanja održavanja. [1]*

Zastoj je uvijek utjecao na proizvodne sposobnosti strojeva i to smanjenjem proizvodnje, povećanjem operativnih troškova te problemima u opskrbi kupaca. Do 60-ih i 70-ih, ovo je izazvalo probleme u rudarstvu, proizvodnji i sektoru transporta. U proizvodnji, negativni efekti zbog zastoja su još više utjecali na novi svjetski pokret „na-vrijeme“ sustav, gdje je smanjeni broj gotovih proizvoda, značio da prilično mali kvarovi sada uvjetuju zastoj cjelokupnog proizvodnog sistema. U novije vrijeme, razvoj mehanizacije i automatizacije je značilo da će pouzdanost i raspoloživost sada također postati ključno pitanje u proizvodnim sektorima kao i zdravstvena zaštita, obrada podataka, telekomunikacije i upravljanje zgradom.

Povećanje automatizacije također znači da će kvarovi sve više utjecati na sposobnost da se održi zadovoljavajući standard kvalitete. To se odnosi jednako na standarde usluga kao i na kvalitetu proizvoda. Na primjer, kvarovi opreme mogu utjecati na kontrolu klime na zgradama i točnost prometnih mreža koji mogu biti povezani s postizanjem određene tolerancije u proizvodnji.

Sve više i više kvarova može imati ozbiljne posljedice za sigurnost i zaštitu okoliša, u vrijeme kada broj standarda za ta područja raste. U nekim dijelovima svijeta postoji točka ili krajnja granica zagađivanja do koje mogu doći poduzeća. Ukoliko nisu u skladu sa

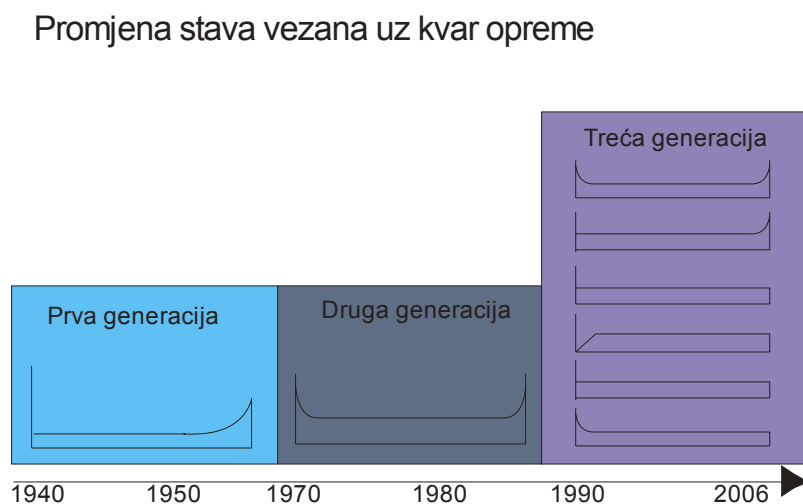
zaštitom okoliša ili sigurnosti društva, ona mogu biti zatvorena. To daje veliku važnost i značaj ovisnosti sveukupne stvarne imovine, koja nadilazi cijenu i koja postaje jednostavna materija organizacijskog opstanka. U isto vrijeme kako naša ovisnost o imovini i sredstvima raste, također raste potreba za njihovim radom. Za osiguranje maksimalnog povrata investicija koje su uložene u sredstva, ona moraju učinkovito proizvoditi što je dulje moguće.

Konačno, troškovi održavanja su u porastu, u apsolutnom smislu kao udio ukupnih izdataka. U nekim industrijama, održavanje je druga najviša točka, pa čak najviša točka operativnih troškova. Kao rezultat toga, u tridesetak godina održavanje je iz područja od gotovo najnižeg došlo na vrh kao prioritet kontrole troškova. [1]

### **Nova istraživanja u području održavanja**

Osim većih očekivanja, nova istraživanja mijenjaju mnoga naša osnovna uvjerenja o godinama starosti i zastoju. Konkretno, to znači da je potrebno sve manje i manje vremena za popravak stroja i smanjuje se vjerojatnost da dođe do zastoja.

Slika 2. pokazuje kako se prije vjerovalo da su pogreške strojeva povezane sa starosti strojeva. Porast informiranosti o načinu rada strojeva vodi u drugu generaciju načina održavanja i vjerovanja u tzv. «kada» krivulju.



*Slika 2. Promjena stava vezano uz kvar na opremi [1]*

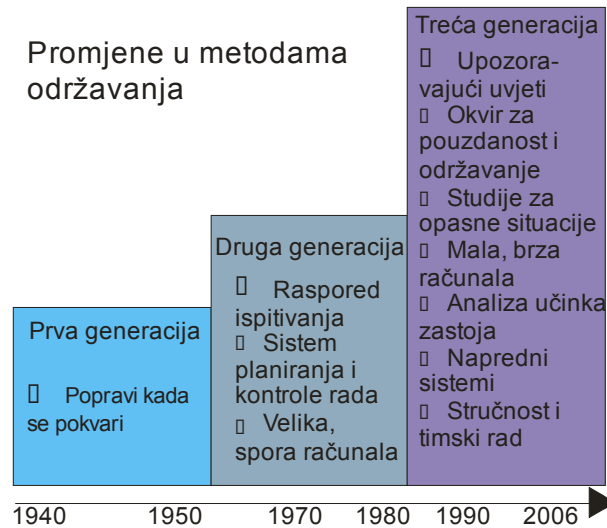
Međutim, treća generacija istraživanja je pokazala da je ne jedan ili dva već tih šest uzroka koji uvjetuju zastoje i pojavljuju se u praksi.



## Nove tehnike u pristupima održavanja

Dolazi do eksplozivnog rasta u vidu novih održavanja koja se tiču koncepta strojeva i tehnike. Stotine različitih vrsta održavanja se razvilo u posljednjih petnaest godina i nove se pojavljuju gotovo svaki tjedan.

Slika 3. pokazuje kako je klasičan značaj remonta u upravnim sustavima porastao uključujući nova istraživanja u nekoliko različitih područja. [1]



Slika 3. Promjena u metodama održavanja. [1]

### Novi razvoj uključuje:

- potporu uključivanju alata, kao što su riskantne studije, loše promjene i efekti analiza i ekspertnih sustava
- novo održavanje tehnike, kao što je praćenje tehničkog stanja
- projektiranje opreme s mnogo većim naglaskom na pouzdanost i održavanje
- značajan pomak u organizacijskom mišljenju prema sudjelovanju, timski rad i fleksibilnost [1]

Glavni izazov održavanja je da ljudi danas ne uče samo o novim tehnikama i razvoju, već da odlučuju koji se strojevi isplate kupiti, a koji nisu primjereni njihovim organizacijama. Ako napravimo pravi izbor, moguće je poboljšanje performansi i ujedno možemo imati smanjene troškove održavanja. Ako napravimo pogrešan izbor, stvaraju se novi problemi, dok postojeći pogoršavaju cijelu situaciju. Jedna znanstveno dokazana i istraživana metoda

koja doprinosi poboljšanjima je „Šest sigma“. „Šest sigma“ je lako razumljiva i učinkovita metoda za definiranje i popravljavanje ključnih poslovnih procesa u poduzeću. Ona počiva na znanju ljudi koji imaju iskustvo i koji su dobro upućeni u poslovanje poduzeća. Ovu metodu prihvatio je velik broj svjetskih kompanija i time uvelike poboljšao svoje poslovanje.

Osnovna namjera „Šest sigme“ je fokusiranje poslovnog procesa na unapređenju profitabilnosti. Ispravno primijenjena, generira pravi proizvod, u pravo vrijeme po pravoj cijeni. Ispravna primjena „Šest sigme“ i ambiciozan tim ljudi spreman na nove izazove daje snažan program za način upravljanja i provođenje procesa, proizvodnje i usluga.

„Šest sigma“ je unaprijeđenje novog razvojnog procesa, a ne zamjena za njega. Dokumentiran, dobro razumljiv i upotrebljiv novi razvojni proces je osnova za uspješnost programa „Šest sigme“. Novi razvojni proces će osigurati put do uspjeha. „Šest sigma“ osigurava alate i timski rad kako bi posao bio obavljen na djelotvoran i efektan način. Sa rigoroznom (oštrom) provedbom alata „Šest sigme“ sigurno se može predvidjeti kvaliteta proizvodnje.

„Šest sigma“ osigurava sistematsko uvođenje alata, metoda, procesa i radnog tima kroz proizvod i dizajniranje procesa.

Za većinu organizacija dugoročni uspjeh je direktno povezan sa novim razvojnim procesom.

Budući prihodi i rast je čvrsto povezan sa tim koliko se uspješno lansiraju novi proizvodi.

„Šest sigma“ može poslužiti kao mehanizam za preokret na putu razvoja novih produkata. Kako bi se ostvario uspjeh mora se biti spreman na velike promjene.

Količina uloženog truda je velika, ali isplata (konačna zarada) ne može biti manja od iznosa kojim tvrtka može opstati i nastaviti poslovanje.” [7]

## **2. MODELI ODRŽAVANJA**

Unutar ovog poglavlja biti će objašnjeni najpoznatiji modeli održavanja. Ti modeli se koriste u cijelom svijetu i do sada su se pokazali kao vrlo važni čimbenici koje treba uvrstiti u riječ „održavanje“. Iako su nastali iza Drugog svjetskog rata, to nisu stari tipovi održavanja ,već su se s vremenom modernizirali i prilagođavali novom dobu i vremenu.

Osim dva najpoznatija modela održavanja TPM i RCM biti će govora i o „Šest sigmi“ kao vrsti vođenja poduzeća.

## **2.1. TOTALNO PRODUKTIVNO ODRŽAVANJE (TPM)**

### **2.1.1. Ciljevi Totalnog Produktivnog Održavanja**

Totalno produktivno održavanje (TPM) je program za održavanje, koji uključuje novi koncept definiran za održavanje postrojenja i opreme. Cilj programa je povećanje proizvodnje, dok u isto vrijeme povećava moral zaposlenika i zadovoljstvo obavljenim poslom. TPM održavanje se ističe kao neophodan i važan dio poslovanja. Više se ne smatra neprofitnom aktivnošću. Vrijeme za održavanje je ukalkulirano kao dio proizvodnog dana i u nekim slučajevima je sastavni dio proizvodnog procesa. Cilj je ostvarivanje minimuma hitnog i nepredviđenog održavanja.

TPM je uveden kako bi se postigli sljedeći ciljevi.

- 1) Povećati učinkovitost strojeva do maksimuma
- 2) Ustanoviti cjelovit i djelotvoran program preventivnog održavanja
- 3) Uvesti totalno produktivno održavanje u sve odijele
- 4) Postaviti timove ljudi koji će se kontinuirano baviti poboljšavanjem rada i radnih
- 5) aktivnosti
- 6) Uvesti upravljanje potpunom kvalitetom i motivaciju u cijelom poduzeću

Povećanje učinkovitosti strojeva se postiže provođenjem eliminacije uzroka, razvojem nezavisnog programa održavanja, osnivanjem odjela za održavanje, edukacijom djelatnika proizvodnih odjela i odjela održavanja, te uvođenjem programa rada i upravljanja strojevima. Svi tiskari žele dostići konačni cilj – 0 kvarova i zastoja na opremi. Pa ipak, samo nekolicina stvarno neprestano radi na tome i pokušava dostići broj od 0 kvarova bez obzira o kojem se dijelu opreme radi. Značajniji element totalno produktivnog održavanja je samostalno ili autonomno održavanje. Tu se obveze i aktivnosti djelatnika u proizvodnji i djelatnika održavanja preklapaju. Obveza djelatnika proizvodnje je čišćenje i podmazivanje strojeva u svrhu prevencije kvarova na strojevima. Ti djelatnici postaju „oči i uši“ odjela održavanja. Oni će prvi prilikom čišćenja i podmazivanja strojeva uočiti i najmanji nedostatak. Isto će tako za vrijeme rada stroja registrirati pojačane vibracije,

neobične zvukove ili abnormalnu radnu temperaturu. Informacije o tome će proslijediti u odjel održavanja i navesti ih kao prioritet u njihovim slijedećim aktivnostima. [5]

## **2.1.2 Struktura Totalnog Produktivnog Održavanja**

### 2.1.2.1. Proces 5S

TPM počinje s 5S. To je sustavan proces gospodarstva kojim se postiže ugodna i mirna radna okolina uključujući zaposlenike koji ga odgovorno provode. Problemi se ne mogu riješiti kada na radnom mjestu vlada neorganizacija. Čišćenje i organiziranje radnog mjesta pomaže timu da otkrije probleme. Uzroci problema su vidljivi već u prvom koraku poboljšanja. 5s je temeljni dio programa prije implementacije TPM-a, dakle 5s je osnova. Ako se 5S ne uzima ozbiljno, onda to dovodi do 5D. To su odgode, defekti, nezadovoljstvo kupaca, smanjenje dobiti i demoralizacija zaposlenika. „Stupovi“ 5S su:

Seiri - Organizacija

Seiton - Sortiranje

Seiso - Čišćenje

Seiketsu - Standardizacija

Shitsuke - Disciplina

SEIRI - Organizacija:

Znači razvrstavanje i organiziranje stavki kao kritične, važne, često upotrebljavane, upotrebljive ili stavke koje trenutno nisu potrebne. Neželjene stavke se mogu pohraniti. Kritične predmete treba držati u blizini a predmete koji se neće koristiti u bliskoj budućnosti, treba pohraniti na neko mjesto. Za ovaj korak, o vrijednosti predmeta treba

odlučiti na temelju korisnosti a ne troška. Rezultat provođenja ovog koraka je smanjenje vremena pretraživanja.[6]

SEITON - Sortiranje:

Koncept je da "Svaka stvar ima svoje mjesto, i samo jedno mjesto". Predmete nakon uporabe treba staviti natrag na svoje mjesto. Da bi se lakše prepoznali, ime predmeta treba biti napisano na ploči i poželjno je koristiti obojene oznake.

SEISO - „Sjaj radnog mjesta“:

Uključuje čišćenje radnog mjesta bez masti, ulja, otpada, otpadnog materijala i dr.

Iz stroja ne smiju viriti žice ili curiti ulje.

SEIKETSU - Standardizacija:

Zaposlenici se moraju dogovoriti i odlučiti o standardima za održavanje radnog mjesta – uključujući aparate te čisto i uredno radno mjesto. Standardi se provode u cijeloj tvrtki.

SHITSUKE - Samodisciplina:

S obzirom na 5S kao dio života, uvodi se samodisciplina i organizacija između zaposlenika. To uključuje i nošenje pločice sa imenom i nazivom radnog mjesta, provođenje propisanih postupaka, točnost, predanost organizaciji itd. [6]

# 5S



Seiri – sortiranje

Seiton – organiziranje

Seiso – čišćenje

Seiketsu – standardizacija

Shitsuke - disciplina

## 2.1.2.2. „Stup“ Jishu Hozen

Ovaj „stup“ je usmjeren prema zaposlenicima zaduženim za razvoj, koji su u vode brigu o održavanju (ljudi provode više vremena na postizanju veće produktivnosti i na tehničke popravke). Djelatnici su odgovorni za održavanje svoje opreme kako bi se spriječili kvarovi. Cilj je kvalitetno održavanje strojeva. Aktivnosti uključuju vrlo jednostavne radnje, kao što su: čišćenje, podmazivanje, vizualni pregled, zatezanje otpuštenih vijaka i sl.

## 2.1.2.3. Metoda Kaizen

„Kai“ znači promijeniti, a „zen“ znači dobro (na bolje). Kaizen se koristi za mala poboljšanja, ali se provedi na osnovi trajne promijene i uključuje sve ljude u organizaciju.

Kaizen politika:

- 1) Koncept „nula“ gubitaka u svim područjima rada
- 2) Insistiranje na smanjenju troškova u svim resursima
- 3) Insistiranje za poboljšanje efikasnosti cjelokupne opreme
- 4) Korištenje analize produktivnog održavanja kao alata za uklanjanje gubitaka
- 5) Jednostavno upravljanje

Kaizen ne zahtjeva velika ulaganja. Koristi se za smanjenje gubitaka na radnom mjestu, koji utječu na učinkovitost. Kaizen alati na sustavan način eliminiraju gubitke. Ove aktivnosti nisu ograničene na područja proizvodnje i mogu se implementirati i u područja uprave.

#### 2.1.2.4. Planirano održavanje

Cilj je imati strojeve bez zastoja i opremu bez defekata kako bi se zadovoljila očekivanja kupaca.

#### 2.1.2.5. Kvalitetno održavanje

Kvalitetno održavanje je usmjereno na smanjenje kvarova, povećanje kvalitete strojeva i zadovoljenje krajnjeg korisnika. Usredotočeno je na uklanjanje nepredviđenih sustavnih pogrešaka kao poboljšanje. Zaposlenici stječu razumijevanje o dijelovima strojeva koji utječu na konačnu kvalitetu proizvoda i koncentrirani su na njih. Treba se postići prijelaz sa reaktivnog na radno stanje.

Sadržaj kvalitetnog održavanja je prilagođavanje opreme uvjetima proizvodnje, a temelji se na osnovnom konceptu održavanja opreme za postizanje visoke kvalitete proizvoda. Uvjeti se provjeravaju i ocjenjuju u određenom vremenu kako bi se dobile standardne vrijednosti i spriječile greške. Mjerenjem vrijednosti mogu se predvidjeti moguće greške koje nastaju u proizvodnji.

#### 2.1.2.6. Trening ili edukacija u procesu održavanja

Primjenom edukacije, cilj je imati visoko kvalificirane zaposlenike koji žele raditi, koji su željni dolaziti na posao i obaviti sve poslove učinkovito i neovisno. Najviše se educiraju zaposlenici, te se na taj način poboljšavaju njihove vještine. Nije dovoljno znati kako nešto napraviti, već i zašto se to radi. Djelatnici trebaju biti izučeni kako bi se postigle četiri faze vještine. Cilj je stvoriti kadar sa što više stručnjaka. Prijeko je potrebno imati stručnjake,



ali se mora prvo organizirati odjel po odjel pa tek onda cijelo poduzeće. Sa dobavljačima se treba dogovoriti za isporuku „na-vrijeme“, treba poboljšati dostavljanje sirovina u pogon i smanjiti troškove. Sa distributerima, treba dogovoriti točne zahtjeve naručitelja, poboljšane sekundarne distribucije i smanjenje šteta tijekom skladištenja i rukovanja. U svakom slučaju morat ćemo ih naučiti osnovama na temelju našeg iskustva i prakse te riješiti nesuglasice u sustavu, koje utječu na obje strane. U slučaju neke veće tvrtke, morati će se poduprijeti povezivanje dobavljača.

#### 2.1.2.7. Logistika TPM-a

Ured TPM-a treba započeti sa radom nakon aktiviranja četiri stupa TPM sustava („stup“ Jishu Hozen, metoda Kaizen, kvalitetno održavanje, produktivno održavanje). Ured TPM-a treba poduprijeti poboljšanja produktivnosti, učinkovitosti administrativnih funkcija, prepoznavanja i eliminiranja gubitaka. To uključuje analizu procesa i postupaka prema povećanju automatizacije rada. Ured TPM-a bavi se problematikom dvanaest najvećih problema unutar tvrtke. To su: obrada gubitaka, troškovi (uključujući gubitak u područjima kao što su nabava, marketing, prodaja), gubitak komunikacije, prazan hod, gubitke na početku procesa, gubitak točnosti, kvar opreme, pad komunikacijskog sustava, vrijeme utrošeno na pronalazak potrebnih informacija, nedostupnost točnih informacija o zalihama, pritužbe kupaca, troškovi nabave.

TPM ured i njegove prednosti:

Kreiranje pripadajućeg kadra dovodi do poboljšanja u smislu bolje komunikacije među zaposlenicima. Za bolji rad postrojenja treba uključiti sve djelatnike.

### 2.1.2.8. Sigurnost, zdravlje, okoliš u procesu održavanja

U procesu održavanja ciljevi su:

- 1) Nula nesreća
- 2) Nula zdravstvenih problema
- 3) Nula požara

U ovom području cilj je stvaranje sigurnog radnog mjesta i okoline koja nije opasna za rad djelovanjem procesa ili procedura. Ovaj „stup“ će igrati ulogu u svakom od druga dva stupa na baznoj osnovi.

Za područje sigurnosti mora se složiti odbor koji se sastoji od predstavnika službenika, kao i radnika. Najveću važnost u određenoj radnoj sredini ima sigurnost djelatnika. Da bi se stvorila svijest među zaposlenicima, potrebna su razna sredstva kao što su izloženi natpisi o sigurnosti, plakati i dr. [5]

### 2.1.3. Operativni mehanički uzroci u TPM procesu

U proizvodnji se koriste strojevi koji su sastavljeni od mehaničkih dijelova, pa su učestali problemi:

- 1) Kvar stroja
- 2) Instalacija, montiranje, zamjena određenih dijelova
- 3) Prazan hod stroja i kraći zastoji
- 4) Smanjenje radne brzine
- 5) Neispravni proizvodi
- 6) Smanjena iskorištenost opreme

Jedini način za koji su grafička poduzeća znala u eliminaciji gubitaka i poboljšanja procesa je mjerenje efikasnog radnog učinka. TPM ide u detaljniju razradu problema i stavlja težište na precizna mjerenja radne učinkovitosti stroja na temelju pravih maksimalnih

proizvodnih mogućnosti. Nakajima je mjerio gubitke u proizvodnji nastale utjecajima već navedenih 6 uzroka, koje smatra glavnim razlozima. Isto tako je potrebno mjeriti sve procese uključujući: grafičku pripremu, tisak, digitalni tisak i direktni tisak. Svaki od navedenih procesa ima utjecaj na onaj slijedeći i mogućnost doprinosa proizvodnji maksimalne učinkovitosti. Efikasnost stroja ili opreme je omjer postotka raspoloživog vremena i postotka učinkovitosti u odnosu na postotak kvalitetno proizvedenih proizvoda.

Stoga iskorištenost uključuje prva dva uzroka gubitaka, a to su kvar i neispravnost stroja, te vrijeme zastoja u radu, vrijeme pripreme i vrijeme podešavanja.

Operativno vrijeme stroja se bazira na rezultatima dobivenim oduzimanjem vremena stajanja stroja od vremena njegovog rada.

Mjeri se u minutama, pa tako na primjer, ako je za neki stroj predviđeno da radi sve tri smjene, ili 24 sata, njegovo operativno vrijeme iznosi 1440 minuta. Vrijeme „stajanja“ je neproduktivno ili izgubljeno vrijeme. [4]

## 1. Kvar stroja

Vratimo se ponovno uzrocima gubitaka u proizvodnji. Prvi na popisu za rješavanje i eliminaciju je kvar i zastoj stroja.

Dva su osnovna tipa kvara stroja:

- **povremeni (sporadični) kvarovi**
  - **učestali kvarovi**
- 
- **Sporadični kvarovi** su iznenadni i neočekivani. Najčešće uslijed takvog kvara neki dio stroja duže vrijeme ostaje izvan funkcije. Kvarovi ove vrste i nastali gubici zbog njih nisu česti, ali su očigledni, a najčešće su rezultat dotrajalosti mehaničkih ili električnih komponenta stroja. Preventivni postupak kojim bi se izbjegli kvarovi ove vrste su redoviti pregled i održavanje stroja (što uključuje izmjenu dijelova).

- **Učestali kvarovi** imaju za rezultat kraće vrijeme zastoja stroja, ali su vrlo česti. Oni nastaju zbog grešaka na stroju, alatima, materijalima ili zbog načina rada. Razlozi nastanka ovih kvarova su: prikriveni, ima ih više, ne rezultiraju prevelikim gubljenjem vremena po događaju, ali im je teško odrediti opseg. Djelatnici mogu takve kvarove relativno brzo sami popraviti. [4]

## 2. Instalacija, montiranje, zamjena određenih dijelova

Na drugom mjestu je kao uzrok gubitka navedeno vrijeme koje je potrebno za pripremu stroja za slijedeću vrstu tiska. To je vrijeme od tiskanja zadnjeg dobrog otiska prethodnog posla do prvog dobrog otisak slijedećeg. Najučinkovitiji sistem za rješavanje ovog gubitka je razvijen u Japanu i nazvan SMED (Single Minute Exchange of Die)

SMED se bavi time da se što više skрати vrijeme od trenutka kada je stroj stao pa do njegovog ponovnog pokretanja. Ukoliko uvođenje ovog načina može skratiti vrijeme pripreme stroja to će također rezultirati većom produktivnošću. [4]

## 3. Prazan hod stroja i kraći zastoji

### 4. Smanjenje radne brzine

Na rezultate poslovanja utječu i prazan hod stroja, kraći zastoji, te smanjenje radne brzine stroja. Operativni stupanj brzine je odnos ili razlika između maksimalnog kapaciteta stroja i stvarne operativne brzine. Prava proizvodna brzina je odnos stvarno proizvedene količine u raspoloživom vremenu.

Stručnjaci koji se bave ovim problemom kažu da upravo prazan hod stroja i manji zastoji uzrokuju najveće gubitke u tiskarstvu. Do zastoja stroja može doći zbog manjih nepravilnosti na samom stroju, neispravne instalacije opreme ili zbog neispravnosti materijala s kojima se radi. U tiskarstvu su primjeri slijedeći: nekvalitetni dijelovi, neispravni napajač energije, zamjena dijelova i rola papira, gužvanje papira, čišćenje ploča, čišćenje sistema za vlaženje ili čekanje na materijal, nepotpuna i nejasna informacija o poslu koji treba napraviti, čekanje kupca koji mora dati suglasnost za izradu.

Najjednostavnije rješenje ovih problema je uvođenje automatske tehnologije kao što je: automatska izmjena ploča, automatsko pranje dijelova stroja i kompjuterska kontrola boja.

Velik je broj različitih razloga smanjene brzine stroja. Tu su uključeni problemi na ulagačem ili izlagačem dijelu stroja, sporo sušenje otisaka, mehanički problemi, bezuspješno praćenje kvalitete. U nastojanju povećanja radne brzine stroja, na vidjelo mogu izaći mnogi „skriveni“ problemi koje treba riješiti, kako bi se došlo do željenog rezultata. [4]

#### 5. Neispravni proizvodi

Postotak ispravnih proizvoda je broj kvalitetno prihvatljivih isporučenih proizvoda nakon odstranjivanja neodgovarajućih proizvoda iz ukupne proizvodnje. Neispravni proizvodi uključuju trošak materijala i rada, te se zbog toga tretiraju i rješavaju odvojeno od ostalih gubitaka.

#### 6. Smanjena iskorištenost opreme

Smanjena iskorištenost opreme se često povezuje sa gubicima u obliku neispravnih otisaka na početku tiska. Strojevi rade smanjenom brzinom a otisnuti arci nemaju pravi omjer broja i nijansa. Ti takozvani «startup» gubici se često prikrivaju ili se na njih ne obraća pažnja, no u konačnom izračunu učinkovitosti oni odnose pristojan postotak. [4]

## **2.1.4. Faze uvođenja TPM-a**

### 2.1.4.1. FAZA A-priprema na uvođenje

#### 1. KORAK - Najava od strane Uprave da se TPM uvodi u organizaciju

Razumijevanje uprave, predanost i aktivno sudjelovanje u upravljanju povećati će potrebu za uvođenjem ovog programa. Uprava treba imati svijest o TPM programima, nakon čega slijedi objava ostalim zaposlenicima u tvrtci. Odluka o provedbi TPM objavljuje se u časopisu, prikazuje na „oglasnoj ploči“ firme i o tome se pismeno informira dobavljače i kupce.

#### 2. KORAK - Inicijalno obrazovanje i uvjeravanje za TPM

Obuka se vrši na temelju potreba. Neki trebaju intenzivnu obuku, a neki trebaju postati svjesni važnosti treninga temeljenog na znanju zaposlenika o održavanju.

#### 3. KORAK - Postavljanje TPM odjela i povjerenstava

TPM uključuje poboljšanje, autonomno održavanje, kvalitetno održavanje i sl.

Kada se postavi odbor za provedbu tog sistema, zadaća mu je da se brine za sve potrebne procese tijekom uvođenja.

#### 4. KORAK - Utvrđivanje TPM sistema rada i cilj

Svako područje/radna stanica je mjerni program i cilj je uspjeh.

## 5. KORAK - Glavni plan za povezivanje

Sljedeći korak uvođenja dovodi do povezivanja pri čemu TPM postaje najbitniji dio organizacije. Uspješno provođenje održavanja je nagrada i dokaz postizanja zadovoljavajuće razine.

### 2.1.4.2. FAZA B-uvođenje

Prilikom uvođenja TPM-a potrebno je održati sastanak sa dobavljačima i partnerima kako bi ih obavijestili o novom načinu rada.

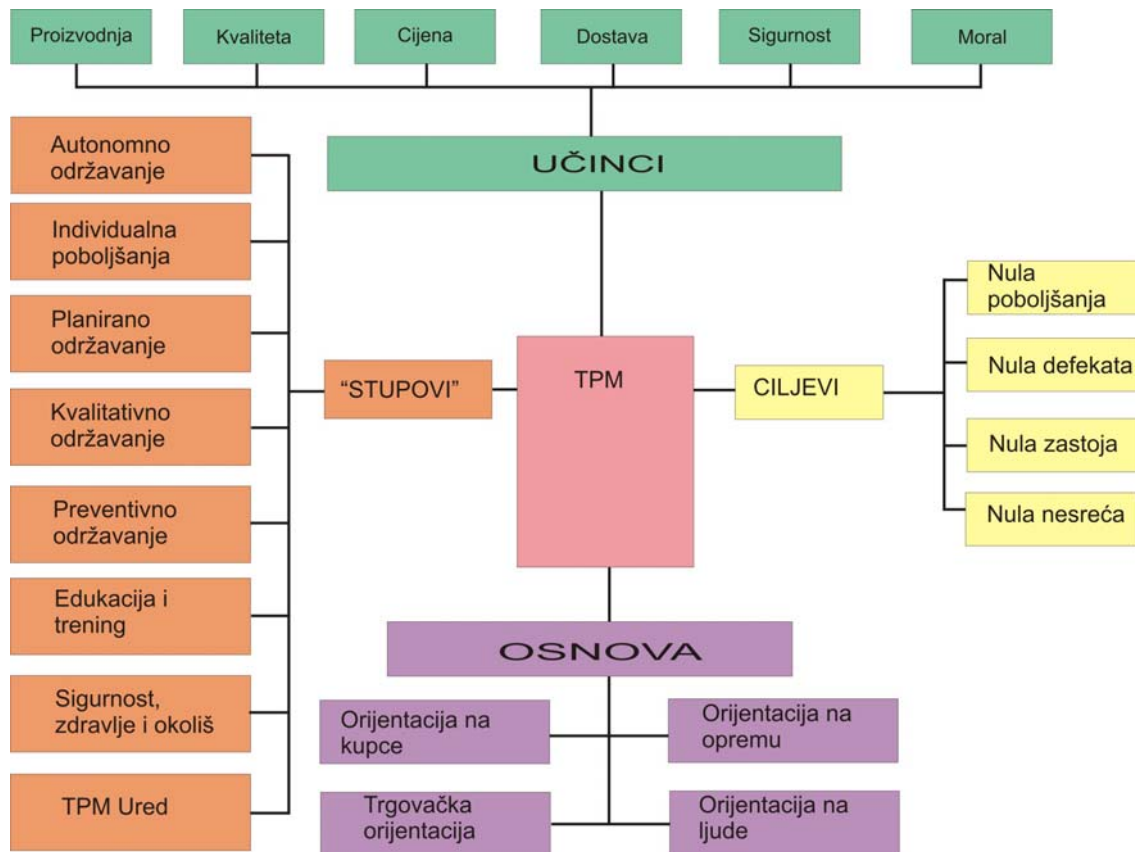
Dobavljači moraju biti pozvani kako bi znali da se uvodi novi tip poslovanja i kako se od njih traži kvalitetna roba. Ljudi iz ostalih tvrtki sa kojima radimo i slična društva također moraju znati za novi način rada kako bi upoznali kupce sa novim i kvalitetnijim proizvodima. Neki mogu učiti od nas, neki nam mogu pomoći, a krajnji korisnici će dobiti jasnu poruku da se brinemo za kvalitetu proizvodnje, troškova i vrijeme isporuke.

### 2.1.4.3. FAZA C-provedba

U ovoj fazi osam aktivnosti koje se provode u sistemu, zovu se osam osnovnih stupova u strukturi TPM-a. Od njih četiri su aktivnosti za uspostavu sustava za učinkovitost proizvodnje, jedan za početni upravljački sustav novih proizvoda i opreme, jedan za poboljšanje učinkovitosti uprave i za kontrolu sigurnosti, higijenskih uvjeta kao i radno okruženje. [6]

### 2.1.4.4. FAZA D

Radi se na principu uvođenja upravljanja potpunom kvalitetom i motivacije u čitavo poduzeće. Do sada su se provele sve aktivnosti sustava TPM-a i postigla uspješnost istog. [6]



Slika 8. Grafički prikaz poduzeća sa TPM programom[1]

## 2.1.5. Održavanje strojeva

Uočeno je istraživanjem slijedeće stanje za različite faze ili potrebe u održavanju.

### 2.1.5.1. Podmazivanje grafičkih strojeva

Podmazivanje je postupak održavanja dijelova strojeva. Njegove funkcija su smanjenje poteškoća u radu, kontrola trošenja dijelova, održavanje normalne temperature, smanjenje vibracija i uklanjanje nečistoća. Podmazivanjem će se smanjiti trenje i gubitak energije na način da će se na rotacijskim dijelovima napraviti film visoke viskoznosti. Pravilnim podmazivanjem će stroj raditi pravilno, bez zastoja i smetnji a njegove komponente će biti zaštićene od prevelikog trošenja i kvarova.



Tri su najčešće uzroka prekomjernog trošenja rotacijskih dijelova strojeva: abrazija, korozija i kontakt - metal na metal. Pravilno podmazivanje će rezultirati stvaranjem zaštitnog filma na dijelovima kojim će preventivno biti otklonjena sva tri uzroka. Specijalnim sredstvima za podmazivanje će se spriječiti prekomjerno zagrijavanje dijelova stroja za sušenje otisaka. Nova količina sredstva za podmazivanje će istisnuti sredstvo koje je bilo prije nanešeno, a s njim nečistoću i onečišćenja. Spriječit će prodiranje prašine u ležajeve stroja koja kasnije može uzrokovati koroziju i oštećenje. Pravovremeno podmazivanje i redovno mijenjanje uljnih filtra će štititi sistem od onečišćenja i produžiti radni vijek stroja. [4]

#### 2.1.5.2. Održavanje električnih dijelova grafičkih strojeva

Većinu dijelova tiskarskih strojeva pokreće električna energija. Preduvjet za isparavan i neometan rad su ispravne instalacije i kvalificirani električari. Probleme može uzrokovati pad napona, pa bi bilo korisno instalirati mjerač napona s transformatorom. Pravilno postavljena i ispravna instalacija će osigurati nesmetan rad strojeva, ali što je još važnije sigurnost djelatnika. Djelatnosti se šire i nabavlja se nova oprema, pa bi kod postavljanja instalacije trebalo voditi brigu o njenom kapacitetu. Instalacija nove opreme mora biti izvedena u skladu s okruženjem. Prekomjerno visoka temperatura, prašina i onečišćenja mogu biti uzrokom nastajanja problema na strojnim komponentama. Prašina i nečistoća postaju izolatori koji dovode do pregrijavanja pojedinih dijelova stroja.

#### 2.1.5.3. Održavanje mehaničkih dijelova na grafičkim strojevima

Sistem mehaničkih dijelova se sastoji od lanaca, zupčanika, osovina, kolotura i remena. Oni služe za prenošenje pogonske energije, reduciranje brzine i fizičko prenošenje i podizanje materijala. Svi tiskarski strojevi upotrebljavaju mehaničke sisteme, a njihovo ispravno održavanje će doprinijeti maksimalnoj učinkovitosti. Lance, zupčanike i osovine je potrebno redovito i ispravno podmazivati. Što se tiče remena, važno je upotrijebiti pravi tip remena, potrebno je da su dobro zategnuti, kontrolirati da pri radu proizvode isparavan zvuk, te da ih se pravovremeno zamijeni kada se istroše. [4]

### **2.1.6. Održavanje opreme dijela pripreme**

Proizvođači opreme za pripremu u tiskarstvu, preporučuju način postupanja sa opremom i raspored njenog održavanja kojeg bi se trebalo pridržavati za postizanje maksimalne produktivnosti, eliminaciju kvarova i rizika poslovanja. Pogrešno i nemarno održavanje i popravljavanje opreme može rezultirati gubitkom jamstva proizvođača. Zbog toga mnogi odjeli pripreme potpisuju ugovore o izvršavanju servisa i redovitog održavanja.

Oprema je vrlo važna za svaku tiskaru, ali neusporedivo manje važna od sigurnosti ljudi koji u njoj rade. Stoga nije naodmet napomenuti da se prilikom rukovanja kemikalijama obavezno stave zaštitne naočale i odijelo, da bilo koji dio koji ima veze sa električnom strujom popravljaju obučene i kvalificirane osobe, te da se prije svakog posla vezanog za održavanje ili popravak isključi glavni dovod struje. [4]

### **2.1.7. Vrste održavanja u TPM procesu**

Tradicionalno se ljudi iz odjela za održavanje tretiraju kao djelatnici koji obavljaju poslove vezane za otklanjanje kvarova na strojevima. Za napredne tiskare, timovi za održavanje imaju drugačiju vrijednost. Oni sudjeluju u unapređivanju kvalitete posla i smanjenju troškova zbog neiskorištenosti opreme i uništavanja materijala.

Učinkovit program održavanja opreme se sastoji od četiri elementa:

- 1) Redovno održavanje
- 2) Preventivno održavanje
- 3) Predviđeno održavanje
- 4) Osiguranje, sigurnost

Odnos u primjeni ova četiri elementa ovisi o tehnologiji i opremi u tiskari.

Redovno održavanje uključuje popravak neispravnih ili oštećenih dijelova opreme kako bi se ista ponovo dovela u radno stanje. Drugi dio redovnog održavanja uključuje zamjenu

nepravilnih ili istrošenih dijelova koji mogu uzrokovati oštećenja ili neispravnosti na filmovima, pločama ili arcima papira. Najčešća funkcija ovog održavanja je brza intervencija i otklanjanje iznenadnih i neplaniranih kvarova i zastoja.

Koncept preventivnog održavanja je sprečavanje sporadičnih i iznenadnih kvarova koji dovode do totalnog zastoja proizvodnje. Kvalitetno preventivno održavanje je nezamislivo bez znanja o dijelovima opreme, određivanja redoslijeda poslova i discipline u pridržavanju standarda i procedura. Za preventivno održavanje je važan dobro organiziran autonomni sistem (koji je tiskara razvila upravo za sebe). Ključnu ulogu u prevenciji kvarova, nadgledanju opreme i mjerenju istrošenosti dijela opreme imaju rukovodioci odjela proizvodnje. Tipične aktivnosti preventivnog održavanja su periodična čišćenja, pregledi, podmazivanja, provjere i zamjena dijelova koji imaju visok stupanj trenja ili vrše velik broj ponavljajućih operacija. One su podijeljene po vremenskim periodima u kojima trebaju biti obavljene i to u dnevne, tjedne, mjesečne, kvartalne, polugodišnje i godišnje.[4]

Predviđeno održavanje je viši nivo preventivnog održavanja. Djelatnici koristeći svoje znanje i iskustvo predviđaju kojim dijelovima opreme je potrebno održavanje ili zamjena prije nego se pokvare. Oni nadziru ili prate specifične elemente stroja koji bi mogli uzrokovati katastrofalne kvarove.

Kada se govori o učinkovitosti održavanja tiskarskih strojeva, najvažnija od svega je sigurnost. Uspostava ispravnih sigurnosnih elemenata uključuje obrazovanje o sigurnosti i neophodnoj zaštiti, procedure uključenja i isključenja stroja, razvoj naprednih vlastitih tehnika i uvođenje kontrolnih lista. U tim listama će biti obuhvaćeni uređaji, pogonski motori, kontrolne ploče, održavanje alata i opreme, ručnih alata i kompresora.

Loše organizirana sigurnost može imati za posljedice ozbiljne, pa čak i fatalne ozljede zaposlenika i štete na opremi. [4]

### **2.1.8. Obrazovanje djelatnika održavanja**

Za uspješno provođenje programa održavanja neophodni su ljudi koji posjeduju znanje i vještine u struci. Tiskari često unajmljuju ljude sa tim znanjem i iskustvom, ali je problem u tome što je njihov broj premalen da bi zadovoljio potrebe. Jedan od uobičajenih načina

obrazovanja za održavanje je obrazovanje na poslu. Djelatnike u tiskari održavanju obučava osoba koja ima znanje i ovlaštenje za izobrazbu. Osim znanja i iskustva o materiji koju podučava, osoba koja to obavlja, mora znati način na koji će svoje znanje prezentirati i prenijeti na druge.

U tiskarstvu se sve češće događa i obrnut slučaj. Djelatnici iz proizvodnog odijela daju podršku osoblju zaduženu za preventivno održavanje i popravak njihove opreme. Za uspješnost ovakvog načina suradnje neophodne su pripreme u smislu konzultacija i točne razrade plana rada. Zahtjevi tiskara moraju biti prezentirani ljudima koji će doći izvršiti servis prije konačnog dogovora o izvršenju usluge. Po njihovom dolasku potrebno je održati kraći sastanak i upoznati ih s unaprijed pripremljenim programom i dnevnim redom. Primarni cilj je servis i/ili popravak opreme, a sekundarni obučavanje o održavanju. Po obavljenom poslu održava se još jedan sastanak s temom revizije obavljenog posla i ispunjenja očekivanja. [4]

### **2.1.9. Unajmljivanje tvrtki za održavanje**

Postoje tiskare koje se odlučuju da za održavanje opreme unajme tvrtku koja će redovito vršiti tu uslugu. One daju određenu sigurnost, jer redovito nadgledaju i održavaju opremu, a uz njihovu suradnju moguće je uvesti i program preventivnog održavanja. Tvrtke za održavanje posjeduju kvalitetnu dijagnostičku opremu za predviđene kvarove do kojih bi tek moglo doći. Sklapanje ugovora sa tvrtkom za održavanje ima svoje prednosti i nedostatke. Neki od nedostataka su: pouzdanost, promjena cijena usluga, čekanje na uslugu kod iznenadnog kvara, nesuglasje u tiskari oko sklapanja ugovora za održavanje s ljudima „izvana“. U prednosti su uključena osigurana jamstva održavanja, nema potrebe za nabavom skupih alata i opreme za održavanje i njihovom modernizacijom, tvrtke su stručne za izradu programa preventivnog održavanja, naknada za uslugu održavanja je jeftinija od učestalih popravaka, a uvijek postoji mogućnost otkazivanja posla ako tiskari nisu zadovoljni. Prije sklapanja ugovora sa tvrtkom o održavanju, potrebno je donijeti odluku o izboru tvrtke. Tu će pomoći podatak o financijskoj solventnosti, preporuke tiskara koji već koriste njene usluge i usporedba troškova razvijanja samostalnog programa održavanja prema troškovima ugovornog održavanja. [4]

## 2.2. RCM (Pouzdanost usmjereno održavanje)

Pouzdanost usmjereno održavanje, često poznato kao RCM je proces koji osigurava da sredstva za rad zadrže kontinuitet u onome što njihovi korisnici od njih zahtijevaju u skladu sa sadašnjim operativnim djelatnostima.

Općenito se koristi za postizanje poboljšanja u područjima kao što su stvaranje sigurnosne i minimalne razine održavanja, promjene u postupcima rada i strategije te uspostavu održavanja. Uspješna implementacija RCM-a će dovesti do povećanja učinkovitosti, i kraćeg vremena pripreme strojeva za rad te većeg razumijevanja razine rizika za organizaciju kojom se trenutno upravlja.

RCM je definiran po tehničkom standardu SAE JA1011. Također postoje kriteriji za procjenu RCM procesa, kojim se utvrđuju minimalni zahtjevi koje treba ispuniti prije nego što se proces može nazvati RCM.

Proces pouzdanog usmjerenog održavanja odgovara na slijedećih 7 pitanja:

- 1) Koje su funkcije i pridruženi standardi radnog učinka nekog sredstva za rad u njegovom sadašnjem radnom kontekstu?
- 2) Na koji način može doći do neizvršavanja radnih funkcija (kvarovi)?
- 3) Što uzrokuje svaki pojedini funkcionalni kvar?
- 4) Što se događa kada dođe do određenog kvara?
- 5) Za što je važan i što uzrokuje pojedini kvar?
- 6) Što treba učiniti kako bi se predvidio ili spriječio pojedini kvar (određivanje zaduženja i njihovi intervali)?
- 7) Što treba napraviti ako pogodan proaktivan zadatak ne može biti proveden?

Pouzdanost usmjereno održavanje je inženjerski okvir koji omogućava definiranje održavanja kompletnog strojnog parka. To se tiče održavanja kao sredstva za održavanje funkcija koje korisnik može zahtijevati od strojeva u definiranom operativnom kontekstu. Kao alat omogućava strojnim inženjerima praćenje, procjenjivanje, predviđanje i općenito

razumijevanje rada njihovih strojeva. Ovo je sjedinjeno u početnom dijelu RCM procesa koji se koristi za identificiranje pravilnog rukovanja sa strojem i bilježenje (FMECA – Efekti pogrešnih načina i kritička analiza). Drugi dio analize je primjenjivanje "RCM logike", koja pomaže u određivanju odgovarajućeg održavanja za identificiranje različitih tipova grešaka u FMECA. Nakon što je logika potpuna za sve elemente u FMECA, dobiveni je popis održavanja „u paketu“, tako da se glavne značajke zadataka racionaliziraju u tzv. „radne pakete“, što je važno kako se ne bi smanjila primjenjivost održavanja u ovoj fazi. Na kraju, RCM čuva strojeve kroz "in-service" životni ciklus strojeva, gdje se učinkovitost održavanja drži pod stalnim nadzorom i prilagođena je stečenom iskustvu. RCM se može koristiti za izradu troškovno-učinkovite strategije održavanja s obzirom na dominantne uzroke prekida u radu opreme. To je sustavni pristup definiranju redovnog programa održavanja u sastavu, isplativ za zadatke koji održavaju važne funkcije.

Zadaci održavanja usmjeravaju na dominantne uzroke zastoja. Ovaj proces direktno upućuje na preventivno održavanje za sprečavanje kvarova. Za greške koje se slučajno dogode, zbog nepredvidivog djelovanja prirode nema nikakvih mjera zaštite za njihovo sprečavanje. Kada je opasnost od takvih kvarova vrlo visoka, RCM potiče korisnika da razmišlja o promjeni povećanja tolerancije i smanjenja rizika. Rezultat je program održavanja koji se fokusira na gospodarske resurse, tj. na one stavke koje bi uzrokovale poremećaje najviše ako ne budu bile prilagođene. RCM naglašava uporabu predviđenog održavanja strojeva (PDM – Predviđeno Održavanje Strojeva) uz tradicionalne preventivne mjere.

Pojam pouzdano usmjereno održavanje (RCM) je prvi put korišten u javnim radovima autora Tom Mattesona, Stanley Nowlana, Howard Heapa, i drugih rukovoditelja i inženjera u United Airlinesu za opisivanje procesa koji se koristi za određivanje optimalnih uvjeta za održavanje zrakoplova. Donijeli su RCM koncept u središte pozornosti šire javnosti. Tekst knjige je opisao napore komercijalnih zrakoplovnih kompanija i američke ratne mornarice u 1960-im i 1970-im u poboljšanju pouzdanosti svojih novih aviona Boeing 747.

Prva generacija mlaznih zrakoplova imala je broj padova koji bi se i danas smatrao vrlo alarmantnim, a oba Federal Aviation Administration i rukovodstvo bilo je pod snažnim pritiskom za provedbu brzih poboljšanja. U ranim 1960-im, Federal Aviation

Administration daje odobrenje zrakoplovnim kompanijama da počnu provoditi niz intenzivnih mjera na probnim zrakoplovima. Istraživanja su pokazala da je temeljna pretpostavka za projekte i održavanje da svaki avion i svaka glavna komponenta u avionu (kao što je glava motora) mora imati specifičan "životni ciklus" pouzdanih mjera, nakon čega je morao biti zamijenjen kako bi se spriječili kvarovi, bio u krivu u gotovo svakom konkretnom primjeru u kompleksu suvremenoga mlaznog aviona. To je bilo jedno od mnogih zapanjujućih otkrića koji su revolucionalizirali sustav menadžmenta i upravljanja opremom, te su postali baza mnogih razvoja od kojih su ti radovi objavljeni. Među neke od pomaka paradigme inspiriranim sa RCM-om su:

- razumijevanje da velika većina propusta nisu nužno povezani s starosti imovine
- mijenjanje iz nastojanja da se predvidi očekivano trajanje „života“ pojedinog dijela kako bi se smanjio proces zastoja
- razumijevanje razlike između zahtjeva iz perspektive korisnika određene opreme i svrhe pouzdanosti opreme
- razumijevanje važnosti upravljanja opremom uz uvjet (često se naziva praćenje stanja, stanja održavanja i predviđeno održavanje)
- razumijevanje četiri osnovne zadaće redovnog održavanja
- povezivanje razine prihvatljivog rizika za razvoj strategije održavanja

Danas je RCM definiran u standardu SAE JA1011 pod člankom kriteriji za procjenu pouzdanog usmjerenog održavanja (RCM) procesa. Ovo postavlja minimalne zahtjeve, za ono što je ili što nije moguće definirati kao RCM.

Standard je određen događajima u tijeku evolucijskog postupka upravljanja opremom. Prije razvoja standarda mnogi procesi su bili označeni kao RCM iako oni nisu bili uopće povezani sa RCM-om i njegovim načelima u izvornom obliku.

Danas tvrtke mogu koristiti ovaj standard kako bi se osiguralo da su procesi, usluge i softver koje kupuju i provode u skladu s onim što se definira kao RCM, osiguravajući

najbolje mogućnosti za postizanje mnogih pogodnosti koje mogu pripisati strogoj primjeni RCM-a. [2]

### **2.2.1. Osnovne značajke**

RCM postupak je opisan u izvješću Američkog ministarstva obrane koje poznaje tri vrste zastoja koji mogu postati problem:

- sigurnost
- poslovanje
- održavanje proračuna

RCM nudi četiri glavne opcije za rizično upravljanje:

- uređaj za održavanje postrojenja,
- raspored obnove ili odbacivanje postojećeg modela održavanja,
- mogući zastoji otkriveni prilikom remonta
- jednokratne promjene u "sustavu" (promjene dizajna unutar stroja, za zadane
- operacije)

RCM također nudi određene kriterije koji se koriste pri odabiru strategije upravljanja rizicima u slučaju da može doći do zastoja. Neki problemi su tehničke prirode (predloženi zadatak može detektirati stanje koje treba otkriti da li je oprema potrošena, ili se može još koristiti?). Drugi su usmjereni prema cilju (da li se opravdano vjeruje da će predloženi zadaci smanjiti rizik na podnošljivu razinu?). Kriteriji su često prikazani u obliku odluka logičkog dijagrama, ali to nije vezano za unutarnje dijelove procesa. [1]

### **2.2.2. Osnovna analiza postupka**

Iako postoji mnogo varijacija u primjeni RCM, većina postupaka uključuje neke ili sve od slijedećih koraka.



### 2.2.2.1. Priprema za analizu

Kao i gotovo svaki projekt, uvodni rad će zahtijevati pripremu za RCM analizu. Neke važne predaktivnosti uključuju sastavljanje odgovarajućeg funkcionalnog tima, pazeći da svi članovi tima razumiju i prihvate temeljna pravila i uvjete analize (npr. opseg analize, definicija «neuspjeha» itd.). Oni prikupljaju i razmatraju odgovarajuću dokumentaciju. [3]

### 2.2.2.2. Odabir opreme za analizu

RCM analiza zahtjeva ulaganje vremena i sredstava. Organizacija se može koncentrirati na analizu potencijala odabranih dijelova opreme temeljenih na sigurnosti, zakonitosti i ekonomičnosti. Postoje dvije metode pomoću kojih se vrši odabir opreme. Prva je „Odabir pitanja“, a druga „Čimbenici kritičnosti“.

- Način „Odabir pitanja“ se sastoji od skupa da/ne pitanja koja su tako postavljena da se pomoću njih može doći do odgovora da li je RCM analiza primjerena za određeni dio opreme. Ukoliko analitičar odgovori „da“ na makar samo jedno pitanje, provest će se detaljna analiza opreme.
- Metoda „Čimbenik kritičnosti“ sastoji se od niza faktora dizajniranih za procjenu kritičnosti opreme u pogledu sigurnosti, održavanja, rukovanja, utjecaja na okoliš, kontrolu kvalitete i dr. Svaki čimbenik je ocijenjen u skladu s unaprijed definiranom skalom (npr. od 1 do 5 ili od 1 do 10), gdje više ocjene ukazuju na veću kritičnost. Rezultati ocjenjivanja se mogu koristiti za procjenjivanje i/ili za određivanje granice dozvoljene kritičnosti.

Mogu se primijeniti i druge metode. Jedna od njih je Pareto analiza opreme koja se temelji na mjerenju vremena stajanja, nepouzdanosti ili drugim relevantnim podacima. Koju god metodu ili kombinaciju metoda odabrali, cilj je usredotočiti RCM analizu sredstava na opremu koja će omogućiti maksimalnu korist za organizaciju u pogledu sigurnosti zakonitosti, operativnosti, uz ekonomske i srodne prioritete. [3]

### 2.2.2.3. Određivanje funkcija i potencijalnih funkcionalnih kvarova

Jedno do osnovnih načela pristupa RCM je taj, da se aktivnosti održavanja usmjere na očuvanje funkcionalnosti opreme. Iz toga slijedi da je prvi korak u analiziranju nekog dijela opreme određivanje funkcije (ili funkcija) i njeno predstavljanje. Mnoge preporuke RCM-a uključuju specifične zahtjeve izvedbe u opisu funkcije, koji će pomoći u konkretnom utvrđivanju funkcionalnih kvarova. Opisivanjem funkcionalnih kvarova, navodi se način na koji oprema ne ispunjava svoju očekivanu funkciju. Ovo može uključiti neuspjeh za obavljanje funkcije: loše izvođenje funkcije, previše ili premalo provedene funkcije, neplanirane funkcije itd. [3]

### 2.2.2.4. Identificiranje i vrednovanje učinka kvarova

Identificiranje i vrednovanje učinka kvarova će pomoći timu da odredi prioritete i odabere odgovarajuće strategije za rješavanje potencijalnih kvarova. Mnoge preporuke RCM-a sadrže logičke dijagrame koji se mogu koristiti za procjenu i kategorizaciju učinka kvara. Ti logički programi često određuju razliku tzv. skrivenih učinaka, te da li je problem u sigurnosti, zaštiti okoliša, operativnim ili gospodarskim posljedicama. [3]

### 2.2.2.5. Prepoznavanje uzroka kvara

Uzrok kvara predstavlja specifičan uzrok funkcionalnog kvara na djelotvornom nivou tj. na nivou na kojem će biti moguće primijeniti strategiju održavanja za određivanje potencijalnog kvara. Ovo određivanje se temelji na inženjerskom prosuđivanju i oslanja na iskustvo i vještinu tima u procesu RCM analiza. Vodič SAE JA1012 predstavlja korisnu dokumentaciju mnogih naziva pojedinosti koje se mogu upotrijebiti za opisivanje načina kvarova.

Primjeri za to su:

Sistem za dovodenje je otkazao

Kvar crpke

Zakazao motor

Nepravilan rad motora

Nepravilna ugradnja elemenata stroja

Nedovoljno zategnuta matica

Skup grešaka

Preporuka navodi da bi način kvara (ili zastoja) trebao biti opisan sa dovoljno detalja na osnovu kojih bi se odabrala primjerena poslovna politika, ali opet ne u toliko detalja da se za analizu samog procesa izgubi previše vremena. [3]

### **2.2.3. Odabir zadatka održavanja**

Nakon što se odredila funkcija opreme i njena namjena, mogućnost da neće u potpunosti funkcionirati i nakon što su ocijenjene posljedice kvara, slijedi određivanje odgovarajuće strategije održavanja opreme. Tim za analizu i provođenje RCM-a donosi odluku o strategiji koja će se koristiti za svaki potencijalni kvar. Ona može biti bazirana na prosudbi i iskustvu, unaprijed definiranim logističkim dijagramom, troškovima usporedbe ili nekoj kombinaciji čimbenika.

Mnoge smjernice RCM-a uključuju zadatke, logističke dijagrame temeljene na kategorizaciji učinka kvara. Ukoliko nije problem u sigurnosti, slijedeće je potrebno usporediti normalizirane troškove za održavanje dostupne strategije i odabrati način održavanja koji će osigurati željeni nivo uz minimalnu cijenu. Npr. ako je cijena vremena iskorištenog za obavljanje korektivnog održavanja manja od cijene vremena izvršenja

predviđenog popravka ili zamjene dijela stroja ili nemogućnost raspoloživosti opreme, onda tim može preporučiti nepredviđeno održavanje opreme. [3]

#### 2.2.4. Funkcije i standardni učinci

Prije primjene postupka za određivanje onoga što treba biti učinjeno kako bi se osiguralo da svi strojevi i dalje rade sve što korisnici žele potrebno je učiniti dvije stvari u sadašnjem operativnom kontekstu:

- odrediti što djelatnici na stroju žele proizvesti
- uvjeriti se da je stroj sposoban raditi ono što se od njega očekuje

Zato je prvi korak u procesu RCM definirati funkcije svake imovine u operativnom kontekstu, zajedno sa povezivanjem željenog standarda izvedbe. Ono što korisnici opreme očekuju da će dobiti, može biti podijeljeno u dvije kategorije:

- **primarne funkcije**, koja postavlja sredstva za rad na prvo mjesto. Ova kategorija funkcija pokriva pitanja kao što su brzina, izlaz, pohrana kapaciteta, kvaliteta proizvoda i usluga korisnicima.
- **sekundarne funkcije**, koje prepoznaju da svaki stroj od kojeg se očekuje da će učiniti više mora ispuniti svoje primarne funkcije. Korisnici će također imati očekivanja u oblastima kao što su sigurnost, nadzor, zatvorenost, udobnost, strukturni integritet, gospodarstvo, zaštita, učinkovitost rada, u skladu s propisima zaštite okoliša, pa čak i izgled strojeva.

Korisnici sredstava su obično u najboljoj poziciji da znaju što točno treba svakom stroju da doprinosi fizičkim i financijskim dobrobitima organizacije kao cjeline, pa je bitno da su oni uključeni u RCM proces u početku.

Ovaj korak sam obično zauzima oko trećinu vremena potrebnog za izradu cijele RCM analize. Ona također uzrokuje probleme ljudima koji rade analize kako bi izračunali iznos - često zastrašujući iznos - o tome kako oprema zapravo radi. [1]

### 2.2.5. Funkcionalni kvarovi

Ciljevi održavanja su definirani kroz funkcije i performanse koje su unutar zadanih očekivanja. No, kako održavanje može postići određene ciljeve?

Kvar je događaj koji korisnici opreme i strojeva nikako ne bi željeli da se dogodi. To sugerira da održavanje ostvaruje svoje ciljeve usvajanjem pogodnog pristupa vođenja poslova u slučaju kvara. No, prije nego što se primjeni prikladan spoj neuspjelih alata za upravljanje, moramo prepoznati što može uzrokovati kvarove. RCM proces objašnjava to na dvije razine:

- prvo, utvrđujući o kojem broju slučajeva se radi
- drugo, tražeći događaje koji uzrokuju neispravno stanje strojeva i opreme

U svijetu RCM, pogreške stroja su poznate kao funkcionalni neuspjesi jer se pojavljuju kada strojevi nisu u stanju ispuniti funkciju standardne izvedbe koja je prihvatljiva za korisnika.

Osim ukupne nemogućnosti da funkcioniraju, ova definicija obuhvaća djelomični neuspjeh, gdje sredstva još uvijek funkcioniraju, ali na neprihvatljivom nivou izvedbe (uključujući i situacije gdje strojevi ne mogu proizvesti prihvatljivu razinu kvalitete i točnosti). Jasno je da se jedino mogu identificirati funkcije određenog standarda imovine koji su definirani. [1]

#### 2.2.5.1. Pogrešne metode načina rada

Jednom kada se otkrije kvar na dijelu stroja, slijedeći korak je pokušati identificirati sve dijelove strojeva koji bi vjerojatno mogli izazvati kvar.

Ovi događaji su poznati kao pogrešne metode. Pogrešne metode uključuju one kvarove koji su se dogodili na istim ili sličnim dijelovima opreme koje djeluju u istom kontekstu, kvarovi koji su trenutno spriječeni održavanjem postojećih režima, te kvarovi koji se još nisu dogodili ali za koje postoji realna mogućnost da će se dogoditi.

Tradicionalna lista kvarova pokušava sjediniti uzrokovana pogoršanja ili uobičajena trošenja i habanja. Međutim, popis treba sadržavati greške uzrokovane ljudskim pogreškama (koje rade operatori i održavatelji) i lošim planiranjem kako bi se uzrok kvarova opreme mogao identificirati i rješavati na odgovarajući način. Također je važno utvrditi uzrok svakog kvara uz adekvatna objašnjenja kako bi se osiguralo da se vrijeme i trud potrebni za rad ne bi izgubili pokušavajući razmotriti simptome umjesto uzroka. S druge strane, jednako je važno sažeti informaciju, kako se ne bi gubilo previše vremena na analizu. [1]

### **2.2.6. Efekt kvara**

Četvrti korak u RCM procesu podrazumijeva unos efekta kvara, koji opisuje što se događa kada dođe do kvara. Ovi opisi trebaju sadržavati sve podatke potrebne za potpunu procjenu posljedica kvara, kao što su:

- koji dokazi (ako postoje) pokazuju da je došlo do kvara
- na koji način (ako postoji) to predstavlja prijetnju sigurnosti ili okolišu
- na koji način (ako ih ima) oni utječu na proizvodnju
- koja fizička oštećenja (ukoliko postoje) su uzrokovana zastojem
- što mora biti učinjeno kako bi se kvar popravio

Proces identifikacije djelovanja funkcionalnih kvarova, krivih metoda i loših rezultata prinosa je iznenađujući i često donosi mogućnosti za poboljšanje rezultata i sigurnosti, a također i za eliminiranje otpada. [1]

### **2.2.7. Posljedice zastoja**

Detaljna analiza prosjeka za industrijsko poduzeće će vjerojatno dati broj između tri i deset tisuća mogućih načina zastoja. Svaki od tih kvarova utječe na organizaciju na neki način, ali u svakom slučaju, efekti su različiti. Oni mogu utjecati na poslovanje. Oni mogu isto

tako utjecati na kvalitetu proizvoda, usluge kupcima, sigurnost ili okoliš. Za popravak će biti potrebno vrijeme i sredstva.

Posljedice koje najsnažnije utječu na opseg poslovanja ćemo najprije pokušati spriječiti. Drugim riječima, ako neuspjeh ima teške posljedice, mi ćemo vjerojatno učiniti sve što možemo i pokušati to izbjeći. S druge strane, ako ima malo ili nimalo efekta, onda se možemo odlučiti na rutinsko održavanje koje se zasniva na čišćenju i podmazivanju.

Sposobnost RCM-a je prepoznavanje posljedica zastoja koje su daleko važnije od njihovih tehničkih karakteristika. Jedini razlog za bilo kakvo proaktivno održavanje nije izbjegavanje kvarova sami po sebi, već izbjegavanje ili barem smanjivanje posljedica kvarova. RCM proces te posljedice klasificira u četiri skupine:

- **Skrivene posljedice zastoja:** skriveni kvarovi nemaju izravan utjecaj, ali oni izlažu organizaciju višestrukom broju kvarova, ozbiljnim, često katastrofalnim, posljedicama. (Većina ovih kvarova su povezani sa zaštitnim uređajima koji nisu sigurni od zastoja.)
- **Sigurnosne i ekološke posljedice:** Kvar ima posljedice koje mogu štetno utjecati na sigurnost, što bi moglo povrijediti ili ubiti nekoga. Te ekološke posljedice bi mogle dovesti do povrede i prekršaja, regionalnih, nacionalnih ili međunarodnih standarda zaštite okoliša.
- **Operativne posljedice:** zastoj ima operativne posljedice ako to utječe na proizvodnju (izlaz, kvaliteta proizvoda, usluga korisnicima ili operativni troškovi, uz izravni trošak popravka)
- **Posljedice koje nisu vezane za radni proces:** Nepoznati kvarovi koji spadaju u ovu kategoriju mogu utjecati na sigurnost proizvodnje, tako da uključuju samo izravne troškove popravka.

RCM proces koristi te kategorije kao osnovu za strateški okvir o načinu održavanja. Insistirajući na strukturiranom pregledu posljedica neuspjeha na svaki način, u smislu navedenih kategorija, RCM integrira operativne, ekološke i sigurnosne ciljeve funkcija održavanja.

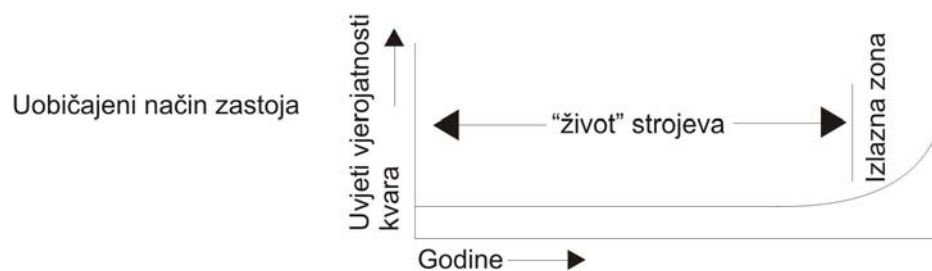
Ovo pomaže donijeti sigurnost u ključni dio vođenja održavanja.

Proces posljedica vrednovanja također naglašava da svi kvarovi nisu loši i moraju se spriječiti. Čineći to, on fokusira pažnju na održavanje aktivnosti koje imaju najveći utjecaj na performanse organizacije, te preusmjerava energije od onih koje imaju malo ili nimalo efekta. On nas također potiče da razmišljamo šire o različitim načinima upravljanja kod zastoja, nego da se koncentriramo samo na njihovu prevenciju. Neuspjesi zbog krivog rukovođenja opremom su podijeljeni u dvije kategorije:

- **proaktivni zadaci:** to su zadaci koji se moraju napraviti prije nego što se dogode pogreške, kako bi se spriječilo da stroj dođe u stanje zastoja. Oni moraju prihvatiti ono što je tradicionalno poznato kao „predviđanje“ i „preventivno“ održavanje. RCM se koristi u uvjetima predviđenim za obnovu sistema i na održavanju uređaja.
- **zadane akcije:** moraju se napraviti kada stroj stane, te se koriste kada nije moguće prepoznati učinkovite moguće zadatke. Zadane akcije uključuju pronalaženje zastoja prije nego se dogodi, redizajn i traženje greške u stroju. [1]

### 2.2.7.1. Proaktivni zadaci

Mnogi ljudi još uvijek vjeruju da je najbolji način optimizacije opreme napraviti neku vrstu proaktivnog održavanja na principu rutinskog održavanja. Druga generacija ipak sugerira zamjenu komponenti stroja u određenim intervalima. Slika 4. pokazuje zadane intervale u odnosu na zastoj.



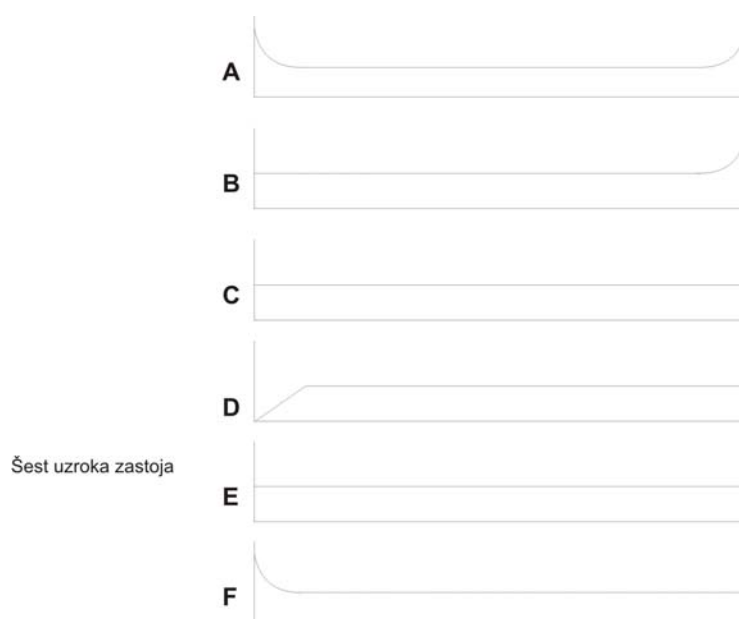
Slika 4. Najčešći oblici zastoja na strojevima[1]



Slika 4. se temelji na pretpostavci da većina stvari radi pouzdano određeno vrijeme, a onda se počinje trošiti. Klasično razmišljanje pokazuje da će opsežne evidencije o neuspjehu omogućiti da odredimo životni vijek strojeva, te kako planirati i poduzeti preventivne akcije neposredno prije nego što nastane zastoje na stroju u budućnosti.

Ovaj model je koristan za određene vrste jednostavnih uređaja i za neke složene stvari s dominantnim stanjima zastoja. Najčešće se istrošenost kao karakteristika može naći tamo gdje je oprema u direktnom kontaktu sa proizvodom. Kvarovi koji se često ponavljaju, povezani su sa zamorom pojedinih dijelova, korozijom, abrazijom i isparavanjem.

Međutim, današnja oprema općenito je daleko složenija nego što je to bilo prije dvadeset godina. To je dovelo do zapanjujuće promjene u modelima zastoja, kao što je prikazano na slici 5. Slika pokazuje uvjetnu vjerojatnost kvara nasuprot radnom vijeku za razne električne i mehaničke predmete.



Slika 5. Šest najčešćih uzroka kvarova[1]

Uzorak je poznat kao „kada“ krivulja. Počinje s visokom učestalosti kvara, zatim slijedi stalno ili postupno povećanje uvjetne vjerojatnosti zastoja, te zone istrošenosti. Uzorak B pokazuje konstantno ili sporo povećanje problema zastoja, a završava na zoni istrošenosti (isto kao i slika 4.).

Uzorak C pokazuje kako se polako povećava uvjetna vjerojatnost pogreške, ali ne postoji prepoznatljiva „dobna“ istrošenost. Uzorak D pokazuje niske uvjetne vjerojatnosti pogreške kada je predmet nov ili iz trgovine, a zatim se brzo povećava na stalnoj razini, dok uzorak E pokazuje stalnu uvjetnu vjerojatnost kvara kod svih „dobnih“ skupina (slučajnog kvara). Uzorak F počinje s visokom vrijednosti zastoja, koja se smanjuje ili vrlo sporo raste ka uvjetnoj vjerojatnosti pogreške.

Studije pokazuju da kod civilnih zrakoplova, 4% stavki odgovaraju uzorku A, 2% su za B varijantu, 5% za C, D ima vrijednost do 7%, 14% za vrijednost E i ne manje od 68% na uzorku F. (broj primjeraka koji se pojavljuje u ovom izvješću nije nužno isti kao i u industriji. No, nema sumnje da zrakoplovi postaju sve složeniji, vidi se sve više i više uzoraka E i F.)

Ovi rezultati nam objašnjavaju da uvijek postoji veza između pouzdanosti i operativnog vremena. To vjerovanje je dovelo do ideje da se češće ispituju predmeti, za koje se vjeruje da će manje pogriješiti. Danas, je to rijetko istina, osim ako ne postoje dominantni problemi sa zastojem koji se ponavljaju. Dobne granice čine malo ili ništa za poboljšanje pouzdanosti složenih predmeta. U stvari predviđeni remontu mogu povećati broj zastoja uvođenjem prečestih izmjena u stabilne sustave.

Značaj ove činjenice vodi neka poduzeća ideji da napuste proaktivno održavanje. U stvari, to može biti dobro za strojeve sa manjim posljedicama. Ali kad su posljedice kvarova značajne, nešto mora biti učinjeno da se spriječe ili predvide kvarovi, ili barem smanje posljedice.

To nas vraća na pitanje proaktivnih zadataka. RCM dijeli proaktivne zadatke u tri kategorije, kako slijedi:

- raspored uspostavljenih zadataka
- raspored poništenih zadataka
- raspored uvjetovanih zadataka

#### 2.2.7.1.1. Planirana obnova i planirano poništavanje zadataka

Planirana obnova podrazumijeva popravljjanje (obnavljanje) komponenata ili remont prije određenog vremena, bez obzira na stanje u tom vremenu. Isto tako, raspored izmjene podrazumijeva odbacivanje dijelova prije vremena potpune istrošenosti, bez obzira na stanje dijela u to vrijeme.

Ove dvije vrste zadataka su danas uglavnom poznate kao preventivno održavanje. Nekada su najčešće bili korišteni oblici proaktivnog održavanja. Međutim zbog već spomenutih razloga, one se koriste mnogo manje nego prije dvadeset godina. [2]

#### 2.2.7.1.2. Uvjetovani zadaci

Kontinuirana je potreba sprečavanja određenih vrsta zastoja, ali dolazi do nemogućnosti upotrebe klasičnih metoda, jer raste broj zastoja uvjetovanih nekim novim razlozima. Većina tih metoda oslanja se na činjenicu da kod velikog broja kvarova opreme daje upozorenje da bi se mogao dogoditi zastoj. Ta upozorenja su poznata kao potencijalni kvarovi, te su definirani fizički uvjeti koji ukazuju da je funkcionalni zastoj problem koji bi se mogao dogoditi ili je u procesu nastajanja.

Novе tehnike se koriste za otkrivanje potencijalnih kvarova, tako da se određena radnja može poduzeti kako bi se izbjegle posljedice koje bi mogle nastati ako se degeneriraju u funkcionalne kvarove. Oni su prozvani kao uvjetovani zadaci, jer su predmeti preostali u funkciji pod uvjetom da oni i dalje zadovoljavaju željenim standardnim performansama. (Uvjetovani zadaci za održavanje uključuju predviđeno održavanje, održavanje dijelova u odnosu na njihovo stanje i praćenje stanja svih dijelova stroja). Uvjetovanim zadacima se na određen način upravlja kvarovima, ali oni također mogu biti gubljenje vremena. RCM omogućuje odluke u tom području sa pouzdanjem. [1]

### 2.2.7.2. Zadane akcije pouzdanog usmjerenog održavanja

RCM prepoznaje tri glavne kategorije zadanih radnji, kako slijedi:

- **Nalazi o zastoju:** nalazi o zastoju povlače za sobom skrivene funkcije periodično kako bi se utvrdilo da li su oni uzrokovali kvar ili nisu (dok stanje na temelju zadataka za posljedicu provjerava ako negdje ima problema).
- **Redizajn:** redizajn podrazumijeva stvaranje jednokratne promjene i mogućnost njene ugradnje u sustav. To uključuje modifikacije hardvera i također pokriva promjene u postupcima.
- **Nema redovnog održavanja:** kao što ime govori, ovaj propust podrazumijeva nedostatak napora kako bi se predvidjeli ili spriječili zastoji. Kvarovi se jednostavno događaju i onda se popravljaju. Ovaj propust se također zove *trčanje do kvara*.

### 2.2.8. Odabir RCM zadanog procesa

RCM je način koji pruža jednostavnost, preciznost i lako razumljive kriterije za odlučivanje koji od proaktivnog zadatka tehnički izvediv u bilo kojem kontekstu, koliko često bi ih trebalo raditi i tko bi trebao raditi na njima.

Proaktivan zadatak je tehnički izvediv i reguliran tehničkim karakteristikama zadatka i zastoja koji je trebao biti spriječen. Koliko je on dobro obavljan, vidjet će se po načinu kako će se baviti sa posljedicama zastoja. Ako se ne može naći proaktivan zadatak koji je tehnički izvediv i vrijedan da se na njemu radi, onda treba poduzeti pogodnu zadanu akciju. Suština procesa odabira zadataka pokazana je kako slijedi:

- za skrivenim nedostacima, proaktivan zadatak je vrijedan ako radimo sa smanjenim rizicima povezanih zastoja te funkcije na prihvatljivo nisku razinu. Ako se takav zadatak ne može ispuniti potom mora biti izvršena analiza kvara. Ako se ne može pronaći uzrok kvara, sekundarnim se proučavanjima analiziraju zadane odluke da se oprema može redizajnirati (ovisno o posljedicama više zastoja).
- za zastoj sa sigurnosnim ili ekološkim posljedicama, proaktivan zadatak je isplativ ako se smanjuje rizik da se zastoj svede na nisku razinu, ako ne i potpuno eliminira. Ukoliko se ne može naći rješenje, što bi smanjilo rizik od neuspjeha na prihvatljivo nisku razinu, predmet se mora redizajnirati ili proces mora biti promijenjen.
- ako ima operativne posljedice u zastoj, proaktivan zadatak je isplativ ako je ukupan trošak tijekom vremenskog razdoblja manji od cijene operativnih posljedica i troškova popravka u istom razdoblju. Drugim riječima, zadatak mora biti opravdan iz ekonomskih razloga. Ako to nije opravdano, početno zadana odluka je da nema redovnog održavanja. (Ako se to dogodi i operativne posljedice su još uvijek neprihvatljive, sekundarno zadane odluke se opet moraju redizajnirati).
- ako je kvar vezan za neradni proces proaktivan zadatak je isplativ ako je trošak zadatka tijekom vremenskog razdoblja manji od cijene popravka u istom razdoblju. Ovi zadaci moraju biti opravdani iz ekonomskih razloga. Ako to nije opravdano, početno zadana odluka je opet da nema redovnog održavanja, te ako su troškovi popravka previsoki, sekundarna zadana odluka je opet redizajn.

Ovaj pristup znači da su proaktivni zadaci samo za određene zastoje koji ih stvarno trebaju, što opet dovodi do znatnog smanjenja opterećenja radne rutine. Ovaj rutinski rad također znači da će preostali zadaci biti učinjeni ispravno. To zajedno sa eliminacijom kontraproduktivnog zadatka dovodi do učinkovitijeg održavanja. [1]

### **3. TEORIJSKI DIO „ŠEST SIGME“**

#### **3.1. Porijeklo i počeci „Šest sigme“**

Tvorci pojma „Šest sigma” uključili su grčki simbol sigma ( $\Sigma$ ) u ime njihova plana postizanja visoko kvalitetnih procesa, proizvoda i usluga. U uskom statističkom smislu, „Šest sigma” je cilj kvalitete koji specificira varijabilnost potrebnu u procesu u smislu specifikacije proizvoda tako da kvaliteta proizvoda i trajnost zadovolje i nadmaše trenutne zahtjeve potrošača.

Autori „Šest sigme” išli su dalje od ove definicije koja je u stvari izvedena iz njihove procjene trajnosti djelovanja proizvoda. Oni su definirali program postizanja „Šest sigme“ koji je uključivao liderstvo, infrastrukturu, alate i metode. Stoga su morali pratiti savjete Joseph M. Jurana i Petera Segea kako bi kvaliteta bila sastavni dio korporativnog poslovnog plana. Prema General Electricu (GE), koji su među prvima usvojili ovaj program, „Šest sigma“ je "disciplinirana metodologija definiranja, mjerenja analiziranja, unapređivanja i kontroliranja kvalitete u svakom proizvodu kompanije, procesu i transakciji s jednim konačnim ciljem stvarnim uklanjanjem svih defekata." Pristalice „Šest sigme“ nastavljaju razvijati ovu metodologiju u cilju unapređenja djelovanja organizacije, čije su razine rezultata prikazane u tablici 1. [8]

Tablica 1. Razine rezultata Sigme [9]

RAZINE REZUTATA SIGME	
NIVO SIGME	POGREŠKE NA MILIJUN PRIMJERAKA
6	3.4
5	233
4	6210
3	66807
2	308537
1	690000

### 3.2. DEFINICIJA „ŠEST SIGME”

„Šest sigma” odnosi se na filozofiju, cilj ili metodologiju za smanjivanje gubitaka i poboljšanje kvalitete, troškova i izvedbe po jedinici vremena za bilo koji posao. Sigma je grčko slovo kojim se označava veličina varijacije ili razina defekata određenog proizvoda. (Defekt se definira kao bilo koja značajka, koja će uzrokovati nezadovoljstvo klijenta, ili ne pristaje unutar dozvoljenih odstupanja). Današnja prosječna kompanija funkcionira na razini „3 sigma“, što znači da se u 16 proizvoda može pronaći jedan defektan. To znači da će se u milijun pokušaja, naći 67,000 defekata. Nešto bolja kompanija možda se nalazi na razini „4 sigma“ što znači da će u 160 pokušaja jedan biti defektan. To nije loše, ali u milijun proizvoda, još će uvijek 6,000 biti neispravno. Izvedba na razini „6 sigma“ znači 3,4 defekata na milijun pokušaja. Kada postignemo =  $6\sigma$  to znači da postoje samo 3.4 greške na mogućih milion operacija (99.99966% - je kvaliteta procesa u tom slučaju u odnosu na 100%). No to se može postići samo u idealnim „laboratorijskim” uvjetima. Mjeri se broj defekata u procesu!

Općenito gledajući, „Šest sigma” je filozofija koja tvrtkama pruža niz postupaka i statističkih alata koji će dovesti do uvećanja profitabilnosti i kvalitete – neovisno o tome

proizvodi li tvrtka proizvode ili usluge. „Šest sigma” je dugoročni proces kojim se nastoji postići kontinuirano poboljšanje. Takva poboljšanja ne mogu se postići preraspodjelom kompanije ili jednostavno velikim troškovima. Umjesto toga, “Šest sigma” zahtijeva postojanost, koncentriranost i predanost.

Kvaliteta “Šest sigma” može se postići neprestanom kombinacijom strukturiranih i sistematiziranih projekata. Projekti se kategoriziraju kao:

- Transakcijski poslovni projekti koji su rasprostranjeni širom organizacije
- Tradicionalni projekti poboljšanja kvalitete kojima se rješavaju kronični problemi koji premošćuju višestruke funkcije unutar organizacije

Tvrtke, organizacije ili projekti u kojima se pokušava postići „Šest sigma” razina kvalitete, trebaju biti usredotočeni na osmišljanje proizvoda, usluga ili postupaka. „Šest sigma” principi mogu se primijeniti na mnoga područja, uključujući proizvodnju, administrativne usluge i usluge za kupce. „Šest sigma” tehnike pomažu smanjiti varijabilnost, što smanjuje broj defekata i troškova korištenja, a u isto vrijeme povećava efektivni kapacitet. „Šest sigma” tehnike također se mogu koristiti u drugim područjima, kao što je lojalnost kupaca što također pomaže tvrtki.

U kontekstu managementa koristi se za mjerenje pogrešaka u outputima procesa proizvodnje i ukazuje koliko proces odskaka od savršenstva. [7]

### **3.3. Alati i metode**

Iako alati i metode „Šest sigma” uključuju mnoge statističke alate koji se koriste u ostalim kvalitativnim konceptima, ovdje se koriste na sistematski projektno orijentirani način kroz definirani mjerljivi, unapredljivi i kontrolirani ciklus (DMAIC). Dodatna unapređenja koja pomažu primjeni ovih alata su došla tijekom vremena. Poboljšanje statusa svih zaposlenika s Kaouru 7 alata kvalitete stvara se radna snaga sposobna za rješavanje mnogih problema, kao što je shvaćeno kroz totalni kvalitativni management. Korištenjem tih alata u spoju s ostalim statističkim metodama provedenim na znanstveni način i dostupnost modernih statističkih softwarea s grafičkim outputom smanjuje naporan posao i pomaže statistički



orijentiranom osoblju da bolje prati procese. To omogućuje osobama koje rješavaju probleme da vode svoje timove ka unapređenju kvalitete, smanjenju troškova i smanjenju vremena isporuke istovremeno.

Svaka organizacija bi morala kreirati svoj „Šest sigma” program, uz pomoć specijaliste, kako bi zadovoljila određene potrebe. Statističke metode koje se koriste u „Šest sigmi” značajno se razlikuju od onih koje se uče u "run of the mill" inženjeringu ili statističkim programima. „Šest sigma” naglašava metode promatranja i eksperimentiranja u znanstvenom kontekstu - na primjer, eksperiment s faktorijelima na dvije razine su standardni i grafičke metode su naglašene za analizu tih eksperimenata. Eksperimentiranje nije jednostavna analiza varijance. Dok ovo kasnije razumijeva shvaćanje rezultata za statističare, za inženjere može biti značajno za planiranje i provođenje eksperimenata.

Dokazano je da bi svaka planska aktivnost koja vodi konačnom proizvodu ili usluzi ili procesnom djelovanju na razini „Šest sigme” mogla biti zamišljeni dio definicije „Šest sigme” (DFSS). Kao bazu za objašnjenje definicije „Šest sigme” upotrebljavamo IDOV metodu (Prepoznavanje, planiranje, optimiziranje i potvrđivanje-prihvatanje). Takav pristup i njegovo prihvaćanje vidljiv je i u ostalim verzijama:

- DMADV - Definiranje, Mjerenje, Analiziranje, Planiranje i Provjera
- DMADOV - Definiranje, Mjerenje, Analiziranje, Planiranje, Optimiziranje i Provjera
- DMCDOV - Definiranje, Mjerenje, Karakterizacija, Planiranje, Optimiziranje i Provjera
- DCOV - Definiranje, Karakterizacija, Optimiziranje i Provjera
- DCCDI - Definiranje, Kupac, Koncept, Planiranje i Implementacija
- DMEDI - Definiranje, Mjerenje, Istraživanje, Razvoj i Implementacija
- DMADIC - Definiranje, Mjerenje, Analiziranje, Planiranje, Implementacija i Kontroliranje
- RCI - Definiranje i razvoj potraživanja, definiranje i razvoj koncepta i definiranje i razvoj implementacija [7]

Tablica 2. Alternativna sredstva dostizanja ciljeva „Šest sigma” [7]

Ciljevi „Šest sigma” trenutni i pouzdani alati
„Šest sigma” ima osam faza: prepoznavanje, definiranje, mjerenje, analiza, unapređenje, kontrola, standardizacija, integracija. Operacijski sistemi kvalitete implementiraju svaku od ovih faza.
„Šest sigma” postavlja pitanja koja vode do kvantitativnih odgovora koji proizvode profitabilne rezultate. Sve trenutne metodologije teže ovom cilju.
„Šest sigma” govori o unapređenju profitabilnosti, iako unapređenje kvalitete i efikasnosti su prvi suproizvodi „Šest sigma”. SPC, DOE, teorija prisile, FMEA i ostale metodologije mogu biti korištene za unapređenje kvalitete i profitabilnosti.
„Šest sigma” je filozofija i cilj - 3,4 defekta na milijun mogućnosti. To je filozofija kapaciteta, izgubljene funkcije i ostali alati. Ali moderni alati ne razmatraju defekte, radije razmatraju nesukladnosti. To je suptilna ali važna razlika, posebno u pravnom smislu.
Strategija proboja osigurava načine postizanja ciljeva kroz visoko fokusiran sistem rješavanja problema. Metodologija benchmarking radi to isto.
„Šest sigma” se ne fokusira na DPMQ nego na razvijanje sistematskih putova ka smanjenju varijabilnosti u procesu kroz informacijsku asimilaciju i organizaciju koja povećava uštede donje razine. Ponovo, Taguchije funkcija gubitaka funkcionira ovdje. Mogu se koristiti i ostale statističke tehnike uključujući SPC, kako bi došli do smanjenja varijabilnosti.

### 3.3.1. IDOV Metoda

Kada se izdvoji neka planska aktivnost koja vodi prema konačnom proizvodu ili usluzi ili načinu proizvodnje na nivo „Šest sigme” ona postaje definicija „Šest sigme”.

IDOV metoda ponekad počinje sa planom ili predfazom. Iz toga razloga kako bi se IDOV metoda predstavila što cjelovitije uključuje se plan odnosno predfaza. Ako se IDOV metoda upotrebljava bez faze plana, onda su potrebni koraci uključeni u Nacrtnu fazu.

Osnovni ciljevi faza kompletnog IDOV pristupa su:

- Plan/Predfaza: osnivanje tima koji će provesti projekt uvrštavanja svih najbitnijih koraka
- Prepoznati: izabrati najbolji proizvod ili uslugu po osnovi povratnih informacija od strane kupca.
- Planiranje Proizvodnje: proizvodnju izgraditi na znanju o proizvodu ili usluzi ili njihovim procesima
- Optimize (pronalazak optimalnih rješenja): za postizanje ravnoteže između cijene, kvalitete i roka isporuke
- Potvrditi: prikazati da proizvod ili usluga zadovoljava sve zahtjeve.
- Menadžment revidira ili odlučuje o pristupu svake ključne točke projekta obično na kraju dijela proizvodnje ili faze da dozvoli management timu da utvrdi napredak proizvodnje, prihvati projekt i donese konačnu odluku da li će se projekt nastaviti ili ne.
- Ocjena projekta se provodi u slijedećim fazama: procjena početne faze, procjena faze, pregled troškova, projekt potrebnih promjena.
- Menadžeri revidiraju rokove i provjeravaju napredak isporuke proizvoda. Zatim odlučuju da li je projekt uspješan sa točke gledišta novonastale vrijednosti i dohotka.
- Definicija „Šest sigme” se prilagođava prema prirodi i potrebama organizacije i različitostima među produktima uslugama i procesima.

### **3.3.1.1. Plan/predfaza**

Namjera predfaze je okupljanje tima koji će nastaviti sa projektom registriranja najbitnijih koraka. To će doprinijeti odabiru projekata, potaknuti menadžere da podrže projekt, odabiranje ljudi za formiranje tima (blackbelt, greenbelts i ostali), provođenje treninga, postavljanje projektnih zadataka i ciljeva, određivanje matrica i ciljeva te određivanje rokova.

Selekcija odabiranja projekata može biti temeljena na komentarima kupaca, procjenjivanju kupaca, informacijama koje dolaze iz same organizacije (odjel prodaje i marketinga) „stolni” marketing i multi-nacionalno planiranje.

Svaki projekt treba imati dobro definiran način provođenja s određenim odgovornostima, rasporedom, promjenama i odgovarajućom isporukom.

### **Odabir glavnog voditelja projekta (champion)**

To je osoba koja promovira metodologiju „Šest sigme” kroz cijelu organizaciju a posebno u specifičnim funkcionalnim grupama.

Upoznat je s predmetom i alatima „Šest sigme”, odabire projekte, postavlja mjerljive ciljeve, kao trener i mentor, uklanja prepreke i raspoređuje novčana sredstva uz potporu voditelja (black belt).

### **Odabir voditelja (black belt)**

Voditelj je osoba kvalificirana za provođenje „Šest sigma” metode na rješavanju procesnih pogrešaka u proizvodnji. On će puno radno vrijeme koristiti za provođenje novog projekta koji mora polučiti novu financijsku dobit. Voditelj analizira i radi na uvođenju „Šest sigme” sa ostalim zaposlenicima kako bi došlo do napredka.

### **Odabir pomoćnika voditelja (green belt) i odabir ostalih članova tima**

Treba izabrati ljude spremne na promjene. Visoko kvalificirane ljude iz svih područja kao što su marketing, planiranje, proizvodnja, kontrola kvalitete i razvoja prodaje. Neki članovi tima će raditi na projektima od početka do kraja dok će se ostali uključivati samo u pojedinim fazama. Svaki član ima specifična zaduženja i obveze kako bi projekt uspješno završio.

### 3.3.1.2. Faza prepoznavanja

Smisao ove faze je odabir najboljeg proizvoda ili usluge temeljen na rezultatima ispitivanja kupaca. Usredotočen je na određivanju očekivanja određenog proizvoda ili usluge. Tim prepoznaje kupca, njegove kritike na kvalitetu, tehničke detalje i ciljeve stupnja kvalitete.

Definiranje kupca – tim može upotrijebiti SIPOC metodu za proizvod ili uslugu kao pomoć u prepoznavanju ili čak davanju prioriteta kupcima.

Sakupljanje informacija od kupaca (VOC) je prijeko potrebno za „Šest sigmu”. Prikupljanje informacija od kupaca uključuje slijedeće:

- kritički osvrt na pritužbe kupaca
- procjena kupčevih prioriteta
- fokusiranje na određene grupe kupaca
- ispitivanje kupaca u direktnom kontaktu
- traženje odgovora u kontekstu
- izvještaj sa terena
- kontrolne analize

Kano model nam može biti koristan u kategorizaciji želja kupaca vezanih za stvarne mogućnosti naše tvrtke.

- Tim analizira povratne informacije dobivene od kupca i iz marketinga. FMEA metoda, može odrediti odličnu bazu za klasifikaciju kritika na kvalitetu (CTQ) i ostalih kritičkih varijabli i pomoći timu da pronađe direktna sredstva za ispunjenje obećanih mogućnosti.

Tim može dopuniti upotrebu FMEA metode sa kvalitetnim funkcionalnim razvijanjem kao pomoć preventivnom planskom djelovanju.

### **Postavljanje ostalih zahtjeva**

- organizacijskih, regulativnih, društvenih itd.

Prepoznavanje kritike na kvalitetu i tehničkih potraživanja, ostvarivanje zadanih ciljeva i specifikacija limita.

Tim pojašnjava zahtjeve kupaca u obliku kritika na kvalitetu upotrebljavajući kvalitetno funkcionalno razvijanje. (QFD)

### **Formalno zapisivanje kritike na kvalitetu**

Tim postavlja ciljeve i domete prihvaćajući svaku kritiku na kvalitetu upotrebljavajući napredne analize.

### **Postavljanje mjerila kritike na kvalitetu**

Tim uspostavlja način mjerenja koji stupanj planiranja proizvoda ili usluge odgovara specifikaciji (normi).

### **Kreiranje Scorecarda**

Kroz projekt tim upotrebljava scorecards za zabilježbu planskih potraživanja, prikupljenih informacija, procjenjivanja provedbe, bilježenje rezultata i stvaranje prodornih i razumljivih rješenja. U fazi prepoznavanja tim formira listu kritika na kvalitetu i mjerenja.

### **Odabir koncepta planiranja**

Tim koristi informacije iz prve faze kvalitetnog funkcionalnog razvijanja (QFD) i usmjerava potencijalne planske zamisli kao različite podsisteme uključujući i planiranje. Mnogi podsistemi i komponente mogu biti ponovno upotrijebljeni iz prijašnjih „generacija”

planiranja. Tim upotrebljava pojmove pripremljene za novi proizvod ili uslugu u fazi „plana” i razvija ih u radni projekt oblikujući te pojmove koji će odgovarati svim zahtjevima. Tim za provedbu „Šest sigme” također učestalo provodi preliminirano FMEA metodu za svaki planski koncept.

Nakon kritike na kvalitetu tim se fokusira na CTP (kritiku za procesno mjerenje)

- Analizira se utjecaj kritike na kvalitetu kupaca na tehničke karakteristike
- Razvoj inovativnih alternativa za zadovoljenje funkcionalnih potreba

Tim može upotrijebiti bilo koji od alata za simulaciju inovativnog razmišljanja.

TRIZ metoda se pokazala korisnom za promoviranje i prepoznavanje planskih alternativa. Ova metoda se ne upotrebljava često zbog toga što generiranje potencijalnih rješenja i njihov razvoj može potrajati godinama.

### **Predstavljanje upravljačke analize i odabir materijala**

Ovu analizu tim koristi kao simulaciju za kompjuterske programe i odabir materijala. Metodologija promovira sistematski i kvalitetni pristup za odabir materijala. Softver omogućuje timu razvoj odabranih modela koji osiguravaju uključivanje elemenata iz povijesti za izlazak iz problema.

### **Odabir opreme baziran na potrebama učinkovitosti**

Ovo je posebno važno za proizvode sa dužim vremenom provedbe.

### **Formuliranje koncepta planiranja i i predviđanje sigma stupnja kvalitete**

Tim koristi PUGH metodu za vrednovanje koncepta planiranja, poboljšavanja i jačanja istog te za odabir najboljeg koncepta optimiziranja.

### **3.3.1.3. Faza planiranja**

Namjera faze planiranja je izgraditi pravilnu osnovu znanja o proizvodu ili usluzi i njihovim procesima. Tim pojašnjava kupčevu kritiku na kvalitetu u funkcionalno potraživanje i alternativni koncept ili određeno rješenje kroz odabrani proces, tim procjenjuje alternative i smanjuje listu rješenja dok ne dobiju jedno, najbolji koncept.

#### **Formuliranje konceptulanog plana**

U procjenjivanju planirane alternative upotrebljava se PUGH koncept za odabiranje pravilne tehnike izvođenja. PUGH koncept omogućuje timu da odabire ili unaprjeđuje najbolji proces. Idući stupanj procjene se bazira na FMEA metodi. Kod ove metode procjenjuje se odabrani planirani koncept zbog mogućih grešaka kako bi ih mogli na vrijeme prepoznati i eliminirati.

#### **Prepoznavanje dijela i proces kritike na kvalitetu**

Za svaku tehničku normu određuju se parametri plana kritike na kvalitetu i njezin utjecaj upotrebljavajući analiziranje, planiranje sa novim stvarima, simulacije i/ili predstavljanje odnosa između kupčevih potraživanja i planiranih dijelova.

#### **Kvalitetno određivanje prijenosnih funkcija**

Transfer funkcija se razvija i poboljšava kroz slijedeće aktivnosti:

- razvijanje prijašnjih prijenosnih mogućnosti
- izvođenje mjerljivih simulacija
- vođenje planiranih testova i istraživanja

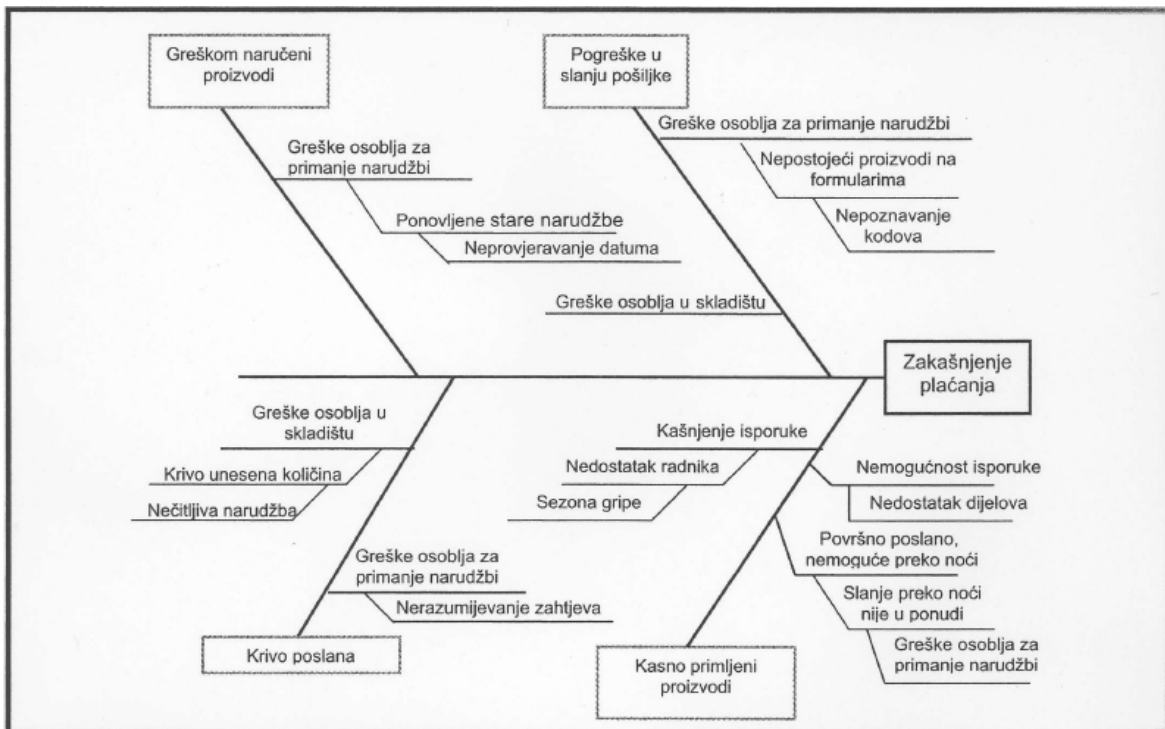


## Uspostavljanje pravih vrijednosti i tolerancije

Tim radi sa parametrima i tolerancijskim planom, slično kao sa iskustvenim planom tolerancije i analitičkim planom tolerancije, da bi stvorio jaki plan. Tolerancijska analiza je također vrijedan alat koji omogućuje kvantitativne procjene na učinke varijacija zahtjeva iz ranijih faza. Tri zajednička modela tolerancijske analize u planiranju su: najgori primjer tolerancijske analize, statistička tolerancijska analiza i osnovna-sumarna-kružna analiza. Za tolerancijsko predviđanje i analizu, može se upotrijebiti Monte Carlo simulacijska metoda.

## Izrada detaljne analize

Tim pokušava pronaći bilo kakve „rupe“ u procesima koji negativno utječu na provođenje novog plana. Za opisivanje propusta, najbolji je „riblji kostur“ dijagram (Slika 2.) - dijagram uzroka i posljedica. [7]



Slika 6. Dijagram uzroka i posljedice (Ishikawa) [9]

## **Prepoznavanje, upotrebljavanje i upravljanje rizicima**

Tim upotrebljava FMEA metodu za bolje razumijevanje rizika i njihovo kompenziranje.

### **3.3.1.4. Faza optimiziranja**

Namjera faze optimiziranja je prihvaćanje balansa kvalitete, cijene i vremena za reklamiranje. Tim upotrebljava napredne statističke alate i modele za povišenje razine kvalitete i pouzdanosti. Upotrebljavaju procesnu informacijsku sposobnost i statistički pristup za toleranciju i razvoj detaljnih procesnih elemenata i optimizaciju provođenja procesa.

### **Prepoznavanje potencijalnih grešaka**

Koristeći FEMA ili AFD metodu. Oba alata omogućuju planiranje i usaglašavanje proizvoda i planiraju proces.

Upotrebljavaju se vjerodostojni podaci za predviđanje terenskih vrijednosti. Tim također može upotrijebiti pilot projekt i implementirati manju količinu promjena za testiranje i procjenu djelovanja. Rade se korekcije u provedbi za smanjivanje i prevenciju pogrešaka.

### **Razvijanje snažnog planiranja**

Fokusiranje na planirani proces je stvaranje planiranja koje je snažno, koje može opstati (biti uspješno) usprkos varijacijama parametara planiranja, izvođenja i procesa. Tim radi kako bi stvorio moćne procese uvažavajući procesna traženja, kritike na planiranje i kritike na kvalitetu (CTQ). Upotrebljava eksperimentalni proces (DOE) ili Taguchi metodu za ujednačavanje vrijednosti parametara i smanjenje varijacija.

## **Prihvaćanje odgovornosti metode (RSM)**

Kritični problem u optimiziranju procesa ili u proizvodnji, RSM obično rješava nizom proizvodnih eksperimenata koji imaju namjeru uklanjanja nebitnih činjenica. Primarna namjera RSM-a je pronalaženje optimalnih činjenica koje utječu na odgovornost.

### **3.3.1.5. Faza prihvaćanja**

Glavni cilj faze prihvaćanja je demonstriranje da u proizvodnji ili usluzi zadovoljavamo sve zahtjeve kupaca, kako bi osigurali da će proizvodnja ispuniti očekivanja kupaca. Ova faza se sastoji od testiranja prihvaćanja i vrednovanja kvalitete proizvoda kroz mogućnosti i sposobnosti. Tim testira prototipe i proizvode.

#### **Potvrđivanje proizvoda ili usluge i procesa**

Ovaj korak može uključiti testiranje prototipa.

#### **Prihvaćanje MSA metode**

Tim ponovno provjerava i utvrđuje koja količina varijacija u procesu mjerenja doprinosi općim procesnim promjenama.

#### **Definiranje i povezivanje kontrolnog plana**

Kada proizvodnja potvrdi svoju kvalitetu zadanim ispitivanjima, tim stabilizira takvu proizvodnju. Postavljaju kontrolni plan kako bi se vlasnici mogli uvjeriti u kvalitetu procesa i odobriti ga. [7]

### 3.4. BPMS i „Šest sigma“

„Šest sigma“ je filozofija upravljanja koja se fokusira na eliminaciju grešaka, na način da krene od razumijevanja, mjerenja i unaprjeđenje procesa. To je novi način razmišljanja i poslovne kulture, koji proizlazi iz istinskog i potpunog posvećivanja svih zaposlenika „Šest sigmi“.

Prije uvođenja „Šest sigme“ u organizaciju trebalo bi razjasniti i pripremiti sve odgovore na nejasnoće o „Šest sigmi“, kako bi bili sigurni da su svi razumjeli i znaju što ih očekuje.

Najčešće krivo razumijevanje „Šest sigme“ je to da je ona zamjena za postojeći razvojni proces. Ako u organizaciji ne postoji uobičajeni proces, on može biti korišten za provođenje razvojnog procesa ali tipična „Šest sigma“ unaprjeđuje alate i timski rad kao nadopunu već postojećeg razvojnog procesa.

Slijedeće krivo razumijevanje „Šest sigme“ je to da ona dozvoljava prevelika odstupanja u odnosu između nabavne i prodajne cijene pa su troškovi veći, povećava vrijeme razvojnog ciklusa pa se propuštaju marketinške povoljne prilike. Međutim „Šest sigma“ upravo dovodi u ravnotežu troškove, vrijeme proizvodnje, raspored i kvalitetu.

Pogrešno je mišljenje da je „Šest sigma“ kolekcija jednostavnih alata. „Šest sigma“ koristi moćne alate koji sami neće osigurati uspjeh, bez znanja kako ih upotrijebiti u specifičnim prilikama.

Pogrešno je mišljenje da „Šest sigma“ uključuje samo srž proizvodnog tima i nema utjecaj na marketing, istraživanje i proizvodnju. Zbog alata koji su nedavno dodani „Šest sigmi“ to više nije točno. Najuspješniji produktivni timovi su oni u kojima sudjeluju sve strukture sa jakim projektnim menadžerskim vodstvom i podrškom uprave. Marketing, istraživanje, dizajn i unaprjeđenje proizvodnog procesa su tipični predstavnici „Šest sigme“. Zaposlenici moraju raditi zajedno kako bi otkrili potrebe kupca, odabiru proizvodni koncept, odabiru adekvatan proizvod i biraju dobavljače.

Svako poduzeće trebalo bi imati razvijen BPMS - Business process management system. U svjetlu „Šest sigme“ - treba napomenuti da je pravi - Process Management - onaj koji podržava niz inicijativa i aktivnosti poduzimanih u cilju definiranja procesa od početka do kraja poslovanja, na način kako bi ga želio vidjeti naš klijent/kupac.

U svojoj implementaciji BPMS dodirnuti će i način rada i organizaciju rada.

Prednosti su brojne, npr:

- Omogućava praćenje kontinuirane kvalitete i primjenu alata koji podupiru vođenje dnevnog poslovanja
- Definira vlasnike/nosioce pojedinih procesa
- Procesi postaju konzistentni i kontralabilni
- Procedure koje se pišu su izvodljive i procesi su ponovljivi
- U slučaju da je proces van kontrole pravovremeno se reagira
- Moguće je vidjeti varijacije procesa - odstupanja (span), na taj način menadžment ima mogućnost reakcije u tijeku procesa, a ne kao prije kada je bio u poziciji da dobije izvještaje na kraju i bio suočen samo sa činjenicama bez mogućnosti reakcije unaprijed
- Kod definiranja procesa vodi se računa u potpunosti o očekivanjima klijenta. Tijekom dnevnog rada i praćenja rezultata – radi se uspoređivanje očekivanja klijenata sa mogućnostima procesnih kapaciteta
- Unapređenje kvalitete
- Povećanje produktivnosti i efikasnosti
- Povećanje zadovoljstva klijenata a i samih zaposlenika
- BPMS je baza za edukaciju i razvoj
- BPMS predstavlja bazu dokumentacije, kao i bazu za planiranje i budžetiranje

Neovisno o tome da li se definira novi produkt ili usluga, u svrhu mjerenja dosadašnjeg načina rada, unapređenje produktivnosti ili unapređenje zadovoljstva klijenta/kupaca, „Šest Sigma” se fokusira na procese kao ključne elemente koji će pomoći da se svojim proizvodom ili uslugom približi očekivanjima klijenata. Redefiniranjem procesa kao i temeljnim promjenama razmišljanja o redizajnu procesa postiže se nevjerovatno unapređenje u kritičnim određenim točkama za mjerenje proizvodnosti ili pružanja usluge kao što su – troškovi, kvaliteta usluge i brzina.

Jedan od najimpresivnijih utjecaja „Šest Sige” je mogućnost utjecaja na uvjeravanje vodećih menadžera, da vladanje procesima i unapređivanje procesa nije samo nužno zlo,

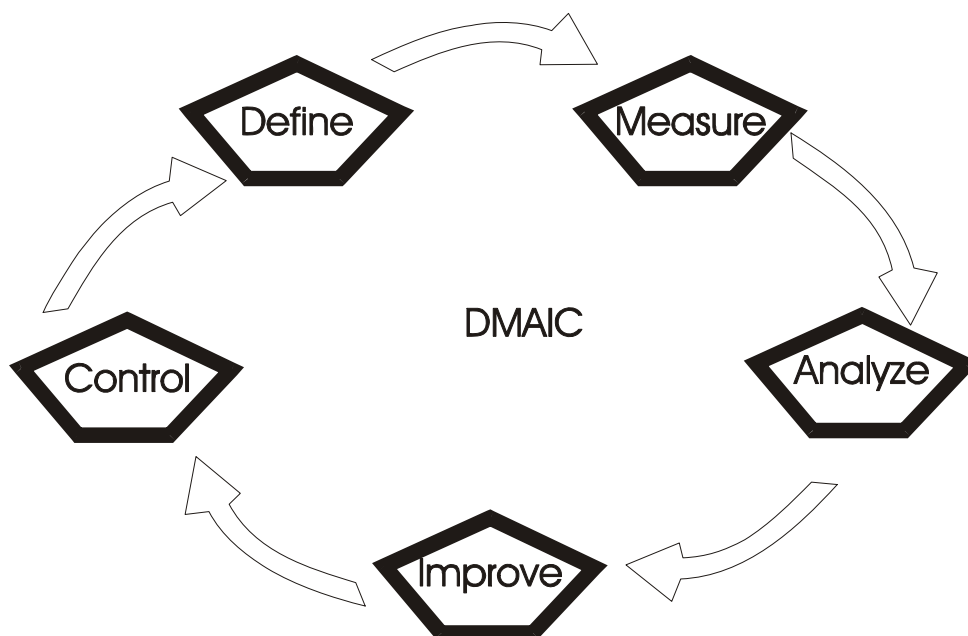
već značajan korak prema stvaranju konkurentskih prednosti, unapređenju kvalitete te financijskom benefitu. [7]

### 3.5. Način primjene „Šest sigme”

„Šest sigma” se fokusira na planiranje proizvodnje, usluge i procesa proizvodnje. Menadžeri znaju da će uvođenje „Šest sigme” ili neke druge inicijative uspješno uključiti masovne kulturne promjene u organizaciji. „Šest sigma” će direktno utjecati na zaposlenike, unapređenje proizvodnog inženjeringa, samu proizvodnju, marketing, distribuciju i prodaju. Od zaposlenika će se tražiti temeljne promjene u njihovom svakodnevnom obavljanju poslova. Ovdje se od zaposlenika može očekivati otpor prema promjenama sve dok ne shvate (prepoznaju) da su neophodne.

Menadžment igra najvažniju ulogu u vođenju i provedbi promjena u organizaciji. Komunikacija je također vrlo važna kako bi zaposlenici u cijeloj organizaciji znali što se događa i zašto.

„Šest sigma” se primjenjuje kroz pet procesnih koraka; tzv D-M-A-I-C, što prikazuje slika 3. [7]



*Slika. 7. Procesni koraci za primjena „Šest sigme” [8]*

Vođeni ovim procesom koji je fleksibilan, ali snažan skup pet podjela (DMAIC) da bi se poboljšanja mogla napraviti i tako ostati, ekipa radi na definiranju problema do implementacije rješenja. Koristeći process DMAIC ekipa surađuje s cijelom organizacijom, ispituje kupce, skuplja podatke i razgovara s ljudima na koje će njihovo rješenje direktno utjecati. [7]

DMAIC metoda se definira kroz slijedeće postupke:

- 1) Mjeriti problem
- 2) Fokusiranje na kupca
- 3) Verifikacija uzorka
- 4) Riješiti se starih navika
- 5) Rukovoditi rizike
- 6) Mjerenje rezultata
- 7) Održavanje promjena

**DMAIC (Define, Measure, Analyze, Improve, Control) PROCESS**

- Definiranje
- Mjerenje
- Analiziranje
- Unapređenje
- Kontroliranje

### **D-Define (Definiranje)**

Ovaj dio definira Projekt. Definiraju se želje klijenta i posljedice (u ovoj fazi se ustanovljava jedan od alata „CTQ- Critical to quality“. Tim sakuplja **VOC** (Voice of customer - kao info upotrebljavajući anketu, ili brainstorming ili...). Ta informacija se transformira u „**Specific and measurable CTQ**“ – oko kojeg se fokusira unapređenje projekta.

Tim zatim definira „Project charter“ u cilju kreiranja granica i ciljeva („In/out of scope“)

### **M-Measure (Mjerenje)**

„Measure the defects&process operation“ Ovaj korak se fokusira na prikupljanje podataka oko identificiranog problema. Radi se „**Project output metric**“ u kojem se identificiraju ključni pokazatelji projekta i mjerenje rezultata - link sa potrebama klijenta.

Prije prikupljanja podataka „Measurement system“ treba biti vrednovan - kako bi se osigurali da je proces prikupljanja podataka ispravan. Prikupljanje podataka je važno jer se tada barata činjenicama - inače se ima samo mišljenje - što nije dobro.

Jedan od alata „SIPOC“; **QFD (Quality Function Deployment)**; „Develop data Collection plan“ „**uključuje operatinal definition for each measure**“ kako bi shvatili o čemu se radi; „Output metrix“ - kaže posljedicu, ali ne i što ju je uzrokovalo - zato treba „**segmentation Factor**“

### **A-Analyze (Analiziranje)** - analiza podataka i otkrivanje uzroka problema

U ovom koraku pobliže se razmatra rezultate podataka kako bi se otkrilo što uzrokuje odstupanja. Pomoć - statističkih metoda - tu se dobiva tzv: „**Root causes**“

### **I-Improve (Unapredenje)**

U ovom koraku fokusira se na traženje mogućnosti onih karakteristika koje trebaju biti poboljšane da bi se postiglo cilj. „**Root causes are addressed**“ i rješenje je identificirano. Slijedi testiranje tj „**Potential problem analysis**“ prije same primjene.

### **C-Control (Kontrola)**

Sastavlja se „**Proces control plan**“ koji se sastoji od nove procesne mape i kontrolnih mjesta - prati se ponašanje procesa „**Response plan**“.



Implementacija - vrednovanje financijskih učinaka. [7]

### **Faze definiranja problema**

U toj fazi pristupa se određivanju i odabiranju projekta:

U ovoj fazi rukovodstvo pregledava listu potencijalnih projekata „Šest sigme” i izabire onaj koji bi bio najbolji za neku ekipu. Postavljanje prioriteta je teško, ali vrlo važno da bi se rad ekipe isplatio.

- stvaraju se timovi i dodjeljuju se uloge svakom od sudionika tima
- radi se kratak opis problema
- određuju krajnji ciljevi procesa - što želimo postići u svrhu zadovoljenja klijenta - označujemo i eventualno prihvatljivu toleranciju
- izabire se koncept koji je baziran na VOC-u
- točno se definira okvir razmatranja - tijekom projekta sve što je izvan tog okvira se ne razmatra
- Tijekom ove faze definiranja, koristi se tzv. SIPOC analiza. (S - supplier, I - input, P - process, O - output, C - customer). Tu se definiraju procesi.

Ova faza važna je za kasniju fazu mjerenja i unapređenja.

## **Faza mjerenja**

Mjerenje logički slijedi definiranje i most je do slijedećeg koraka - analize. Mjerenje ima dva glavna zadatka:

- 1) Skupiti podatke za provjeru i kvantificirati problem ili priliku. Obično su ove informacije kritične da bi se potpuno dovršila prva povelja.
- 2) Testiranje činjenica i brojki izlaze koje daju podatke o uzroku problema.

Timovi gledaju proces biznisa i ponavljaju prioritete te donose dobre mjere koje su potrebne. Proces ima tri glavne podijele mjerenja:

- 1) Proizvodnja ili posljedica: krajnji rezultat procesa. Mjerila proizvodnje se fokusiraju na neposredne rezultate (dostava, greške, žalbe) i posljedice gledaju dugoročne utjecaje (zaradu, zadovoljstvo, itd.)
- 2) Proces: Stvari koje se mogu pratiti i mjeriti. Ovi predmeti pomažu timu da se lakše usredotoči na bitne uzroke problema.
- 3) Ulaganja: Stvari koje se ulažu u proces promjena da bi dobili proizvod. Naravno loša ulaganja mogu proizvesti nove proizvode, pa mjerenje ulaganja pomaže u identificiranju uzroka.

Prioritet DMAIC ekipe uglavnom mjeri proizvodnju da kvantificira postojeće probleme. Ova temeljna linija mjerenja je potreban podatak da bi zadovoljio povelju; ako ponekad ispadne da je problem manji ili su podaci neočekivani, projekt se može otkazati ili restrukturirati.

## **Faza analiziranja**

U ovoj fazi dolazi do analize podatke. Izračunava se standardna devijacija procesa, koja nam ukazuje koliko naš proces odstupa od cilja koji smo si zadali u CTQ-u u fazi definicije. Još se utvrđuje u kojim dijelovima procesa je standardna devijacija prisutna - prema SIPOC-u. Ključnu ulogu ima financijski analitičar.

Jedan od glavnih principa rješavanja problema u DMAIC-u je postojanje više vrsta uzroka, da ne bi predodžbe zamutile odlučivanje tima.

Neke uobičajene kategorije uzroka koje se istražuju:

- metode: procedure ili tehnike koje se koriste u poslu
- strojevi: tehnologija, npr. računala, printeri ili strojevi za proizvodnju koji se koriste u procesu rada
- materijali: podaci upute, brojevi, činjenice, formulari i dokumentacija koji će se negativno odražavati na proizvod ako imaju mana ili neispravnosti,
- mjerila: krivi podaci koji se dobivaju mjereći proces ili promjena ponašanja ljudi bazirajući se na onome što je izmjereno i kako
- Majka prirode: elementi prirode, od vremenske do ekonomske klime, utjecaj koji ima na učinak procesa ili biznisa
- Ljudi: ključni podatak jer zbraja sve ostale elemente da proizvede rezultate biznisa

### **Faza unapređivanja**

U ovoj fazi pristupa se metodama koje mogu pomoći pri utvrđivanju poboljšanja.

Metode koje se koriste:

- Benchmarking - analiza konkurencije
- Brainstorming
- Creative thinking
- Best practice

Konačno tim odabire najbolje rješenje za implementaciju u poduzeću. Ispočetka se implementacija odvija na pilot projektu, a tek se po uspješnom provođenju implementira u poduzeću.

Implementacija nije samo aktivnost što se „samo učini“ (just do it). DMAIC rješenja moraju se pažljivo voditi i testirati. Male probe su obavezne, timovi prođu „analizu

potencijalnih problema“ da ustanove što bi se moglo dogoditi i da budu pripremljeni za rješavanje problema prije nego se dogode. Nove promjene moraju se „prodati“ članovima organizacije, čija je potpora ključna. Podaci se moraju sklopiti i vodi se istraga o pravom utjecaju novog rješenja.

### **Faza kontrole**

Novi procesi i procedure koje se uvode moraju biti pod kontinuiranom kontrolom kako bi se izbjeglo vraćanje na stari način i metode rada te kako bi se u ovoj fazi moglo korektivno djelovati ako je potrebno. Važno je ustrojiti modul dokumentacije, monitoriranje i response plan tj. metode mjerenja poduzimanja akcija, vremenski period procesa i vlasnika procesa.

Kontrolne mjere koje DMAIC ekipe moraju postaviti:

- Razviti proces nadgledanja da bi se implementacija projekta pratila.
- Napraviti plan za sve moguće probleme koji bi mogli iskrsnuti
- Osigurati da rukovodstvo firme prati glavne promjene i da imaju konkretne informacije o posljedicama (Y) i ulaganjima (X).

S ljudske strane tim mora:

- Raznim prezentacijama „Prodati“ projekt.
- Predati odgovornosti za projekt ljudima koji će ga koristiti svaki dan.
- Osigurati potporu rukovodstva za krajnje ciljeve projekta.

Kako bi se saznala očekivanja klijenata potrebno ih je oslušivati i na adekvatan način prikupljati njihove prijedloge, želje, kritike i pohvale (tzv.VOC - voice of the customer), nakon čega se putem metodologije 6 $\sigma$  pristupa CTQ (critical to quality) analizi. [7]

## **VOC (voice of the customer)**

- Definiše se tko su kupci - definiše segmente kupaca i po tim segmentima sadržajne informacije
- Sluša glas kupaca (VOC) - prikuplja podatke
- Analizira podatke - organizira podatke
  - prevodi i prioritizira ih po njihovoj važnosti

Postoji mnogo načina prikupljanja informacija o željama kupaca. To može biti procjenjivanje, fokusiranje na određene grupe kupaca, pojedinačni razgovori, istraživanja, specifikacije kupaca, prikupljanje izvještaja sa terena, prikupljanje primjedbi kupaca i analiza prikupljenih podataka.

Slijedeći korak u procesu je taj da se prikupljene informacije dokumentiraju, organiziraju i analiziraju širokim spektrom alata koji je na raspolaganju projektnom timu.

Neki od ponuđenih alata su:

- a) procjena klijenta
- b) grupiranje klijenta
- c) kvalitetno funkcionalno razvijanje
- d) tablica sa željama kupaca
- e) House of Quality (HoQ)
- f) analitika hijerarhijskog procesa

### **a) Procjena klijenta**

Procjena klijenta se može napraviti prikupljanjem informacija na temelju uzorka populacije koju proučavamo. Procjena se može provoditi na nekoliko načina uključujući kontakt telefonom, mailom ili osobno.

Bez adekvatne procjene kupca teško je znati koja će vrsta proizvoda ili usluge donijeti uspjeh ili neuspjeh i razumjeti zašto. Ovaj način procjene kupaca je koristan u određenim slučajevima ali mu je nedostatak taj što se gubi puno vremena za prikupljanje većeg broja

podataka što je uvjet za određivanje dizajna novog proizvoda. Zbog toga je sve popularniji novi pristup tzv. ciljano ispitivanje kako bi doprli do srži želje kupaca.

Ciljano istraživanje uključuje manje timove koji promatraju kupce ili potencijalne kupce i njihove reakcije na proizvod. Rade bilješke o tome što im se sviđa ili ne i frustracije koje nastaju pod utjecajem određenih faktora. Važne su i zabilješke o tehničkim rješenjima.

## **b) Grupiranje klijenta**

Nakon što je projektni tim prikupio informacije od kupaca, njihove želje i očekivanja potrebno je te informacije posložiti. Ako se povežu dobiveni podaci iz provedenih anketa, procjene rezultati, provede se istraživanje tržišta i uključi u izvještaj to može biti koristan alat.

## **c) Kvalitetno funkcionalno razvijanje**

Kvalitetno funkcionalno razvijanje je bitan dio strategije „Šest sigme”. To je sistematski pristup kojim se zahtjev kupaca provodi u dizajniranje proizvoda koji će zadovoljiti njihove zahtjeve. Projektni tim koristi kvalitetni funkcionalni razvoj za određivanje želja i potreba kupaca sa posebnim naglaskom na kvalitetu i to kroz istraživanje marketinga, prodaje i distribucije. Kvalitetni funkcionalni razvoj se pojavio u kasnim 60-ima 20. stoljeća, a izmislili i upotrijebili su ga profesori Shigeru Nizuno i Yoji Akao. Prihvatanje statističke kontrole kvalitete treba dovesti do poboljšanja kvalitete.

Kako bi se najbolje iskoristila analiza kvalitetnog funkcionalnog razvoja projektni tim započinje sa Kano modelom zatim koristi sistematiziranu tabelu sa željama kupaca i House of Quality metodu.

Kano model je dizajniran u formi križaljke u kojoj je svaki zahtjev kupca koji se odnosi na određeni proizvod ili uslugu smješten u jednu od 3 klase. Prva klasa su osnovni zahtjevi koji ne zadovoljavaju u potpunosti. Druga klasa su posebne želje kupaca čije ispunjenje bi ga činilo zadovoljnim. Treća klasa su neočekivani dodaci proizvodu ili usluzi koji bi

ispunili njihove latentne prohtjeve, pružili im zadovoljstvo i za koje bi bili voljni platiti veću cijenu. Ovu metodu je razvio ekspert za kvalitetu Noriaki Kano.

#### **d) Tablica sa željama kupaca**

Ovaj alat omogućuje radnom timu zabilježbu informacija o potrebama kupaca kako bi se bolje mogle objasniti i uvrstiti u radne projekte.

Kupci su kategorizirani po spolu, starosti, mjestu stanovanja i po tome koji proizvod ili uslugu koriste. Prikupljene informacije su nastale na temelju pitanja Što? Gdje? Kada? Kako? Zašto? Ovakav pristup omogućuje bolju analizu izjava kupaca. Radni tim odvaja „vanjske” i „unutarnje” dobivene informacije direktno od kupaca a posebno informacije dobivene u samoj tvrtki. Drugi dio tablice sa željama kupaca je tumačenje izjava kupaca u prohtjeve.

#### **e) House of Quality (HoQ)**

House of Quality je alat koji ukazuje radnom timu na što se treba posebno obratiti pažnja u organizaciji te proslijediti tu informaciju svim djelatnicima. Ovaj alat omogućuje sigurnost kako radni tim neće ništa propustiti kada prepoznaju kritiku na kvalitetu što je glavni pokazatelj zadovoljstva kupca.

House of Quality je proces u kojem će potrebe kupca biti vodilja cijelog razvojnog procesa. On omogućuje planiranje i organiziranje kritike na kvalitetu na svim nivoima stvaranja proizvoda.

Postoje četiri ključne faze House of Quality:

- Dizajniranje proizvoda

Iznosi želje kupaca i povezuje sa razrađenim produktivnim mogućnostima tvrtke.

- Planiranje dijelova proizvoda

Idejni izgled proizvoda i mogućnosti tvrtke iz prvog dijela određuju značajke proizvoda.

- Procesno planiranje

Povezivanje značajki proizvoda iz dijela dva sa proizvodnim odjelima organizacije.

- Planiranje proizvodnje

Planiranje proizvodnje tako da se nakon procesne proizvodnje opskrbimo sa dovoljnim količinama sirovina kako bi u samom procesu proizvodnje mogli maksimalno iskoristiti mogućnost strojeva.

#### **f) Analitika hijerarhijskog procesa**

Analitički hijerarhijski proces je alat koji omogućuje analizu više kriterija i točan redoslijed zaduženja i ovlasti kako bi se kreirali prioriteta.

Prvi korak je odabiranje kriterija ili mjerila po njihovoj važnosti i to na način da se svaki kriterij uspoređuje sa svim ostalima.

Drugi korak je procjena svakog faktora po svakom mjerilu. Svaka opcija se pridružuje u par sa drugom opcijom za svaki kriterij i usporedbu.

Korisnici su obeshrabljeni da iznose usporedbe kroz verbalne izjave, a onda to izražavaju kao vrijednost ili odluke npr.: „Koliko je puta opcija A preferirala nad opcijom B?” ili „Koliko je puta opcija B prevagnula nad opcijom A?”

Ovakav način kompariranja omogućuje matematički izračun prioriteta svake opcije.



Ovaj alat „Šest sigme” je razvio matematičar Thomas L. Saaty. Profesor na univerzitetu u Pittsburghu i sastoji se od 4. koraka:

- 1) Odabrani problem je riješen sa određenim kriterijem ili radnim odijelom
- 2) Kriteriji ili mjerila su vrednovani
- 3) Radni odjeli i njihovi voditelji su procijenjeni međusobno pomoću kriterija
- 4) Prioriteti su sistematizirani (posloženi po redoslijedu) [7]

### **3.6. LJUDI I SREDSTVA U PROCESU „ŠEST SIGME“**

Proces i svi alati koji se koriste neće dovesti do „Šest sigme“ bez ljudi koji koriste taj proces i primjenjuju alate.

Kao što se „Šest sigma“ razlikuje s obzirom u kojoj se organizaciji primjenjuje, tako se razlikuju poslovne operacije, strukture i kulture, tako se razlikuju i ključni ljudi u njihovim titulama, kvalifikacijama, obrazovanju, ulogama i odgovornostima.

#### **Ljudi uključeni u „Šest sigma“ projekte, počevši od vrha:**

- Executive Leaders, CEO - Izvršni direktor
- Champion - Šampion i/ili sponzor
- Master black belts - Glavni crni pojasevi
- Black belts - Crni pojasevi
- Green belts - Zeleni pojasevi
- Team members - Članovi tima

#### **3.6.1. Executive Leaders CEO – izvršni direktor**

Uspjeh „Šest sigme“, kao i bilo koje druge organizacijske inicijative, počinje od vrha. Bitno je da glavni direktor vodi sve projekte od početka do kraja.

### 3.6.1.1. Kvalifikacije CEO izvršnog direktora

CEO ne treba kvalifikacije za postavljanje, potporu i promociju „Šest sigma“. CEO je minimalno kvalificiran uslijed tog što je vodeća osoba u organizaciji i najodgovorniji za financijske rezultate. Naravno, što više CEO zna o „Šest sigmi“, to bolje. Ako nije upoznat sa, ako ništa drugo, osnovama o „Šest sigma“ projektu, tada bi svakako trebao to učiniti.

### 3.6.1.2. Obučavanje, izobrazba CEO izvršnog direktora

CEO i drugi izvršni direktori trebaju biti upoznati sa bar principima i mogućnostima „Šest sigme“. Naravno korisno je znati i ulogu osnovnih alata. Savjetnici, glavni crni pojasevi (master black belts) i crni pojasevi (black belts) mogu provoditi ono što je bitno. Postoje knjige koje mogu pripremiti izvršne direktore za provođenje „Šest sigme“.

### 3.6.1.3. Uloge i odgovornosti CEO izvršnog direktora

- CEO mora vjerovati u „Šest sigmu“ i omogućiti da funkcionira
- Mora vjerovati u svoje zaposlenike i podupirati ih
- Mora stajati iza svojih obećanja i učiniti ono što je rekao da hoće, te na taj način demonstrirati etičko vodstvo
- Moraju biti strpljivi, ne požurivati zaposlenike niti „Šest sigma“ proces
- Postavljanje ciljeva za provođenje „Šest sigma“ kao dio poslovnog plana
- CEO namiče sredstva za izobrazbu i podršku procesa
- Određuje priznanja, nagrade i druge motivacije za svoje zaposlenike koji su uključeni u „Šest Sigma“ projekt, kako bi on postao uspješan
- Na kraju krajeva on veliča uspjeh

### **3.7.1. Champion (Šampion)**

Šampion je netko tko je izučen kao Black belt i već je dugi niz godina nadležan za „Šest sigma” projekte, radi na tom cca. 10 godina. Kao takav ima dovoljno iskustva da upravlja novim kandidatima za Black belt.

#### **3.7.1.1. Kvalifikacije šampiona**

Šampion ili sponzor je osoba izabrana iz viših redova menadžmenta da bude vođa, trener, mentor, da podupire projektne timove i osigura potrebna sredstva. Šampion promovira „Šest sigma” metodologiju u poduzeću a pogotovo u specifičnim funkcijskim grupama. Šampion je najčešće jedan od direktora ili čak potpredsjednik poduzeća. Može se dodati da je od pomoći ako je šampion ili sponzor netko tko se usudi biti drugačiji i inovativan.

#### **3.7.1.2. Obučavanje, izobrazba šampiona**

Šampion mora biti upoznat s osnovnom i naprednom statistikom. Najbolje je ako je on izučen kao black belt (crni pojas). Mora biti vješt u poslovnom planiranju. Treba moći uspostaviti ciljeve za dizajniranje proizvoda i usluga, postaviti mjere za „Šest sigma” projekt i procijeniti njihovu financijsku vrijednost. Šampion ne mora nužno biti tehnički stručnjak za „Šest sigma” ali bi trebao znati dovoljno kako bi mogao koordinirati „Šest sigma” projektom.

#### **3.7.1.3. Uloge i odgovornosti šampiona**

Šampion osigurava da projektni tim uspješno savlada prepreke - funkcionalne, financijske, osobne i druge - kako bi njegovi članovi mogli raditi svoj posao.

- Razvrstava „Šest sigma” projekte
- Određuje projektne ciljeve
- Bira tko će biti crni pojas, a tko zeleni pojas
- Svladava prepreke
- Ohrabruje crne pojaseve i timove
- Brine o rezultatima
- Mora biti sposoban napraviti što god je potrebno kako bi projekt uspio
- Suraduje s izvršnim direktorima

### **3.8.1. Master black belts (MBB) - Glavni crni pojas**

Predstavlja tehničko vodstvo u provođenju „Šest sigma” projekta. Glavni crni pojas ima najviše tehničkih i organizacijskih vještina. Asistira šampionu, pomaže crnom pojasu kad je to potrebno.

#### **3.8.1.1. Kvalifikacije za Glavni crni pojas**

Osoba koja je izučena da bude Glavni crni pojas mora biti sposobna raditi sa statističkim i nestatističkim alatima. Glavni crni pojas trenira kandidate za crni pojas. Komunikacijske vještine su važne i potrebne podjednako kao i tehničke. Mora shvaćati da je tehnologija organizacije važna jednako kao i teorija o „Šest sigmi”. Glavni crni pojas se izabire iz najviših slojeva menadžmenta.

#### **3.8.1.2. Obučavanje, izobrazba Glavnog crnog pojasa**

Glavni crni pojas ima najvišu razinu tehničkog znanja. Mora biti stručnjak u primjeni „Šest sigma” metodologije u svim područjima i na svim razinama. Trenira crni pojas pa mora znati sve što mora znati i crni pojas. Kad uspješno savlada vještine kao crni pojas, tada uči kvantitativne i kvalitativne analitičke vještine. Također mora razumijeti teoriju pored metoda koje se primjenjuju.

### 3.8.1.3. Uloge i odgovornosti za Glavnog crnog pojasa

Glavni crni pojas se orijentira u potpunosti na „Šest sigma”, odnosno na podučavanje, mentorstvo te aktivno radi na uvođenju „Šest sigma” razmišljanja.

## 3.9.1. Black belts - Crni pojas

Crni pojasevi su stručnjaci odgovorni za vođenje „Šest sigma” projekata i timova puno radno vrijeme. Oni su potpuno posvećeni i obrazovani za „Šest sigma” tehnike. Pravilo je da na sto zaposlenika bude jedan do tri crnih pojaseva.

### 3.9.1.1. Kvalifikacije za Crni pojas

Crni pojas mora imati jaku želju da učini stvari drugačijima i boljima. Mora imati istaknute međuljudske, komunikacijske i uslužne sposobnosti:

- Mora biti znatiželjan
- Mora biti prirodno jak i entuzijastičan vođa
- Zna raditi samostalno i u grupi
- Poštuje svoje suradnike i oni njega
- Inspirira druge
- Razumije i prepoznaje mogućnosti i granice svojih suradnika
- Zna prihvatiti kritiku
- Voljan je i zainteresiran naučiti kako primijeniti „Šest sigma” alate

### 3.9.1.2. Obučavanje, izobrazba za Crni pojas

Crni pojas treba imati solidno znanje o osnovama statistike. Mora poznavati alate koji se primjenjuju u „Šest sigma” metodologiji i naravno, znati ih primijeniti. Predvodi projektne timove, te mora zato naučiti kako ih voditi. Uči kako biti učitelj i mentor kandidatima za zeleni pojas.

### 3.9.1.3. Uloge i odgovornosti Crnog pojasa

Crni pojas se mora u potpunosti posvetiti „Šest sigmi”, kako bi postigao ciljeve „Šest sigma” razvojnih projekata. On trenira i mentor je članovima projektnih timova, upravlja i brine o rizicima, koordinira u aktivnostima, svladava prepreke za postizanje ciljeva, posreduje između timova i drugih članova organizacije te pregledava postignute projektne rezultate. Iako su šampioni odgovorni za krajnji rezultat, crni pojas je odgovoran za rad na projektu pri postizanju tog krajnjeg rezultata.

## 3.10. Green belts - Zeleni pojas

Oni pomažu crnim pojasevima i članovi su projektnih timova. Oni rade na specifičnim područjima i tako provode „Šest sigmu” u pojedine funkcije poduzeća.

## 3.11. Članovi tima

Članovi tima moraju imati dovoljno znanja o projektu, i moraju imati želju iskušati nove stvari. Moraju dobro raditi u grupi, znati sa klijentima, imati iskustvo sa sličnim proizvodima i uslugama koje nude. Moraju moći donositi odluke u području koje predstavljaju te poznavati osnove „Šest sigme”. [7]

## 4. SIPOC METODA

Kada se tvrtke odluče za „Šest sigmu” kao način izvršenja poboljšanja procesa, zaposlenici trebaju biti upoznati sa količinom alata „Šest sigme” i idejom za obučavanje zelenih i crnih pojaseva. Menadžer, poznavatelj „Šest sigme” treba naglasiti da ima puno posla koji treba obaviti prije samog odabira kandidata za obuku.

Zaposlenici uključeni u provedbu „Šest sigme” trebaju znati da je potrebno izgraditi temelje za obnovljivo kontinuirano poboljšavanje u poduzeću kao i prikazati stvarnu sliku trenutnog procesa. To su ključni elementi koji omogućuju poduzeću prepoznavanje projekata koji će poboljšati procese na učinkoviti način.

Usvajanje stanja prikaza procesa „kako jest“ u poduzeću je važno, jer omogućuje spremnost za odabir projekata, uvođenja DMAIC alata i certifikaciju „Šest sigme”. U početku razvoja „Šest sigme”, projekti imaju prevelike ciljeve, uzrokujući gubitke vremena i slabiju podršku unutar organizacije. Cilj treba biti osiguranje visokih vrijednosti, a projekti bi trebali biti identificirani i povezani sa strateškim ciljevima tvrtke. Važno je za identifikaciju projekata i grafičko prikazivanje stanja procesa omogućiti da poduzeće bolje razumije sve korake, kritične ulaze i izlaze, proizvod i informacije koje putuju od dobavljača do kupca. Sa prikupljenim detaljnim informacijama i zajedničkim razumijevanjem o tijeku procesa, može se lakše prepoznati idejni projekt za poboljšanje.

Mnoga istraživanja i diskusije su fokusirana na SIPOC dijagram – alat koji se koristi u „Šest sigma” metodologiji. SIPOC dijagram se koristi za točno identificiranje svih relevantnih elemenata unaprjeđenja proizvodnog procesa prije nego što započne. On pomaže definiranju složenih projekata koji možda nisu bili kompletno obuhvaćeni ili vrednovani i u «službi» je faze mjerenja „Šest sigme” DMAIC metode.

Njegovo ime potiče tim da razmotri dobavljače (Suppliers „S“ u SIPOC-u) za određeni proces, ulazne proizvode (Inputs „I“) procesa, proces (Process „P“) koji tim unapređuje, izlazne proizvode (Outputs „O“) procesa i kupce (Customers „C“) korisnike izlaznih proizvoda. [11]

## **SIPOC alati primijenjeni u boljem definiranju procesa rada tiskare**

SIPOC alati su posebno korisni kada nije jasno:

- Tko je dobavljač ulaznih proizvoda u proces?
- Detaljan opis pojedinosti ulaznih proizvoda?
- Tko su stvarni kupci proizvoda?
- Koje su želje i zahtjevi kupaca? [11]

### **4.1. Pristup grafičkom prikazivanju SIPOC alata**

Svrha grafičkog prikazivanja postojećeg procesa je brzo definiranje dokumentacije i analiza istog, te određivanje prioriteta i preporuka rješenja za dostizanje financijskih ciljeva poduzeća uz fokusiranje na kupca. Bilo koji proces grafičkog prikazivanja počinje s jednostavnim ocjenjivanjem koje može biti provedeno kroz ispitivanje samih sudionika procesa. Na visinu ocijene najviše će utjecati kritika na suradnju sa drugim odijelima u poduzeću, te kritike na kvalitetu proizvoda i usluga prema kupcima. To će ujedno biti i temeljna podloga u prikupljanju podataka, mjerenja uspjeha i određivanju tijeka planiranja.

SIPOC dijagram i početna faza prikazivanja procesa čine osnovu za provedbu i implementaciju „Šest sigme”. SIPOC je jednostavni proces koji upotrebljava alate za planiranje cijelog niza događaja od nabave do isporuke u ciljanom procesu.

SIPOC dijagram omogućuje definiranje izlaznih proizvoda i kupaca kojima su ti proizvodi namijenjeni. Kod grafičkog prikazivanja SIPOC metode, može se odabrati ciljana metoda ili nepovezana metoda. Nepovezana metoda zahtjeva da poslovni odijeli prikupljaju sve informacije koje nisu u direktnom odnosu sa određenim procesom ili proizvodom, kao i prikupljanje raznih ideja. Ciljana metoda najbolje odgovara kod grafičkog prikazivanja sa malo detalja. Ciljana metoda omogućuje poslovnom odijelu prikupljanje informacija direktno vezanih uz određeni dio proizvodnje ili određeni izlazni proizvod.

Ova metoda zahtijeva više prostora i nekoliko dogovora o načinu grafičkog prikazivanja, koje će iziskivati dosta vremena za prikaz svakog dijela procesa posebno. U osnovi dokumentacija koja se koristi je kombinacija matematičke matrice i tijeka proizvodnje i sažetka podataka.



Projektni tim treba izbjegavati ciljanu metodu osim ako je cilj operacije detaljno grafičko prikazivanje. Metoda je kompleksna, te zahtjeva mnogo radnih sati i više sastanaka kako bi se izvršila. Snaga SIPOC metode je njezina jednostavnost ali istovremeno raspolaže sa puno informacija koje omogućuju sudionicima u procesu da zajedno dođu do koncenzusa o spoznajama i mogućnostima.

O dijelovima proizvodnog procesa koje je potrebno unaprijediti, raspravlja se i dodjeljuju se prioriteta. Na sastancima bi trebali biti prisutni zaposlenici različitih odijela kako bi zajedno mogli rangirati mogućnosti koje se mogu izvršiti u što kraćem vremenu. SIPOC djeluje kao alat za stvaranje dijaloga i prihvaćanje novog pristupa promjene «sadašnjeg» stanja. [12]

## **4.2. Izrada SIPOC dijagrama**

Prilikom izrade SIPOC dijagrama nije neophodno da projektni tim kreće od početka. Tim može krenuti od sredine sa pitanjima o samom procesu. Proces se može opisati sumiranjem najčešćih kritika u tri do šest koraka. Tim može predstaviti ideje i navesti najčešće kritike kupaca koje se odnose na izlazni proizvod. Kasnije tim može uvažiti ove pretpostavke zajedno sa alatom VOC iz DMAIC metode i/ili ga označiti kao kritiku na kvalitetu, brzinu ili cijenu. Konačno tim određuje koji materijal ili informacija je potrebna za izvođenje tog procesa i tko je dobavljač. Prikupljene informacije i određivanje važnosti određenih ulaznih materijala omogućuje završetak izrade SIPOC-a. [12]

### **Pojmovi za izradu SIPOC dijagrama**

**Izlazni proizvodi:** su definirani kao svi proizvodi koji izlaze iz proizvodnog odjela. Često je lista izlaznih proizvoda dugačka. Primjeri izlaznih proizvoda su: izvještaji, procjene, proizvodi, dokumenti itd.

**Primaoci (kupci):** kao primaoci su definirani svi oni koji primaju izlazne proizvode. Važno je za naglasiti da primaoc mora primiti proizvod direktno od proizvodnog odjela, ali ne mora biti konačni korisnik istog proizvoda. Ako proizvod prima od treće osobe, ne

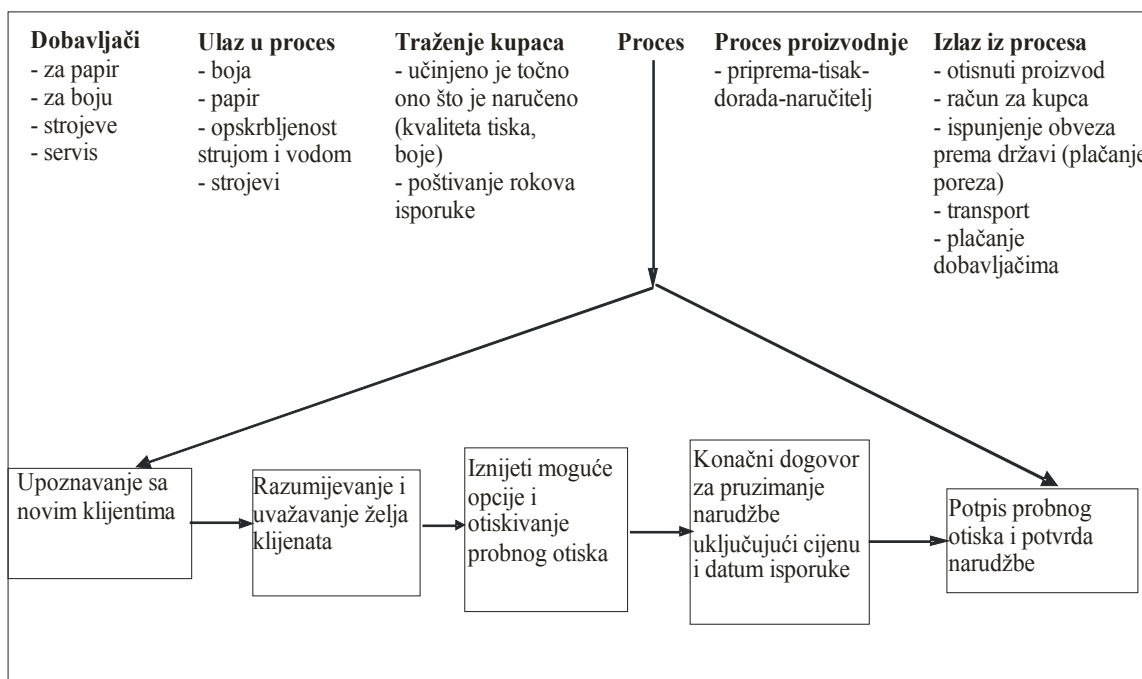
smatra se primaocem. Primjeri primaoca mogu biti menadžeri, CEO, direktori, drugi odijeli.

**Aktiviranje:** u aktivaciju spada sve što započinje neki odjelni proces. Aktivacija može biti primitak izvještaja, određeni dan u mjesecu itd.

**Predviđeno vrijeme:** je vrijeme u kojem će biti do kraja definirani svi koraci u procesu, a može trajati danima, tjednima ili godinama.

**Pogreške:** uočene pogreške se rangiraju, prioritiziraju, a zatim im se po prioritetu dodjeljuju brojevi. [12]

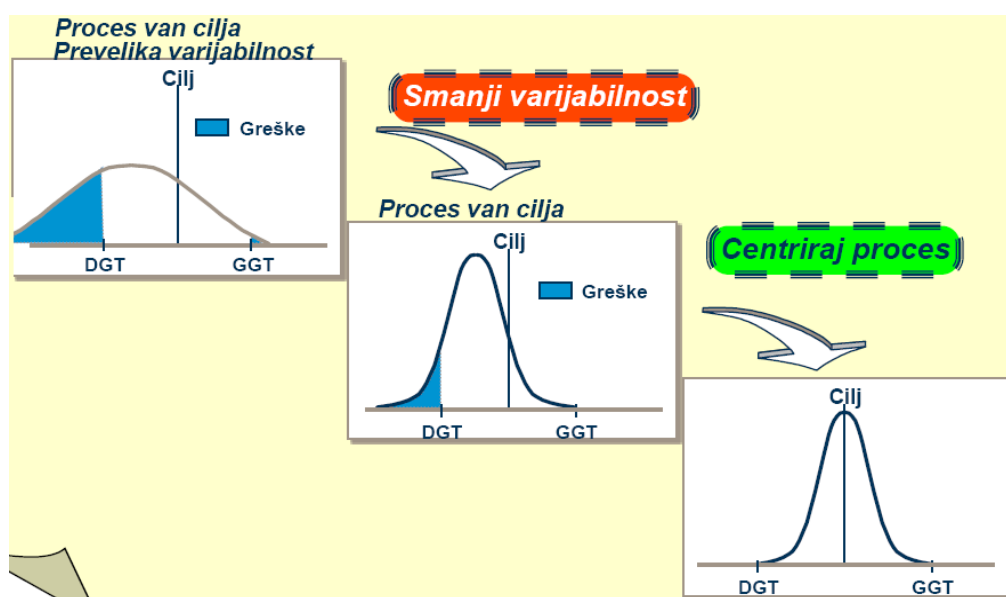
### Primjer SIPOC dijagrama u grafičkom poduzeću



Slika 8. SIPOC dijagramom prikazani su procesi u poduzeću [9]

Pri upotrebi izraza „Šest sigma”, razmišlja se o poboljšanju kvalitete proizvoda i racionalizaciji proizvodnje. Kako svaka vrsta industrije, pa tako i grafička, ima svoje

specifičnosti provedba „Šest sigma” metode neće za sve proizvode biti ista. Kod nekih vrsta proizvoda kao što su dnevne tiskovine, neće se inzistirati na visokom stupnju kvalitete. Kvalitetu ovog proizvoda čini vrsta papira, kvaliteta otiska itd. Radi se o proizvodu vrlo kratkog vremena upotrebe koji ne traži duži vijek trajanja. Namjena i svrha proizvoda određuje propisani stupanj kvalitete. Komparira li se ovaj proizvod sa knjigama kao što su enciklopedije ili monografije, reprodukcije umjetničkih djela ili zemljovidi, evidentno je da kvaliteta ovih proizvoda mora biti na višem nivou. Vrsta i namjena grafičkog proizvoda će odrediti dopušteno odstupanje od idealnih vrijednosti. [12]



Slika 9. Grafički prikaz odstupanja od željene vrijednosti [10]

### Primjer primjene „Šest sigme” u odjelu tiska grafičkog poduzeća

U ovom dijelu će biti opisan konkretan primjer sa obavljanja stručne prakse. Za vrijeme boravka u grafičkom poduzeću definirani su propusti u organizaciji odjela tiska i pripreme. Oni se odnose na prevelik gubitak vremena i neiskorištenost kapaciteta tiskarskih strojeva.

Iz navedenih činjenica definira se slijedeći poslovni slučaj (Business case)

**Bussines Case:** Povećanje produktivnosti većom iskorištenošću strojeva

**Zašto?:** Mogućnost određivanja kraćih rokova isporuke – zadovoljniji naručioci

**Definiranje problema:** Predugo trajanje pripremnog dijela za tisak prilikom kojeg strojevi ne rade što produljuje proces proizvodnje. Cilj je reorganizacija u odijelima pripreme i tiska u svrhu povećanja produktivnosti.

*Tablica 3. SIPOC – prikaz sadašnje organizacije rada*

<b>S</b>	<b>I</b>	<b>P</b>	<b>O</b>	<b>C</b>
-Priprema	-Strojar odlazi u pripremu po ploče za tisak nove naklade	-Tisak	-Otisnuta naklada se odvozi sa izlagačeg dijela stroja	-Dorada
	-prazni CIP			
-Skladište	-puni CIP			
-Tehnička priprema	-provjera i dodavanje boje i otopine za vlaženje			
	-umetanje ploča na stroj			
	-učitavanje CIP-a			
	-dovoz papira na ulagači dio stroja			

**Vođenje poslova i ciljevi:** Voditelji pripreme, tehničke pripreme i tiska, 30 dana, kreiranje nove i bolje organizacije, provjera u praksi

**Utjecaj na naručioca:** upoznavanje naručioca s većim mogućnostima. Cilj je zadovoljstvo stranke zbog brže isporuke.

**Zašto je to bitno napraviti sada – određivanje prioriteta:** Znatno povećanje brzine i konkurentnost na tržištu.

**Posljedice ako se to ne učini:** Mogućnost gubljenja pojedinih klijenata zbog sporosti proizvodnje.

**Očekivani financijski benefit:** Povećanje produktivnosti (više odrađenih poslova) povećava se zarada.

**Projektni tim:** Voditelji navedenih odjela.

Po završetku, obavijestiti najmanje odjele pripreme, tehničke pripreme, tiska i marketinga, a poželjno je i cijelo poduzeće kako bi se pristupilo novom načinu izvođenja poslovnih procesa.

**Mjesto djelovanja (ulaz - izlaz):** Bitno je povezati organizaciju poslova između odjela kako bi proizvodnja tekla bez zastoja, što uključuje i odjele dorade koji se nadovezuju na poslove tiska.

Koristeći često spominjanu DMAIC metodu, može se doći do rješenja navedenog problema.

## **D - Definiranje**

Problem počinje u odjelu pripreme gdje neadekvatno i nepravovremeno izvršavanje poslovnih zadataka utječe na daljnji proces.

Strojar nakon svake otisnute naklade napušta svoje radno mjesto i odlazi u odjele pripreme po ploče za tisak i CIP (memorijska kartica na kojoj su pohranjeni dokumenti u PDF

formatu koji omogućuju brže i bolje podešavanje stroja za određeni tisak). Memorijsku karticu najprije prazni od nepotrebnih dokumenata i puni je sa dokumentima potrebnim za novu nakladu. Nakon toga ulaže donesene ploče u stroj i učitava CIP. Provjerava količinu boje u bojaniku i otopinu za vlaženje u spremniku. Podešava ulazak papira u stroj. Tek tada ponovno započinje otiskivanje.

## **M - Mjerenje**

Tehnička priprema treba mjeriti i izračunati maksimalno opterećenja svakog stroja. Također treba izmjeriti i izračunati vrijeme pripremnog dijela proizvodnje (CIP i izrada ploče za tisak). Ova mjerenja i izračuni će biti baza za određivanje drugačije organizacije.

## **A - Analiza**

Prilikom mjerenja došlo se do zaključka da je potrebno vrijeme pripreme stroja u vremenu od 30 - 35 minuta. To je predugo vrijeme jer se u tom vremenskom periodu može otisnuti 5 - 6 tisuća otisaka. Potrebno je vrijeme pripreme stroja maksimalno smanjiti.

## **I - Poboljšanje**

Na osnovi dobivenih podataka mjerenjem, tehnička priprema izrađuje dnevni raspored svih poslova vezanih za otiskivanje na strojevima. Tu je važno da se radni nalozi i poslovi vezani uz njih optimalno rasporede obzirom na veličinu naklade, broj i vrstu boja na otisku, vrstu i veličinu papira na koji se otiskuje.

Promjene je potrebno napraviti u odjelu pripreme. Priprema bi prema priloženom rasporedu poslova trebala na vrijeme pripremiti ploče za tisak i memorirati podatke u memorijsku karticu (CIP). Pravovremena dostava znači da u trenutku završetka tiskanja jedne naklade strojar već ima ploče i CIP za slijedeću nakladu. Ova organizacija posla zahtjeva nabavu barem još jedne memorijske kartice za svaki stroj. To je dodatni izdatak,

ali je on jednokratna, a dobit će biti dugotrajna. Vrijeme pripreme stroja za novu nakladu se na ovaj način smanjuje sa 30-35 minuta na 10-15 minuta.

Tablica 4. SIPOC – prikaz promijenjene organizacije rada

S	I	P	O	C
-Priprema	-Učitavanje CIP-a	-Tisak	-Otisnuta naklada se odvozi sa izlagačkog dijela stroja	-Dorada
-Izrada ploče za tisak	-umetanje ploče u stroj			
-Punjenje CIP-a i dostava u odjel tiska	-provjera i dodavanje boje i otopine za vlaženje			
-Tehnička priprema	-dovoz papira na ulagači dio stroja			
-Raspored				
-Skladište				

### C - Kontrola

Uvođenjem nove organizacije rada potrebna je kontrola iste na duži period (minimalno 30 dana). Kontrola je potrebna ne samo da nadzire da li djelatnici u odjelima izvršavaju zadatke u skladu s rasporedom, već i da evidentira eventualne propuste i nedostatke novog načina rada. Uvođenjem promjena mogu se pojaviti problemi koji nisu bili predviđeni ni očekivani. Ako je priprema za reorganizaciju bila dobra, novonastali problemi ne bi smjeli

biti veliki. U svakom slučaju potrebno ih je riješiti, te nakon toga ponovo krenuti sa kontrolom procesa.



## 5. ISTRAŽIVANJE I PRIJEDLOZI ZA POBOLJŠANJA TRENUTNOG STANJA U TISKARAMA

Obzirom na navedene primjere održavanja u ovom diplomskom radu bilo je potrebno izraditi i provesti anketu kako bi se vidjelo stvarno stanje održavanja strojeva u tiskarama. Anketa je provedena u dvije respektabilne tiskare koje se razlikuju po gotovim izlaznim proizvodima, veličini i vrsti strojnog parka te broju zaposlenika. Tiskare ćemo nazvati tiskara „A“ i tiskara „B“.

Tiskara „A“ otiskuje školske knjige, beletristiku, promotivne materijale, časopise, magazine i kalendare. Njihov strojni park se sastoji od rotacije ofsetnog tiska, osmerbojke i četverbojke te svih potrebnih doradnih strojeva za izradu tvrdog i mekog uveza knjige. Tiskara ima oko 200 zaposlenika i od tog broja sedmero djelatnika radi na održavanju strojeva.

Tiskara „B“ otiskuje knjige, kalendare, plakate, časopise i promotivne materijale. Najveći udio njihovih izlaznih proizvoda čine knjige. Specijalizirali su se za izradu tvrdog i mekog uveza knjiga i to posebno uvezi u koži ili specijalnim vrstama tkanina sa zlatotiskom ili slijepim tiskom. Strojni park se sastoji od dvobojnih i četverbojnih ofsetnih strojeva za otiskivanje, a posebno je naglasak na strojevima za doradu vezano za zahtjevan uvez knjiga. Tiskara ima 90 zaposlenika.

Osim o svemu navedenom, tiskare se razlikuju i po tome što tiskara „A“ ima svoj tim za održavanje strojeva, a tiskara „B“ za poslove održavanja unajmljuje vanjsku tvrtku. Razlog za odluku ovakvog tipa održavanja je posjedovanje manjeg strojnog parka, pa se smatra da nije potrebno imati svoj tim za održavanje. Odnosno, ljudi koji bi provodili održavanje vjerojatno ne bi bili angažirani na tim poslovima puno radno vrijeme, jer to ne bi bilo potrebno, a oni nisu dovoljno specijalizirani i spremni u ostatku radnog vremena obavljati druge poslove.

## 5.1. Primjer ankete

Molimo Vas da odgovorite na slijedeća pitanja:

Koliko zaposlenika ima Vaše poduzeće: \_\_\_\_\_ (na crtu napišite broj)

Koliko je ljudi u Vašem poduzeću na funkciji održavanja strojeva i opreme:

Vaša:

Funkcija u poduzeću \_\_\_\_\_

Stručna sprema                      SSS    VSS

Spol            M            Ž

godine \_\_\_\_\_

Na slijedeća pitanja molimo da se odgovori sa DA ili NE:

- 1) Da li održavate strojeve stalnim monitoringom?                      DA                      NE
- 2) Da li planirate sredstva za održavanje strojeva na godišnjem planu?    DA            NE
- 3) Da li ste čuli za neku od metoda za održavanje strojeva?    DA                      NE
- 4) Da li koristite neku od metoda?    DA                      NE
- 5) Da li ste zadovoljni sa „ponašanjem“ strojeva nakon remonta?    DA            NE
- 6) Da li ste zadovoljni sa trenutnim održavanjem strojeva?    DA                      NE
- 7) Da li ste prilagodili proizvodnju prema nekom obliku održavanja?    DA            NE
- 8) Da li ste čuli za pojam pouzdanosti usmjereno održavanje (RCM)?    DA            NE
- 9) Da li ste čuli za totalno produktivno održavanje (TPM)?    DA                      NE
- 10) Da li imate planirano održavanje?    DA                      NE

- 11) Da li imate svoj tim za održavanje? DA NE
- 12) Da li učestalo obrazujete svoj tim za održavanje? DA NE
- 13) Da li ste unajmili tvrtku za održavanje strojeva i opreme? DA NE
- 14) Da li imate preventivno održavanje? DA NE
- 15) Da li ste imali problema sa zastojem strojeva, a da je zbog toga kasnila i dostava naručene robe?
- DA NE
- 16) Da li ste čuli za metodu Kaizen? DA NE
- 17) Da li primjenjujete metodu Kaizen u Vašem poduzeću? DA NE
- 18) Da li imate „liste kontrolnih točaka“ po kojima kontrolirate stanje određenih dijelova strojeva?
- DA NE
- 19) Da li ste smanjili troškove kao rezultat održavanja strojeva? DA NE
- 20) Ako DA koliko (posto ili neki podatak koji možete dati)
- \_\_\_\_\_
- 21) Koji su najčešći uzroci zastoja na strojevima i opremi u vašem poduzeću?
- \_\_\_\_\_

- 1) Da li ste čuli za šest sigmu? DA NE
- 2) Da li provodite šest sigmu u Vašem poduzeću? DA NE

Ako „NE“

- 3) Da li Vas interesira novi način organizacije i održavanja? DA NE
- 4) Da li mislite da bi promjene ovakve vrste pridonijele boljoj produktivnosti i kvaliteti?  
DA NE

Ako „DA“

- 5) Da li šest sigmu provode educirani djelatnici? DA NE
- 6) Koliko dugo provodite šest sigmu? DA NE
- 7) Da li ste primijetili pomake „na bolje“? DA NE
- 8) Po Vašem mišljenju na kojem nivou šest sigme je Vaše poduzeće? (zaokruži odgovor)

2            3            4            5            6

- 9) U čemu se očituju poboljšanja? (označite sa X)

veća produktivnost

veća kvaliteta

zadovoljni djelatnici

- 10) Da li mislite da su se sredstva uložena u edukaciju i promjene isplatila? DA NE

- 11) Da li ćete i dalje nastaviti sa provođenjem šest sigme? DA NE

## 5.2. Odgovori na pitanja i prijedlozi za poboljšanja

### 1. Da li održavate strojeve stalnim monitoringom?

Stalni monitoring podrazumijeva kontinuirano i neprestano praćenje rada stroja što uključuje: kontrolu radne temperature stroja, temperature valjaka, temperature otopine za vlaženje, praćenje stanja ofsetne gume, broj otisnutih otisaka. U slučaju bilo kakvih nepravilnosti ili promjena u radnim temperaturama strojari moraju te promjene prijaviti nadležnim osobama koje će adekvatno reagirati. Obje anketirane tiskare provode većinu praćenja stanja stroja, pa su na ovo pitanje odgovorile potvrdno.

### 2. Da li planirate sredstva za održavanje strojeva na godišnjem planu?

Sredstva za održavanje strojeva na godišnjem nivou podrazumijevaju određena financijska sredstva koju će svaka tiskara izdvojiti iz svog osnovnog budžeta za održavanje strojeva u vidu osnovnih servisa, te eventualno za nepredviđene i neplanirane kvarove. Princip određivanja sredstava za održavanje se vrši na temelju prošlogodišnjih utrošenih sredstava što je osnova planiranih sredstava za slijedeću godinu. Iako su obje tiskare navele da planiraju i osiguravaju sredstva za održavanje na godišnjem planu, ostalo je upitno što je sa neplaniranim i nepredviđenim servisima. Prijedlog je da se i za takve slučajeve odvoji i osigura određeni iznos sredstava.

### 3. Da li ste čuli za neku od metoda za održavanje strojeva?

### 4. Da li koristite neku od metoda?

Na pitanje o tome da li su čuli i da li koriste neku od metoda održavanja, obje tiskare su odgovorile negativno.

Ovakav odgovor je sigurno rezultat neinformiranosti o tim temama. Na žalost u Hrvatskoj još uvijek ne postoji dovoljno seminara ili prezentacija drugačijih metoda održavanja strojeva i njihovih prednosti koje bi tiskare upoznali sa tim temama i potaknuli na eventualnu primjenu načina rada i poslovanja.

5. Da li ste zadovoljni sa „ponašanjem“ strojeva nakon remonta?

Potvrđan odgovor o dobrom i pravilnom radu strojeva nakon remonta, znači da je remont dobro obavljen u oba slučaja. To podrazumijeva da su remont dobro obavili u slučaju tiskare „A“ zaposlenici tvrtke, a u slučaju tiskare „B“ unajmljena tvrtka za održavanje.

6. Da li ste zadovoljni sa trenutnim održavanjem strojeva?

U tiskarama su zadovoljni sa trenutnim održavanjem strojeva. Ovakav odgovor bi bio zadovoljavajući ukoliko bi djelatnici u tiskarama poznavali i druge metode održavanja. Razlog njihovog zadovoljstva je možda i u nepoznavanju ostalih djelotvornih metoda.

7. Da li ste prilagodili proizvodnju prema nekom obliku održavanja?

Na pitanje o prilagođavanju proizvodnje nekom obliku održavanja tiskara „A“ nije dala odgovor, jer se kod njih manje intervencije na strojevima vrše u momentu kada nastane kvar. To je moguće zato jer su djelatnici za održavanje i njihovi zaposlenici. Kod tiskare „B“ se provodi redovno i preventivno održavanje. Učestalost redovnog održavanja je određena ugovorom sa unajmljenom tvrtkom. U sklopu redovnog održavanja u određenim vremenskim intervalima provodi se i preventivno održavanje kako ne bi došlo do mogućih iznenadnih kvarova.

8. Da li ste čuli za pojam pouzdanosti usmjereno održavanje (RCM)?

9. Da li ste čuli za totalno produktivno održavanje (TPM)?

Negativni odgovori o poznavanju TPM i RCM metode održavanja se mogu povezati sa odgovorom na pitanje broj šest o zadovoljstvu sa trenutnim održavanjem. TPM i RCM su metode koje su u svijetu poznate već desetljećima, koje se uspješno provode u velikom broju tvrtki u kojima su dale očekivane rezultate.

10. Da li imate planirano održavanje?

Planirano održavanje se određuje na godišnjem planu. Njegova provedba ne mora nužno biti identična zacrtanim planovima. Planirano održavanje uključuje redovno održavanje u nekom vremenskom roku: mjesečno, kvartalno, polugodišnje. Obje tiskare su se izjasnile da imaju planirano održavanje. Nismo dobili odgovor, a nismo ni pitali za striktnu provedbu tog planiranog održavanja. Veću fleksibilnost provođenja pružaju djelatnici za održavanje koji su i zaposlenici tvrtke, dok se kod korištenja usluga vanjske tvrtke zadani rokove ne mogu lako i jednostrano pomicati.

11. Da li imate svoj tim za održavanje?

Već je u uvodu spomenuto da tiskara „A“ ima svoj tim za održavanje, dok tiskara „B“ koristi usluge unajmljene tvrtke.

12. Da li učestalo obrazujete svoj tim za održavanje?

Tiskara „A“ koja ima svoj tim za održavanje koji su i zaposlenici tvrtke radi na obrazovanju svojih djelatnika. Više je razloga za to: napredak tehnologije, nabava novih strojeva, zapošljavanje novih djelatnika. Isto tako postoji obveza odlaska na seminare kod pojedinih proizvođača opreme.

13. Da li ste unajmili tvrtku za održavanje strojeva i opreme?

Tiskara „B“ unajmljuje tvrtku za održavanje strojeva i opreme. U razgovoru o ovom pitanju, spomenuli su da su zadovoljni sa njihovom uslugom što se tiče stručnosti obavljenog posla, kao i prilagođavanja potrebama tiskare. Vidljivo je da surađuju duže vrijeme i da djelatnici i rukovodstvo tiskare ne razmišlja o promjeni tvrtke za održavanje.

14. Da li imate preventivno održavanje?

O važnosti preventivnog održavanja su svjesni u obje tiskare, što se vidi iz njihovih odgovora. Obje tiskare imaju preventivno održavanje kako bi se izbjegli veći kvarovi koji bi na duže vrijeme zaustavili rad stroja.

Većina vlasnika grafičkih poduzeća se slaže da su redovni servisi neophodni kako bi se izbjegli sporadični „veći“ kvarovi. Isto tako neki ne čine gotovo ništa kako bi preventivno spriječili učestale kvarove. Uklanjanjem većeg broja kvarova i zastoja postići će se veći stupanj učinkovitosti i iskorištenja. Često upravo ti „mali“ kvarovi dovode do onih „velikih“ i u većini slučajeva je to predznak za loš završetak.

15. Da li ste imali problema sa zastojem strojeva, a da je zbog toga kasnila i dostava naručene robe?

Ovo pitanje i odgovor na njega je podrazumijevao učestalost zastoja na strojevima koji bi mogli rezultirati kašnjenjem naručene robe. Obje tiskare su dale odgovor da kašnjenja zbog zastoja nije bilo. U slučaju tiskare „A“ odgovor je sigurno u brzom otklanjanju zastoja stroja od strane njihovog tima. U slučaju tiskare „B“ ne predviđene zastoje brzo i kvalitetno rješava unajmljena tvrtka sa kojom imaju višegodišnju suradnju.

16. Da li ste čuli za metodu Kaizen?

17. Da li primjenjujete metodu Kaizen u Vašem poduzeću?

Kaizen metodu kao jedan od važnih alata TPM-a ne poznaju ni u jednoj tiskari, iako je ta metoda razvijena još 50-ih godina prošlog stoljeća i primjenjivana u Japanu i SAD-u. Glavna značajka metode Kaizen je ta da njeno korištenje nije ograničeno samo na odjel tiska ili dorade, već se može koristiti i u odjelima rukovodstva i uprave. Smanjenje gubitaka, povećanje efikasnosti i jednostavno upravljanje bi i te kako trebalo interesirati sve zaposlenike.



18. Da li imate „liste kontrolnih točaka“ po kojima kontrolirate stanje određenih dijelova strojeva?

Svaki stroj zbog svoje specifičnosti ima svoju „listu kontrolnih točaka“. Ona je napravljena u obliku tabele u koju se upisuju podaci o izmjeni pojedinih dijelova ili trenutno stanje nekog dijela stroja po mišljenju servisera.

Dužina i obim liste kontrolnih točaka ovise o vrsti i karakteristikama opreme. Liste će sadržavati naputke o tome što i kada treba napraviti, u čijoj su nadležnosti poslovi (ovlašteni serviser ili djelatnik), te procedure postupaka koje bi voditelji odjela trebali znati.

Liste kontrolnih točaka za svaki dio opreme su dosta dugačke. Neophodno ih je dobro proučiti i imati nadohvat ruke, te se s vremena na vrijeme podsjetiti kako se nešto ne bi previdjelo. Za istu vrstu opreme, liste se mogu razlikovati ovisno o proizvođaču i sofisticiranosti opreme.

Obje tiskare imaju „liste kontrolnih točaka“, jer je to preduvjet nesmetanog rada stroja. U tiskari „A“ podatke u liste unosi tim za održavanje, a u tiskari „B“ brigu o provođenju poslova iz liste vodi unajmljena tvrtka, s tim da korisnik usluge uvijek ima uvid u obavljeno.

19. Da li ste smanjili troškove kao rezultat održavanja strojeva?

20. Ako DA koliko (posto ili neki podatak koji možete dati)

Održavanje je u obje tiskare rezultiralo uštedama i smanjenjem troškova. U tiskari „A“ su naveli konkretne postotke od 30 do 40%. Postotak je jako visok, ali se nije išlo u analizu na osnovu kojih podataka su došli do takvog rezultata. U tiskari „B“ su odgovorili da im je redovno održavanje strojeva smanjilo troškove i donijelo uštedu, ali nisu definirali koliko.

21. Koji su najčešći uzroci zastoja na strojevima i opremi u vašem poduzeću?

Tiskara „A“ nije precizno definirala uzroke zastoja na strojevima. Dali su samo općeniti odgovor da to „ovisi o više faktora“. Tiskara „B“ je bila preciznija u navođenju problema uzroka zastoja strojeva, a definirali su: nestručno rukovanje, elektronske kvarove i lomove pojedinih dijelova strojeva.

22. Da li ste čuli za „Šest sigmu“?

23. Da li provodite „Šest sigmu“ u Vašem poduzeću?

Metodu „Šest sigma“ ne poznaju ni u jednoj od anketiranih tiskara. Iz ovog odgovora proizlazi i saznanje da ju ne provode u svom poduzeću. Nedovoljna informiranost o ovoj kompleksnoj ali učinkovitoj metodi ne začuđuje, jer rukovodioci nemaju gdje dobiti saznanje o „Šest sigmi“.

24. Da li Vas interesira novi način organizacije i održavanja?

25. Da li mislite da bi promjene ovakve vrste pridonijele boljoj produktivnosti i kvaliteti?

U tiskari „A“ su na pitanje da li ih interesira novi način organizacije i održavanja odgovorili negativno. Nisu ni zainteresirani za uvođenje eventualnih promjena koje bi rezultirale boljom produktivnošću i kvalitetom. Ne znamo da li su takvi odgovori dani iz razloga što su izuzetno zadovoljni sa sadašnjim stanjem ili proizlaze iz nepoznavanja metode „Šest sigme“ i njene učinkovitosti. U tiskari „B“ su zainteresirani za promjene u načinu organizacije i održavanja, te smatraju da bi takve promjene pridonijele boljoj produktivnosti i kvaliteti. Pozitivno je da postoji interes i spremnost za uvođenje promjena.

### **5.3. Zaključak ankete**

Anketa provedena u samo dvije tiskare zasigurno ne može pokazati pravo stanje održavanja i organizacije u tiskarama. Informacije dobivene u razgovoru s ljudima iz još nekoliko tiskara govore da je i u njima stanje slično, dok je u manjim tiskarama još lošije.

Odgovore na anketna pitanja u tiskarama su dali ljudi koji obavljaju različite funkcije, pa je i to možda utjecalo na različite stavove i odgovore na neka postavljena pitanja.

Bez obzira na sve evidentno je da su u našim tiskarama ljudi premalo informirani o bilo kakvim vrstama alata i metoda organizacije i poslovanja, koje u svijetu više nisu nove. One su znane i provode se već duže vrijeme, te su u svim granama privrede rezultirale uspjehom.

Iz svega proizlazi da bi najprije privrednike trebalo upoznati sa navedenim metodama. Tek po prezentaciji vrsta i rezultata njihovog provođenja će rukovodstvo tiskara odlučiti da li žele takve promjene i u svojim tiskarama. Pogotovo zato što provođenje nije ni lak ni brz proces. U svakom slučaju inicijativa za promjene i reorganizaciju mora krenuti od rukovodstva koje u tom slučaju treba biti educirano i imati viziju što želi u konačnici. Za pretpostaviti je da će u provođenju naići na nerazumijevanje i otpor nekih djelatnika, ali će se upornost i dosljednost na kraju isplatiti.

## 6. ZAKLJUČAK

Kao i većina privrednih grana, tiskarstvo se svakodnevno susreće sa mnogobrojnim izazovima (konkurentnost, visoka kvaliteta, ispunjavanje očekivanja kupaca, poštivanje rokova itd). Za ostvarivanje nabrojenog nije dovoljno posjedovati samo najmoderniju opremu i najkvalitetnije materijale niti proizvoditi proizvode najviše kvalitete. Jedna od važnijih stvari je pravilno rukovođenje proizvodnim procesom, odnosno optimiziranje provođenjem svih elemenata proizvodnog procesa.

Brža i kvalitetna proizvodnja rezultira povećanjem optičaja i priljeva sredstava, što će doprinijeti opstanku poduzeća na tržištu, koje je svakim danom sve konkurentnije.

Kako bi uspjeli održati „svoje“ poduzeće konkurentnim na tržištu potrebno ga je pravilno organizirati. Dobra i moderna organizacija se postiže „Šest sigmom“.

Važno je ukazati na to zašto je „Šest sigma“ potrebna, jer očito to nije nimalo jednostavan alat.

„Šest sigma“ eliminira uzroke zbog kojih propadaju proizvodi i usluge

„Šest sigma“ je rigorozan pristup prema dizajniranju proizvoda, usluga i procesa kako bi osigurali da proizvodi i usluge zadovolje očekivanja klijenata i omoguće organizaciji raspodjelu vremena, poboljšanje kvalitete i financijske povlastice.

Prednosti „Šest sigme” su:

- Određuje strukturu za upravljanje razvojnim projektima
- Pridaje važnost zadovoljstvu klijenta i nastoji to poboljšati
- Predviđa probleme i nastoji ih izbjeći
- Smanjuje vrijeme razvojnog ciklusa
- Smanjuje troškove životnog ciklusa proizvoda
- Smanjuje vrijeme proizvodnje i prodaje
- Pospješuje kvalitetu proizvoda/usluge, njegovu pouzdanost i trajnost
- Unaprjeđuje suradnju između poslovnih funkcija, pogotovo prodaje i marketinga, razvojnih funkcija...
- Smanjuje troškove postprodajnih funkcija

Navodeći pozitivne strane, te definiranjem teme ovog rada, pokušano je što bolje predočenje principa funkcioniranja „Šest sigma” metodologije. O „Šest sigmi” postoje različita mišljenja, neka su negativna, odnosno ljudi su skeptični prema novim rješenjima, no primijećeno je da bolje upućenije osobe imaju pozitivno mišljenje. Da bi „Šest sigma” bila učinkovita, moraju je provoditi ljudi koji zaista upravljaju tvrtkom, dakle, sve počinje “odozgo”, ali se ona kao proces, proteže kroz čitavu hijerarhijsku piramidu organizacije određenog poduzeća. Metoda nije vezana samo za poduzeća koje se bave proizvodnjom, ona je univerzalna za sve.

Prema dostupnim informacijama grafička poduzeća u Hrvatskoj još uvijek ne koriste „Šest sigma” metodologiju u svojim proizvodnim procesima. Iako je konkurencija velika, a tržište relativno malo, ne zna se razlog zbog kojeg barem velika grafička poduzeća nisu započela sa primjenom „Šest sigme”. Možda je razlog u nezainteresiranosti menadžera koji bi prvi trebali dati bezuvjetnu potporu za uvođenje ove metode. Oni bi morali proći tzv. “champions training”. „Šest sigma” je nešto u što tvrtka mora “ući” u cijelosti, s najboljim ljudima.

Kod „Šest sigme” je posebno zanimljiva njezina “mjerljivost”. Upravo ta karakteristika bi bila pogodna za grafičku proizvodnju. Mjerenja koja se odnose na: kvalitetu pripreme, ujednačenost nanosa boje, kvalitetu otiska i konačno kvalitetu gotovog proizvoda, bi

zasigurno dala zanimljive rezultate. Ti podaci bi pomogli unapređenju kvalitete, korištenju vremena i kontroli troškova. Naime, svaki „Šest sigma” projekt da bi uopće započeo, mora imati jasno definirani financijski cilj, odnosno uštedu koju će ostvariti svojim uvođenjem. Svaki voditelj projekta ima vrlo striktno definirane godišnje ciljeve i ti su ciljevi itekako financijski mjerljivi.

Implementacija „Šest sigme” u hrvatskim tvrtkama nije još toliko velika, ali će kroz seminare koji se održavaju i kod nas taj “trend” postati veći. Jer skeptična razmišljanja o novim metodama, kao i o novim trendovima mogu se promijeniti jedino putem novih saznanja i informacija o određenim novostima.

## 7. LITERATURA

1. <http://www.plant-maintenance.com/RCM-intro.shtml> (09.03.2010)
2. [http://en.wikipedia.org/wiki/Reliability\\_centered\\_maintenance](http://en.wikipedia.org/wiki/Reliability_centered_maintenance) (25.04.2010)
3. <http://www.weibull.com/basics/rcm.htm> (09.03.2010)
4. Total Production Maintenance, Kenneth E. Rizzo, June 1997
5. [http://www.plant-maintenance.com/articles/tpm\\_intro.shtml](http://www.plant-maintenance.com/articles/tpm_intro.shtml) (15.03.2010)
6. [http://en.wikipedia.org/wiki/Total\\_productive\\_maintenance](http://en.wikipedia.org/wiki/Total_productive_maintenance) (15.03.2010)
7. Greg Brue, «DESIGN FOR SIX SIGMA»; Briefcase Books McGraw-Hill, CWL Publishing Enterprises Book, New York, 2003.
8. e – Quality; web časopis Hrvatskog društva za kvalitetu; kvaliteta.inet.hr (03.08.2008)
9. Pete Pande i Larry Holpp, «Što je Šest Sigma?», Mate: Zagrebačka škola ekonomije i menadžmenta, Zagreb, 2006.
10. <http://www.isixsigma.com/library/content/c010429a.asp> (19.08.2008.)
11. <http://finance.isixsigma.com/library/content/c060322a.asp> (19.08.2008)