

Metode kontinuiranog unapređenja proizvodnih procesa

Ivanković, Luka

Undergraduate thesis / Završni rad

2010

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Zagreb, Faculty of Mechanical Engineering and Naval Architecture / Sveučilište u Zagrebu, Fakultet strojarstva i brodogradnje**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:235:329912>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2025-02-08**

Repository / Repozitorij:

[Repository of Faculty of Mechanical Engineering and Naval Architecture University of Zagreb](#)





Sveučilište u Zagrebu
Fakultet strojarstva i brodogradnje



METODE KONTINUIRANOG UNAPREĐENJA PROIZVODNIH PROCESA

ZAVRŠNI RAD

Voditelj rada:

Prof. dr. sc. Nedeljko Štefanić

Luka Ivanković

Zagreb, 2010.



Sveučilište u Zagrebu
Fakultet strojarstva i brodogradnje



METODE KONTINUIRANOG UNAPREĐENJA PROIZVODNIH PROCESA

ZAVRŠNI RAD

Luka Ivanković

0035160138

Zagreb, 2010.

SAŽETAK

Poboljšanja/unapređenja su među najvažnijim radnjama organizacije koja želi postići ili zadržati konkurentsku prednost i zadovoljstvo kupaca. Kako bi ona bila uspješna potrebno ih je promatrati kao proces i provoditi sustavno.

Nije primjereno postavljati pitanje da li unapređivati, nego kako, koliko i koliko često unapređivati. Poboljšavanja možemo podijeliti u dvije osnovne skupine, na ona koja osiguravaju postupna i kontinuirana unapređivanja i na ona koja osiguravaju skokovita unapređenja.

U današnjoj svjetskoj ekonomiji, koja pod utjecajem globalizacije širi tržišta, ali i približava konkurenciju, mnoge tvrtke traže načine kako povećati učinkovitost, ali i smanjiti troškove poslovanja.

Kao slijed događaja je i prihvaćanje procesnog pristupa kao ključnog elementa poslovanja za postizanje poslovne izvrsnosti.

SADRŽAJ

| | |
|--|----|
| SAŽETAK..... | 1 |
| POPIS SLIKA..... | 6 |
| POPIS TABLICA..... | 7 |
| IZJAVA..... | 8 |
| 1. UVOD..... | 9 |
| 2. KONCEPT KONTINUIRANOG UNAPREĐENJA | 10 |
| 2.1. Definicija koncepta kontinuiranog unapređenja | 10 |
| 2.2. Svrha uvođenja kontinuiranog unapređenja u poduzeće..... | 12 |
| 2.3. Faze provođenja kontinuiranog unapređenja | 12 |
| 2.4. Definiranje temeljnih promjena i proces implementacije kontinuiranog unaprjeđivanja kvalitete | 15 |
| 2.5. Varijabilnost procesa..... | 15 |
| 2.5.1. Utjecaj varijabilnosti procesa na izbor metode unapređenja | 16 |
| 2.6. Pojam i struktura informacijske osnovice za kontinuirano poboljšanje | 17 |
| 2.7. Izvori informacija kao pomoć u provođenju poboljšanja..... | 19 |
| 2.8. Smjernice za uspješno provođenje kontinuiranog unapređenja..... | 19 |
| 3. PROCESNI PRISTUP PROIZVODNJI..... | 21 |
| 3.1. Definicija procesa..... | 21 |
| 3.2. Podjela procesa | 22 |
| 3.3. Procesni pristup | 23 |
| 3.3.1. Svrha procesnog pristupa | 24 |
| 3.3.2. Ciklus P-D-C-A i procesni pristup..... | 24 |
| 3.4. Procesno orijentirana organizacija | 26 |
| 3.4.1. Funkcionalna organizacija..... | 26 |

| | | |
|-----------|---|----|
| 3.4.2. | Funkcionalno orijentirana organizacija..... | 27 |
| 3.4.3. | Procesno orijentirana organizacija | 27 |
| 3.4.3.1. | Osnovne značajke procesno orijentirane organizacije | 27 |
| 3.4.4. | Procesna organizacija | 28 |
| 4. | SISTEMATIZACIJA METODA KONTINUIRANOG UNAPREĐENJA..... | 30 |
| 4.1. | Lean koncept proizvodnje | 30 |
| 4.1.1. | Povijest Lean – a | 30 |
| 4.1.2. | Gdje se sve primjenjuje Lean | 31 |
| 4.1.3. | Što Lean znači | 31 |
| 4.1.4. | Sedam tipova rasipanja u proizvodnji..... | 32 |
| 4.1.5. | Što Lean nije | 33 |
| 4.1.6. | Lean metrika | 34 |
| 4.1.6.1. | Procjena kapaciteta resursa | 35 |
| 4.1.6.2. | Procjena radnog kapaciteta | 35 |
| 4.1.6.3. | Taktno vrijeme..... | 35 |
| 4.1.6.4. | Vrijeme trajanja ciklusa | 36 |
| 4.1.6.5. | Dnevni proizvodni kapacitet radnika | 36 |
| 4.1.6.6. | Izračun kapaciteta proizvodnog pogona | 37 |
| 4.1.6.7. | Iskorištenje strojeva (opreme) | 38 |
| 4.1.6.8. | Raspoloživost strojeva..... | 39 |
| 4.1.6.9. | Učinkovitost rada strojeva | 40 |
| 4.1.6.10. | Brzina rada stroja..... | 40 |
| 4.1.6.11. | Netto brzina rada stroja..... | 41 |
| 4.1.6.12. | Stupanj kvalitete proizvoda | 42 |
| 4.1.6.13. | Ukupna učinkovitost opreme | 42 |
| 4.1.6.14. | Propusnost proizvodnog procesa | 45 |

| | | |
|-----------|--|----|
| 4.1.6.15. | Tok rada (Work In Progress - WIP)..... | 46 |
| 4.1.6.16. | Učinkovitost ciklusa proizvodnje | 47 |
| 4.2. | TPM – Total Productive Maintenance (Cjelovito Učinkovito Održavanje) | 47 |
| 4.2.1. | Što je i čemu služi TPM?..... | 47 |
| 4.2.2. | Što TPM nije..... | 48 |
| 4.2.3. | Proces uvođenja TPM-a u poduzeće | 48 |
| 4.2.4. | Ciljevi TPM – a | 49 |
| 4.3. | Koncept Šest Sigma – 6σ | 50 |
| 4.3.1. | Obilježja koncepta Šest Sigma | 50 |
| 4.3.2. | Usporedba koncepta Šest Sigma i Lean koncepta proizvodnje | 52 |
| 4.3.3. | Primjena koncepta Šest Sigma u svijetu..... | 52 |
| 4.4. | SCM – Supply Chain Management (Upravljanje Lancem Nabave) | 53 |
| 4.4.1. | Značajke SCM – a | 54 |
| 4.4.2. | Informacije u SCM – u | 54 |
| 4.4.3. | Glavne komponente SCM – a..... | 55 |
| 4.5. | BPR – Business Process Reengineering..... | 56 |
| 4.5.1. | Postupak izvođenja BPR – a | 56 |
| 4.5.2. | Promjene pri provođenju BPR – a..... | 58 |
| 4.5.3. | Načini provođenja BPR – a..... | 59 |
| 4.5.4. | Zašto BPR?..... | 59 |
| 5. | PRIMJENA LEAN KONCEPTA U PODUZEĆU DALEKOVOD d.d. | 60 |
| 5.1. | Opis problema | 60 |
| 5.2. | Postojeći tehnološki postupak | 61 |
| 5.3. | Rješenje praktičnog problema u poduzeću Dalekovod d.d..... | 63 |
| 5.3.1. | Uvođenje dodatne smjene..... | 63 |
| 5.3.2. | Poboljšanje postojećeg tehnološkog postupka | 64 |

| | |
|---|----|
| 5.3.3. Rezultati poboljšanja postojećeg tehnološkog postupka..... | 69 |
| 6. ZAKLJUČAK..... | 73 |
| 7. POPIS LITERATURE | 74 |

POPIS SLIKA

- Slika 1. Uspješnost provođenja unapređenja
- Slika 2. Usporedba prethodno definiranog stanja i odabrane optimalne vrijednosti procesa
- Slika 3. Prikaz varijabilnosti procesa
- Slika 4. Lanac međusobno povezanih procesa
- Slika 5. Shematski prikaz procesa
- Slika 6. Primjer podjele procesa
- Slika 7. Ciklus "planiraj-uradi-provjeri-djeluj"
- Slika 8. Primjena ciklusa PDCA na procese
- Slika 9. Razvoj organizacije poslovanja
- Slika 10. Usporedba: klasična i Lean proizvodnja
- Slika 11. Grafički prikaz TPM koncepta
- Slika 12. Obilježja Gaussove razdiobe
- Slika 13. Prikaz odnosa veza između dobavljača i kupaca u SCM-u
- Slika 14. Dijagram ukupnih vremena obrade po operacijama – postojeći tehnološki postupak
- Slika 15. Radionički crtež proizvoda – Nosač rastojnika
- Slika 16. Prikaz obrade novom tehnologijom
- Slika 17. Dijagram usporedbe ukupnih vremena obrade po operacijama – postojeći i poboljšani tehnološki postupak
- Slika 18. Dijagram usporedbe vremena obrade dvaju tehnoloških postupaka

POPIS TABLICA

Tablica 1. Struktura informacijske osbovice za kontinuirano poboljšanje kvalitete

Tablica 2. Osnovne značajke funkcionalne i procesno orijentirane organizacije

Tablica 3. Primjer 5

Tablica 4. Karakteristike Šest sigma i Lean koncepta proizvodnje

Tablica 5. Iznosi pripremno-završnih vremena i vremena obrade za postojeći tehnološki postupak obrade (osnovna)

Tablica 6. Iznosi pripremno-završnih vremena i vremena obrade za postojeći tehnološki postupak obrade (proširena)

Tablica 7. Iznosi pripremno-završnih vremena i vremena obrade za poboljšani tehnološki postupak obrade

Tablica 8. Usporedba vremena obrade dvaju tehnoloških postupaka

IZJAVA

Završni rad napisao sam potpuno samostalno, uz korištenje navedene literature i uz konzultacije s mentorom.

Zahvaljujem mentoru prof. dr. sc. Nedeljku Štefaniću na stručnoj pomoći i savjetima pri izradi ovog rada.

1. UVOD

Suvremeno poduzeće egzistira pod utjecajem brojnih faktora koji potiču kako iz vanjske okoline tako i iz interne cjeline poduzeća. Kako bi pravovremeno odgovorilo na sve izazove tržišta ono mora kontinuirano unapređivati svoje proizvodne procese, kvalitetu svojih proizvoda i raditi na edukaciji zaposlenika.

Vrlo je mala vjerojatnost da će se nešto poboljšati samo od sebe, zato trebamo upravljati svime što dovodi do poboljšanja. To su naročito: sustavi, procesi, kreativnost i inovativnost, sigurnost i rizici, motiviranost za poboljšavanje. Neprekidno poboljšavanje je neophodno, to je pitanje opstanka.

Cilj ovog završnog rada je opisati koncept kontinuiranog unapređenja kao i procesni pristup proizvodnji, sistematizirati i razraditi osnovne metode i tehnike koncepta kontinuiranog unapređenja proizvodnih procesa koje su potrebne za kvalitetno planiranje, praćenje i vođenje proizvodnje, te na praktičnom primjeru pokazati kako se one koriste u praksi.

U praktičnom dijelu rada opisana je primjena Lean koncepta proizvodnje u poduzeću Dalekovod d.d.

2. KONCEPT KONTINUIRANOG UNAPREĐENJA

2.1. Definicija koncepta kontinuiranog unapređenja

Koncept kontinuiranog unapređenja predstavlja skup aktivnosti kojima se, uz sudjelovanje svih zaposlenih, stalno traže mogućnosti poboljšanja postojećih procesa i vrši njihovo unapređivanje [1].

Mnoga poduzeća koriste brojne „alate“ za unapređenje i poboljšanje svojih proizvodnih i poslovnih procesa. To mogu biti metode, tehnike, tehnologije, procesi, sustavi, a sve u cilju unapređenja.

Metode kontinuiranog unapređenja su brojne, međutim, najčešće se primjenjuju [2]:

- Lean koncept
- Kaizen
- Total Productive Maintenance
- Šest Sigma
- Supply Chain Management
- Reliability-Centered Maintenance
- Predictive Maintenance
- Root Cause Analysis

Koji od pristupa izabrati ovisi o:

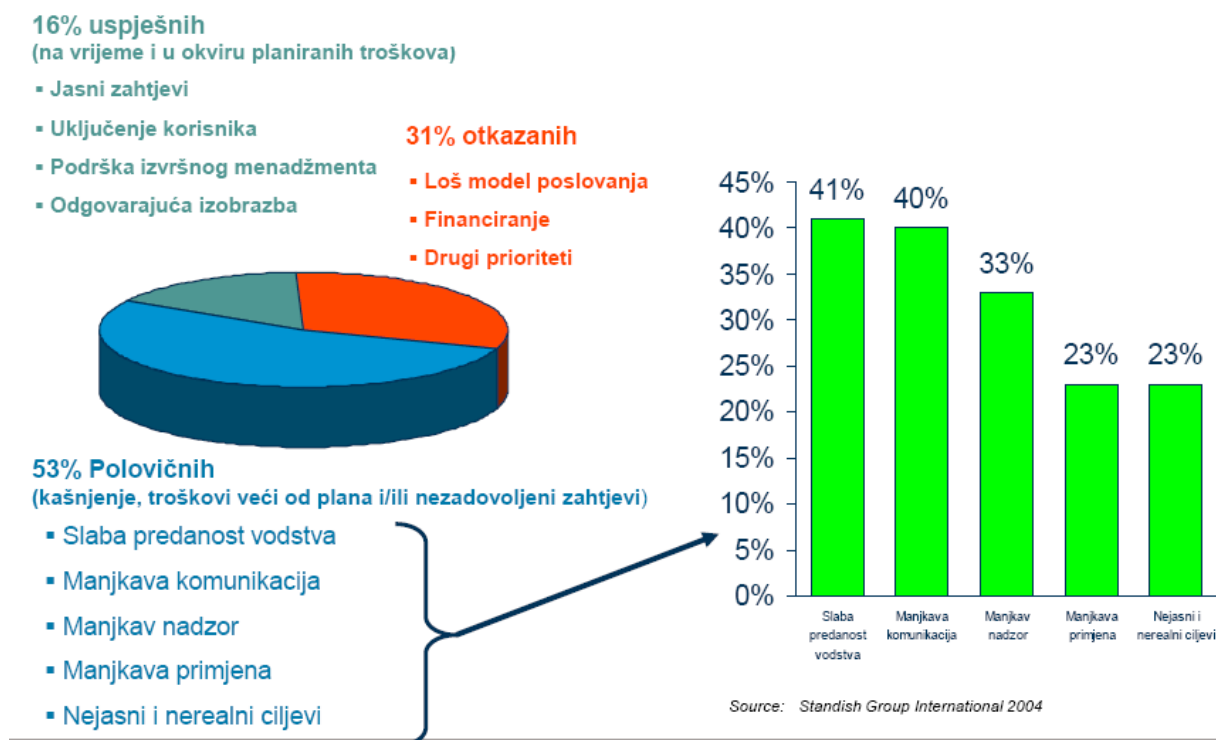
- Stupnju hitnosti rješavanja problema
- Obujmu problema i značenju njegova rješenja
- Troškovima rješenja
- Stavovima menadžmenta o problemu i njegovom rješenju
- Postojećim profesionalnim potencijalima za unapređivanje organizacije

Unapređivanje se provodi kroz tri osnovne etape [1]:

- Planiranje unapređivanja
- Izbor pristupa unapređivanja
- Uspostavu procesa unapređivanja

Postavlja se pitanje, uza sve metode kontinuiranog unapređenja koje se primjenjuju, zašto pojedina poduzeća ne napreduju i ne ostvaruju profit?

Čest je slučaj u poduzećima nakon uvođenja neke od metoda i početnog napretka, da nakon nekog vremena zaposlenici se vrate starim navikama koje loše utječu na proces i tako ponište ostvareni napredak. Mnogi su razlozi tome; pogrešna primjena, otpori zaposlenika u prihvaćanju novog načina rada i odnosa prema poslu, krivo odabrana metoda, nesnalaženje timova u primjeni metodologije, nesnalaženje u timskom radu, itd [2].



Slika 1. Uspješnost provođenja unapređenja [3]

Jednostavno, previše je nepoznanica i utjecajnih činitelja koji mogu utjecati na konačan ishod primjene određene metode kontinuiranog unapređenja da bi mogli sa sigurnošću odabrati bilo koju metodu i imati zajamčeni uspjeh i napredak.

2.2. Svrha uvođenja kontinuiranog unapređenja u poduzeće

Sve metode kontinuiranog unapređenja ako se primjenjuju pravilno, dosljedno i neprekidno pokazat će se uspješnim za poduzeće. Svrha njihovog uvođenja i primjene je:

- Minimizirati troškove smanjenjem gubitaka, svih oblika i na svim razinama – višak zaliha, loša kvaliteta, zastoji, itd.,
- Osigurati dosljednost i/ili smanjiti promjenljivost proizvodnih i poslovnih procesa u poduzeću,
- Otkloniti nedostatke proizvodnih i poslovnih procesa u njihovom začetku ili barem bolje rukovoditi tim nedostacima,
- Timski rad, rad u timovima – za uspjeh bilo koje metode kontinuiranog unapređenja važno je da svi sudionici rade u timovima i timski, a ne zasebno [2].

2.3. Faze provođenja kontinuiranog unapređenja

Uslijed stalnih utjecaja iz promjenjivog okruženja, potrebno je kontinuirano unapređivati organizaciju poduzeća kako bi bila usklađena s danim uvjetima [1].

To se provodi se kroz sljedeće korake:

1. Razumijevanje kupaca
2. Procjenu uspješnosti
3. Analizu procesa
4. Unapređivanje procesa
5. Implementaciju promjene
6. Standardizaciju i nadziranje

1. Razumijevanje kupaca

Razumijevanje kupaca je proces kojim treba spoznati koliko su potrebe, očekivanja i želje kupaca zadovoljene, te utvrditi sposobnost poduzeća da ih ispuni stoga je potrebno:

- Identificirati finalni output
- Identificirati kupce
- Odrediti potrebe kupca
- Pretvoriti potrebe u specifikacije
- Odrediti mjerila efektivnosti
- Oblikovati sustav prikupljanja podataka
- Prikupiti i analizirati podatke
- Postaviti nove rezultate učinaka za ciljeve
- Izvijestiti o nalazima

2. Procjena uspješnosti

Procjena uspješnosti je proces kojim treba utvrditi sposobnost poduzeća da efikasno upotrebi resurse kojima raspolaže. Pri tome je potrebno smanjiti troškove, smanjiti varijacije i vremenski ciklus što se postiže kroz:

- Određivanje mjerila efikasnosti
- Oblikovanje sustava prikupljanja podataka
- Analiziranje troškova
- Analiziranje varijacija
- Analiziranje vremenskog ciklusa
- Postavljanje nove ciljne efikasnosti
- Izvještavanje o nalazima

3. Analiza procesa

Analiza procesa je usmjerena na detaljno upoznavanje s tekućim procesom kako bi se mogle poduzeti mjere unapređenja, a sastoji se od:

- Ocjene stanja procesa
- Utvrđivanja mogućnosti prioriteta unapređivanja
- Utvrđivanja mogućnosti prioriteta podprocesa
- Izbor pristupa unapređivanja
- Izvještavanja o nalazima

4. Unapređenje procesa

Unapređivanjem procesa se uspostavlja takav proces koji će osigurati da se na najbolji način zadovolje potrebe kupaca, a provodi se na konceptu PDCA (Plan, Do, Check, Act). Stoga je potrebno:

- Izabrati vitalne probleme
- Dijagnosticirati korijen uzroka
- Razumjeti izvor varijacija (promjenjivosti) procesa
- Primijeniti PDCA koncept

5. Implementacija promjene

Implementacija promjene podrazumijeva aplikaciju oblikovanih rješenja, a provodi se kroz:

- pilot implementaciju
- izrađivanje akcijskih planova
- implementaciju planova

6. Standardizacija i nadziranje

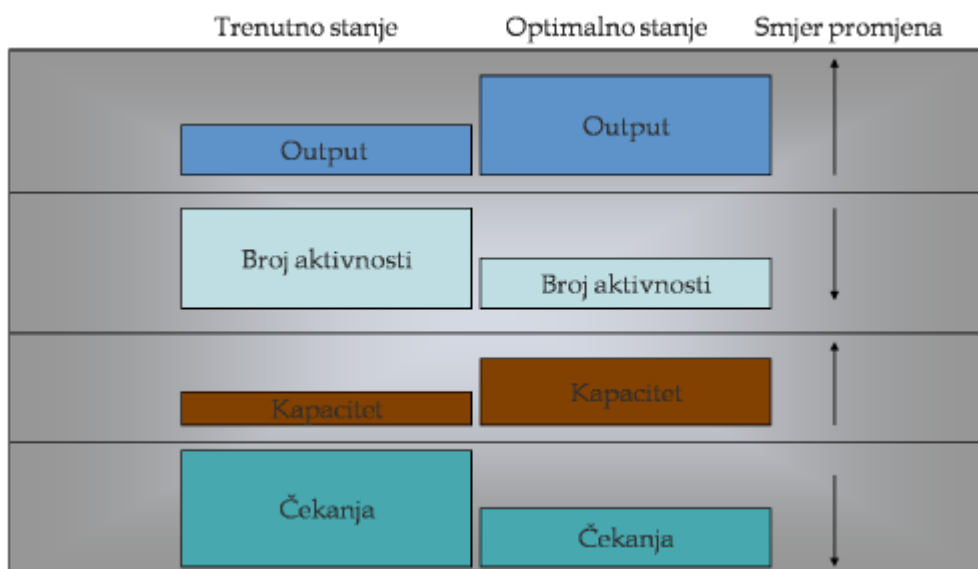
Standardizacija i nadziranje se sastoje od tri grupe aktivnosti:

- Nadziranja rezultata
- Nagrađivanja sudionika
- Identificiranja sljedeće faze

2.4. Definiranje temeljnih promjena i proces implementacije kontinuiranog unaprjeđivanja kvalitete

Prilikom definiranja temeljnih promjena poduzeće koje provodi implementaciju mora biti prije svega svjesno da kontinuirano unaprjeđivanje predstavlja proces rasta kvalitete dobara i usluga kroz rast dobiti popraćen povremenim inovacijama koje se provode stalno. Dakle, proces primjenjuju svi odjeli, proizvodi, usluge i aktivnosti u poduzeću i zato rezultira korjenitim promjenama.

Najvažniji dio predstavlja korak u kojem je nužno usporediti prethodno definirano stanje i izabranu optimalnu vrijednost procesa (Slika 2.) [4].



Slika 2. Usporedba prethodno definiranog stanja i odabrane optimalne vrijednosti procesa [4]

2.5. Varijabilnost procesa

Svaki poslovni proces podložan je varijabilnosti. Varijabilnost procesa drži se normalnom pojavom na koju se računa. Varijabilnost parametara u području transformacije ulaznih veličina u izlazne veličine procesa utječe na varijabilnost cijelog poslovnog procesa. Na primjer, nedostatak određene namirnice na tržištu nabave može zahtijevati supstituciju drugom namirnicom sličnih karakteristika. To odstupanje od uobičajenog odvijanja procesa (varijabilnost) može utjecati na razinu kvalitete obroka

kao rezultata procesa, vrijeme odvijanja jednog ciklusa procesa, troškove kvalitete procesa, stupanj zadovoljstva kupca/korisnika rezultatom procesa [5].



Slika 3. Prikaz varijabilnosti procesa [5]

Svaka pojava varijabilnosti, a potom i odstupanja odvijanja procesa od optimuma ne mora nužno negativno utjecati na razinu kvalitete rezultata procesa. Međutim, udaljava li se odvijanje procesa od crte optimalnog tijeka toliko da se približava dozvoljenim granicama odstupanja ili je izašlo izvan tih okvira, pojavljuju se troškovi zbog (ne)kvalitete. Proces postaje preskup, ugrožava kvalitetu rezultata čime ozbiljno dovodi u pitanje stupanj zadovoljstva kupca/korisnika, dakle postaje neracionalnim [5].

2.5.1. Utjecaj varijabilnosti procesa na izbor metode unapređenja

U cilju postizanja racionalnosti procesa na raspolaganju je široka lepeza mogućnosti, od otklanjanja slabih mjesta, do reinženjeringa procesa. Radi otklanjanja slabih mjesta nužno je dobro provedeno strukturiranje procesa što će omogućiti praćenje njegovog odvijanja i analizu u cilju otkrivanja svih slabih mjesta (petlje, preklapanja, višestruki poslovi, višestruke ili nedostatne kompetencije, premalo ili previše ljudi, rasipanje resursa i sl.).

Zadaća je menadžmenta poslovnog procesa potpuno **otkloniti** ili **minimalizirati utjecaj slabih mjesta**. Nakon uočenih i otklonjenih slabih mjesta u poslovnom procesu

ili minimalizaciji njihovih negativnih učinaka, moguće je pristupiti optimizaciji cijelog procesa. Cilj je maksimalizacija rezultata uz minimalizaciju ulaganja.

Optimizacija podrazumijeva izmjene u procesu koji je pouzdan, pa su mogući neželjeni poremećaji. Zbog toga se zadaći optimizacije procesa pristupa stručno s maksimalnom dozom opreza.

Dok optimizacija teži poboljšanju postojeće strukture, **inovacija** podrazumijeva izmjene i dodatke kojih do tada uopće nije bilo u procesu. Može se reći da se radi o manjoj promjeni i poboljšanju postojećeg poslovnog procesa.

Reinženjering se opisuje kao temeljito redefiniranje poslovnih procesa radi postizanja drastičnih poboljšanja najvažnijih sastavnica poslovanja (troškova, kvalitete, brzine). Riječ je o sasvim novom obliku i strukturi poslovnog procesa, a time i njegovoj kvaliteti. To je vrlo složena operacija u kojoj se sve u procesu mijenja, izuzev cilja. To je skup aktivnosti koje podrazumijevaju potrebu angažiranja niza specijalista izvan tima za upravljanje poslovnim procesom.

Otklanjanje slabih mjesta, optimizacija, inovacija i reinženjering mehanizmi su za postizanje racionalizacije procesa. Razlikuju se po opsegu intervencije u procesu što podrazumijeva i razliku u vremenu trajanja intervencije i veličinu rizika. Nije nužno čekati da varijabilnosti procesa dobiju takav karakter da njihove posljedice treba sanirati primjenom nekog od, po opsegu, vremenu trajanja i riziku zahtjevnijih mehanizama za postizanje racionalizacije, odnosno poboljšanja u poslovnom procesu. Dovoljno je pridržavati se principa kontinuiranog unapređenja [5].

2.6. Pojam i struktura informacijske osnovice za kontinuirano poboljšanje

Informacijski sustav organizacije pojmovno se određuje kao relativno izolirana složena struktura djelovanja, kojoj je prvenstveni cilj prikupljanje, prijenos, obrada, primjena i arhiviranje svih mogućih informacija koje su egzistencijalno potrebne visoko organiziranoj strukturi.

Shvati li se poslovni proces kao visoko organiziranu strukturu, što on u suštini je, informacijski sustav dovoljan je okvir za informacijsku osnovicu potrebnu poboljšanju procesa. Informacijska osnovica je model analitičke podloge za odlučivanje koji čine prikupljene i obrađene informacije potrebne za donošenje odluka koje imaju za cilj poboljšanje kvalitete poslovnih procesa. Informacijska je osnovica strukturirana od dva bitna strukturna elementa [5]:

- Od informacija za utvrđivanje varijabilnosti procesa i karaktera odstupanja,
- Od informacija o učinkovitosti poduzetih aktivnosti i mjera u cilju kontinuiranog poboljšanja poslovnog procesa.

TABLICA 1. STRUKTURA INFORMACIJSKE OSNOVICE ZA KONTINUIRANO POBOLJŠANJE KVALITETE [5]

| | |
|--|--|
| Informacije potrebne za utvrđivanje varijabilnosti (odstupanja) u procesu | Unutarnje |
| | 1. Analiza rizika i mogućnosti poboljšanja. 2. Povratne informacije od sudionika procesa. 3. Interni auditi. 4. Računovodstvo troškova kvalitete. |
| | Vanjske |
| | 1. Povratne informacije od kupaca/korisnika. 2. Informacije od dobavljača. 3. Eksterni auditi. |
| Unutarnje | Informacije o učinkovitosti poduzetih aktivnosti i mjera u cilju kontinuiranog poboljšanja |
| 1. Analiza rizika i mogućnosti poboljšanja. 2. Povratne informacije od sudionika procesa. 3. Interni auditi. 4. Računovodstvo troškova kvalitete. | |
| Vanjske | |
| 1. Povratne informacije od kupaca/korisnika. 2. Informacije od dobavljača. 3. Eksterni auditi. | |

Informacije potrebne za utvrđivanje varijabilnosti (odstupanja) u poslovnom procesu, kao i informacije o učinkovitosti poduzetih aktivnosti i mjera u cilju kontinuiranog poboljšanja poslovnih procesa, imaju iste izvore. Do ovih se informacija dolazi kontinuiranim praćenjem, mjerenjem, primjenom sustava odgovarajućih pokazatelja i stručnim tumačenjem [5].

2.7. Izvori informacija kao pomoć u provođenju poboljšanja

Kontinuirano unapređenje ne bi smio biti suviše zahtjevnim zadatkom za organizaciju. Naprotiv, to bi trebao biti uobičajen posao. Tim prije što uvijek postoje područja u organizaciji, kao i aktivnosti ili faze (procesni koraci) u poslovnom procesu, gdje su poboljšanja moguća. Izvori informacija koji mogu olakšati taj posao višeznačni su [5]:

- Povratne informacije od kupaca/korisnika i njihova ocjena organizacije te njezinih proizvoda/usluga
- Rezultati sagledavanja raznih opasnosti i rizika u poslovanju i utvrđivanje na kojem bi mjestu u poslovnom procesu poboljšanja ublažila postojeći rizik
- Povratne informacije koje menadžment poslovnog procesa dobiva od sudionika samog procesa kao i prijedlozi o tome kakvo bi poboljšanje moglo podići moral i motivaciju
- Informacije o tome gdje su moguća značajna poboljšanja na proizvodu/usluzi, do kojih se dolazi promišljanjem različitih aspekata s dobavljačima
- Informacije koje se mogu prikupiti putem internih audita, a koje će ukazati na mogućnosti i dijelove procesa u koje treba uvesti poboljšanja.

2.8. Smjernice za uspješno provođenje kontinuiranog unapređenja

Svakom poboljšanju u procesu prethodi stručna analiza stanja kako bi se pouzdano utvrdilo koje aktivnosti ili faze (procesne korake) u poslovnom procesu treba poboljšati, kojim mjerama i u kojem vremenu je moguće očekivati pozitivne učinke. To će zahtijevati kompetenciju, vrijeme i određena ulaganja. Da bi ovi napori rezultirali željenim učincima u obliku stvarnih poboljšanja, uputno je pridržavati se slijedećih preporuka za poboljšanje kvalitete poslovnih procesa [5]:

- Poboljšanje treba provoditi prema projektu.
- S aktivnostima na poboljšanju treba početi u komunikaciji između menadžmenta procesa i sudionika procesa te suradnika međusobno.

- Treba ostati dosljedan kod utroška vremena potrebnog za poboljšanje kvalitete procesa, pa čak i ukoliko se na nekim drugim područjima pojave problemi.
- Ukoliko se uvođenjem poboljšanja kvalitete procesa utvrde značajniji problemi, potrebno je pozvati stručnjake.
- Težiti da se u poboljšanje kvalitete poslovnog procesa uključe svi sudionici procesa jer će tako biti postignuti najbolji rezultati.
- Poslovni proces kupcima/korisnicima treba prikazati što jasnije.
- Započeti s malim poboljšanjima koja brzo pokazuju uspjeh.
- Redovito dogovarati napredovanje projekta poboljšanja.
- S drugim organizacijama razmjenjivati iskustva u pogledu poboljšanja kvalitete poslovnog procesa.
- Sudionicima poslovnog procesa delegirati zadatke kako bi se time povećalo njihovu odgovornost i motivaciju.
- Redovito provoditi radne dogovore.
- Menadžment poslovnog procesa treba stalno ukazivati na potrebu i prednosti poboljšanja kvalitete procesa.
- Biti kritičan prema vlastitom stilu vođenja (više će se postići suradnjom nego autoritetom).

Kontinuirano unapređivanje poslovnih procesa treba biti svakodnevnom zadaćom i praksom te sastavnicom poslovne filozofije, te je stalno poboljšanje u poslovnom procesu nužno moći dokumentirati i dokazati neovisnim auditorima (prosuditeljima) prilikom audita kvalitete poslovnog procesa, odnosno kvalitete poslovnog sustava, u okviru kojeg se proces odvija [5].

3. PROCESNI PRISTUP PROIZVODNJI

3.1. Definicija procesa

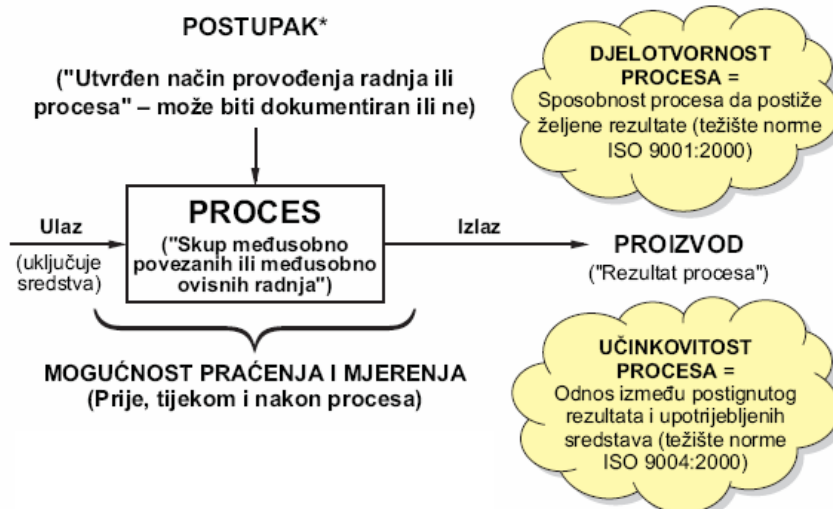
Proces je skup uzajamno povezanih ili međusobno ovisnih radnji koje ulazne veličine pretvaraju u rezultate. Prosesi se planiraju i provode u nadziranim uvjetima radi stvaranja dodatne vrijednosti. Često je izlaz iz jednog procesa izravan ulaz u sljedeći proces kako je to prikazano Slikom 4 [6]:



Slika 4. Lanac međusobno povezanih procesa [7]

Karakteristika procesa je da je orijentiran prema cilju, transformacijski i da stvara vrijednosti. Proces se vrednuje na temelju [6]:

- učinkovitosti (odnos između postignutih rezultata i planiranih ciljeva)
- djelotvornosti (odnos između postignutih rezultata i upotrijebljenih resursa)
- prilagodljivosti



Slika 5. Shematski prikaz procesa [7]

Kako je to prikazano Slikom 5., ulazi i izlazi mogu biti tvarni ili netvarni. Primjeri ulaza i izlaza između ostalog mogu uključivati opremu, gradiva, sastavnice, energiju, obavijesti i financijske izvore. Da bi se mogle provoditi radnje u procesu, moraju se dodijeliti odgovarajuća sredstva. Može se upotrebljavati kakav mjerni sustav za prikupljanje obavijesti i podataka za analizu radnih značajka procesa te ulaznih i izlaznih značajka [7].

3.2. Podjela procesa

Procese možemo podijeliti u **tri** osnovne grupe [6]:

- 1. Procesi upravljanja** se koriste za osiguranje smjera i vođenje organizacijom. Obično vođeni od više uprave kako bi uspostavili ciljeve, razvili i provodili strategiju za ispunjenje ciljeva, razvijali poslovanje. Također oblikuju i upravljaju procesima podrške i poslovnim procesima.
- 2. Poslovni procesi** (operativni procesi, procesi realizacije proizvoda) odražavaju jedinstvenu sposobnost organizacije i stvaraju dodatne vrijednosti. Počinju i završavaju s vanjskim kupcem (end-to-end procesi), teže da budu veliki u opsegu i obično se protežu kroz više organizacijskih jedinica.
- 3. Procesi podrške** omogućuju izvođenje ostalih procesa. Prednost procesnog pristupa je osiguravanje trajnog upravljanja vezama između pojedinačnih procesa unutar sustava procesa te njihovom kombinacijom i međusobnim djelovanjem.

Grafički prikaz podjele procesa prikazan je na idućoj stranici Slikom 6:



Slika 6. Primjer podjele procesa [6]

Da bi organizacija radila učinkovito mora utvrditi brojne međusobno povezane radnje i njima upravljati. Da bi potpuno iskoristili snagu procesa moramo naučiti kako povezati procese sa strategijom, kako ih integrirati s organizacijskom strukturom i sustavom upravljanja i kako upravljati procesima.

Sve ovo je moguće jedino ako našu organizaciju transformiramo u **Procesno orijentiranu organizaciju** [6].

3.3. Procesni pristup

Da bi potpuno iskoristili snagu procesa moramo naučiti:

- kako povezati procese sa strategijom
- kako ih integrirati s organizacijskom strukturom i sustavom upravljanja
- kako upravljati procesima i mjeriti njihovu učinkovitost

Sve ovo je moguće jedino ako našu organizaciju transformiramo iz funkcionalne u procesno orijentiranu organizaciju. Procesno orijentirane organizacije omogućuju: stalno nadziranje, mjerenje, upravljanje i poboljšavanje svojih procesa.

Procesno orijentirane organizacije odgovaraju zahtjevima tržišta, poboljšavaju vrijednost svojih proizvoda i usluga, poboljšavaju efikasnost svojih procesa, poboljšavaju vezu između uprave i organizacijskih kapaciteta, iskorištavaju potencijal svih svojih zaposlenika [6].

Procesno orijentirane organizacije su preduvjet za postizanje poslovne izvrsnosti.

3.3.1. Svrha procesnog pristupa

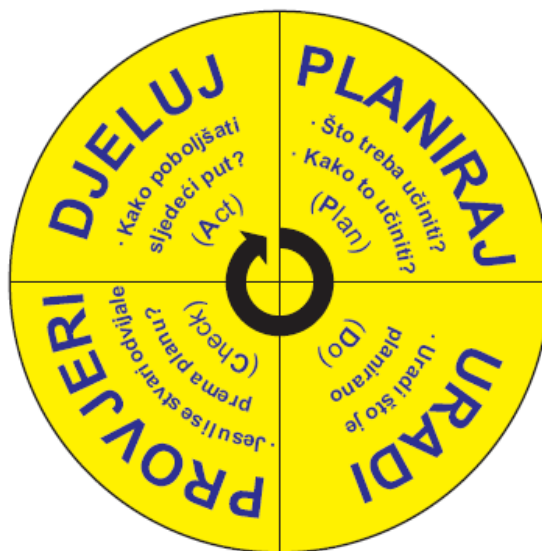
Važnost razumijevanja procesnog pristupa i uspostavljanja procesno orijentirane organizacije je osnovni preduvjet za postizanje poslovnih ciljeva organizacije. Mjerenjem i nadziranjem ključnih pokazatelja izvedbe procesa postavljamo upravljački pristup nad pojedinim procesom. Bez mjerenja ne znamo kako uspješno provodimo svoje procese, koliko dobro radimo svoj posao te hoćemo li ostvariti svoju viziju i ciljeve. Mjerenje poslovnih rezultata je preduvjet za poboljšanje poslovanja. Organizacije uspostavljaju procese poboljšanja u svoje poslovanje radi jednog razloga – rezultati.

Za učinkovitu primjenu upravljanja rezultatima potrebna nam je procesno orijentirana organizacija i svijest da je primjereno upravljanje procesima preduvjet za osiguranje poslovne uspješnosti. Razumijevanje modela upravljanja procesima, razumijevanje procesnog pristupa i procesno orijentirane organizacije put je ka tom cilju [6].

3.3.2. Ciklus P-D-C-A i procesni pristup

Ciklus P-D-C-A (eng. Plan-Do-Check-Act) "planiraj-uradi-provjeri-djeluj" prvi je dvadesetih godina 20. – og stoljeća razvio Walter Shewhart, a poslije ga je popularizirao W. Edwards Deming. Iz tih se razloga on često naziva **Demingovim ciklusom** [7].

Pojam PDCA prisutan je u svim područjima našega profesionalnog i osobnog života, a upotrebljavamo ga neprekidno, formalno ili neformalno, svjesno ili nesvjesno u svemu što radimo. Svaka radnja, bez obzira na to kako bila jednostavna ili složena, ulazi u taj model koji nikad ne završava (Slika 7):

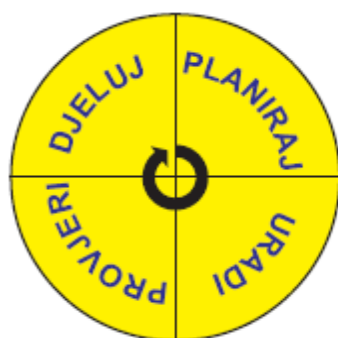


Slika 7. Ciklus "planiraj-uradi-provjeri-djeluj" [7]

U kontekstu sustava upravljanja kakvoćom, PDCA dinamičan je ciklus koji se može razviti u svakome od procesa organizacije i sustavu procesa kao cjelini. On je tijesno povezan s planiranjem, primjenom, upravljanjem i neprekidnim unapređivanjem procesa ostvarivanja proizvoda i drugim procesima sustava upravljanja kakvoćom.

Održavanje i neprekidno unapređivanje sposobnosti procesa može se postići primjenom pojma PDCA na svim razinama u organizaciji. On se jednako primjenjuje na strateške procese više razine, kao što su planiranje sustava upravljanja kakvoćom ili ocjena upravljanja i izvođenju jednostavnih praktičnih radnja koje se provode kao dio procesa ostvarivanja proizvoda.

Način na koji je PDCA ciklus primjenjen na procese predložen je Slikom 8. na idućoj stranici:



Planiraj: Utvrdi ciljeve i procese potrebne za dobivanje rezultata u skladu sa zahtjevima korisnika i politikom organizacije.

Uradi: Primijeni te procese.

Provjeri: Prati i mjeri procese i proizvod prema politici, ciljevima i zahtjevima za proizvod i izvješćuj o rezultatima.

Djeluj: Poduzimaj radnje za neprekidno poboljšavanje djelotvornosti procesa.

Slika 8. Primjena ciklusa PDCA na procese [7]

3.4. Procesno orijentirana organizacija

Razvoj organizacije poslovanja prepoznaje četiri osnovna modela;

- funkcionalna organizacija
- funkcionalno orijentirana organizacija
- procesno orijentirana organizacija
- procesna organizacija

Sa stvaranjem zahtjevnih i kompliciranih poslovnih zadataka unutar organizacije se formiraju odjeli koja su sačinjavaju pojedinci sa sličnim poslovima i zadacima. Tako dolazimo do **Funkcionalne organizacije** - organizacije po odjelima [6].

3.4.1. Funkcionalna organizacija

Funkcionalna organizacija daje nejasnu sliku cjelovitosti procesa, slabo je usmjerena na kupce, kako unutarnje tako i vanjske. Funkcionalna organizacija pažnju usmjerava samo na proizvodne procese, dok zanemaruje procese podrške i upravljanja. Generira nepotrebna uska grla i barijere, generira rivalstvo među organizacijskim jedinicama.

Loša komunikacija među organizacijskim jedinicama i nedovoljna spremnost na promjene je također značajka funkcionalne organizacije. Poboljšanja koja se provode su lokalnog značaja koja mogu, ali obično nemaju utjecaj na rezultate poslovanja organizacije [6].

3.4.2. Funkcionalno orijentirana organizacija

Funkcionalno orijentirana organizacija prepoznaje procese, ali su još uvijek procesi podređeni odjelima [6].

3.4.3. Procesno orijentirana organizacija

Procesno orijentirana organizacija prepoznaje važnost procesa, a procesi su nadređeni odjeljenjima. Procesno orijentirana organizacija daje jasnu sliku cjeline i međuodnosa procesa, snažno je usmjerena na kupca (jasni zahtjevi unutarnjih i vanjskih kupaca) i omogućuje analizu ispunjenja potreba kupca.

Procesno orijentirana organizacija lako identificira probleme (koraci koji ne donose dodanu vrijednost, nepotrebna uska grla, relacije...), dodjeljuje jasne odgovornosti (vlasnici procesa) i širi svijest o ulozi u procesu, osigurava komunikaciju među odjelima (bolja suradnja odjela koji sudjeluju u procesu – bolja podloga za donošenje ispravnih odluka). Procesno orijentirana organizacija je spremna na promjene i optimizira procese tako da njihova poboljšanja imaju utjecaj na rezultate poslovanja organizacije [6].

3.4.3.1. Osnovne značajke procesno orijentirane organizacije

- Vlasnik procesa je odgovoran za oblikovanje i upravljanje procesom i rezultatima procesa. Odgovoran je za nadziranje izvedbe procesa i pokretanje projekata unapređivanja procesa, također je odgovoran za provođenje izobrazbi.
- Ciljevi i resursi organizacije su raščlanjeni na funkcije preko procesa, svaka funkcija (odjel) ima svoj zadatak i dodijeljene mu resurse u ispunjavanju ciljeva

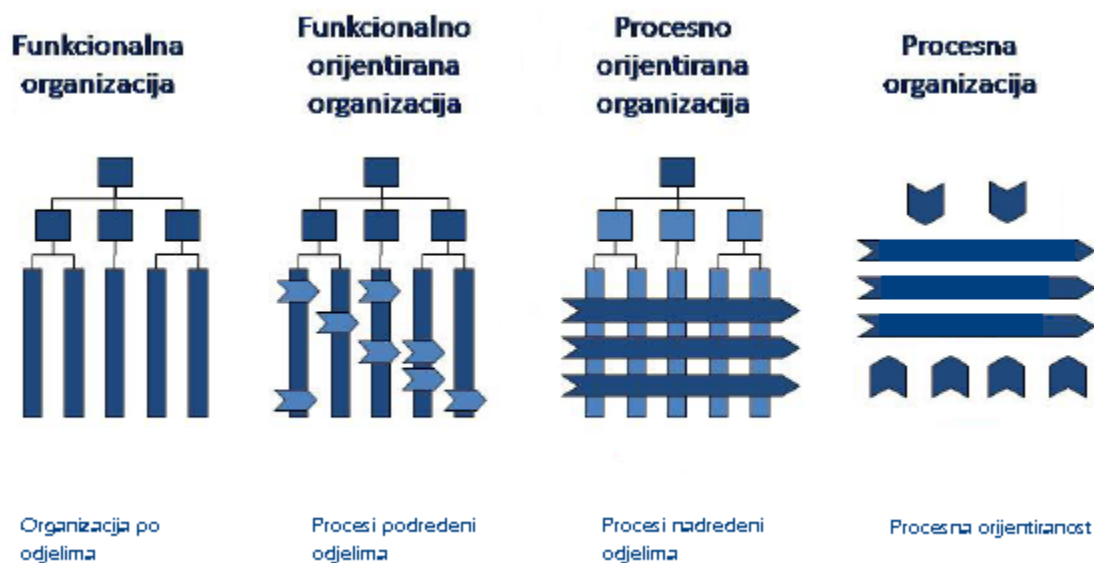
organizacije.

- Procesno orijentirana organizacija jasno odvaja odgovornosti za oblikovanje procesa od izvođenja procesa (postoji voditelji organizacijskih jedinica koji su odgovorni za izvođenje procesa).
- Voditelji organizacijskih jedinica odgovorni su također za upravljanje i provođenje procesa u skladu s dokumentiranim postupcima ,za upravljanje resursima potrebnim za provođenje procesa, izvještavanje predstavnika u procesnom timu o operativnim problemima.
- Procesno orijentirana mjeri izvedbu procesa, postavljanjem ključnih pokazatelja izvedbe (KPI). Ključni pokazatelji izvedbe su osnova za pokretanje poboljšanja unutar organizacije i za donošenje pravilnih poslovnih odluka.
- Horizontalna komunikacija i upravljanje ima zadaću uspostaviti jasne ciljeve organizacije te rasporediti (dislocirati) te ciljeve na poslovne procese koji stvaraju vrijednost. Također se horizontalnim upravljanjem razvija organizacijska struktura i sustavi da podupiru poslovne procese koji stvaraju vrijednost [6].

3.4.4. Procesna organizacija

U procesnoj organizaciji prepoznamo potpunu procesnu orijentiranost i nestanak odjela i funkcionalne organiziranosti [6].

Razvoj četiri osnovna modela organizacije poslovanja grafički je prikazan na idućoj stranici na Slici 9.:



Slika 9. Razvoj organizacije poslovanja [6]

Horizontalni pristup organizaciji je temelj razumijevanja poslovnih aktivnosti. Gledajući horizontalno, a ne vertikalno, vidimo sve poslovne procese, tj. način obavljanja posla (Slika 9).

Usporedba osnovnih značajki funkcionalne i procesno orijentirane organizacije data je Tablicom 2:

TABLICA 2. OSNOVNE ZNAČAJKE FUNKCIONALNE I PROCESNO ORIJENTIRANE ORGANIZACIJE [6]

| Funkcionalna organizacija | Procesno orijentirana organizacija |
|--|--|
| Uspostavlja zadatke | Uspostavlja i održava široke i multifunkcionalne procese |
| Mjeri učinkovitost odjela | Mjeri učinkovitost odjela |
| Usredotočuje se na ciljeve odjela/funkcija | Usredotočuje se na ciljeve kupaca |

4. SISTEMATIZACIJA METODA KONTINUIRANOG UNAPREĐENJA

4.1. Lean koncept proizvodnje

4.1.1. Povijest Lean - a

- Taiichi Ohno, Toyotin šef proizvodnje nakon Drugog svjetskog rata:

„All we are trying to do is shorten the time line...“

Napraviti proizvod u kratkom roku, najbolje moguće kvalitete i prihvatljive cijene - cilj je i želja svake organizacije, a Lean proizvodnja tvrdi da ima odgovor kako to postići na optimalni način o čemu mogu posvjedočiti kompanije poput Toyote ili General Electrica, koje svoju uspješnost dijelom duguju i primjeni tog alata. Lean proizvodnja temelji se na ideji da se svaki industrijski proces sastoji od produktivne i 'štetne' radnje te nudi desetak različitih programa kako pojačati produktivne ili 'vitke', odnosno kako kontrolirati pet osnovnih faktora proizvodnje - cijenu, kvalitetu, količinu, isporuku i zaposlene, te kako eliminirati 'štetne' radnje poput nepotrebnog transporta materijala, suvišnog inventara i radnih operacija, čekanja na materijal, pogrešne prerade, viška odnosno manjka proizvodnje, neispravnih dijelova i drugog. Uklanjanjem tih suvišnih radnji kompanije poput Toyote i General Electrica postigle su veću učinkovitost, niže troškove proizvodnje i poboljšale kvalitetu proizvoda [8].

Osnovni temelji Lean proizvodnje ili Lean managementa postavljeni su u Japanu. Naime, odmah nakon završetka Drugoga svjetskog rata Taiichi Ohno, direktor Toyote, odlučio je revolucionirati proizvodni proces u tom japanskom automobilskom divu na način da ukloni sav proizvodni višak, dade veće ovlasti radnicima i time ih više motivira, reducira inventar u tvornici samo na onaj nužno potreban za proizvodnju i tako gurane Toyotu u sam vrh autoindustrije u svijetu. Umjesto da održavaju i čuvaju sve resurse nužne za buduću proizvodnju, sklopili su neposredna partnerstva s dobavljačima i tako uklonili sav višak koji je bespotrebno stajao po skladištima i na taj su način postali tvornica koja radi po 'narudžbi'. Drugim riječima, Toyotini proizvodni pogoni radili su

samo onda kad bi imali narudžbu, nije više bilo proizvodnje koja bi samo gomilala proizvode po skladištima te time na kraju uzrokovala pad potražnje i pad cijene konačnog proizvoda. Kompanija je smanjila i rukovodeću strukturu maksimizirajući potencijal svojih multikvalificiranih radnika, što je omogućilo da mnogo fleksibilnije koristi postojeće resurse. Upravo zato što su te promjene napravili brzo često su bili mnogo spremniji od konkurencije odgovoriti na tržišne zahtjeve [8].

4.1.2. Gdje se sve primjenjuje Lean

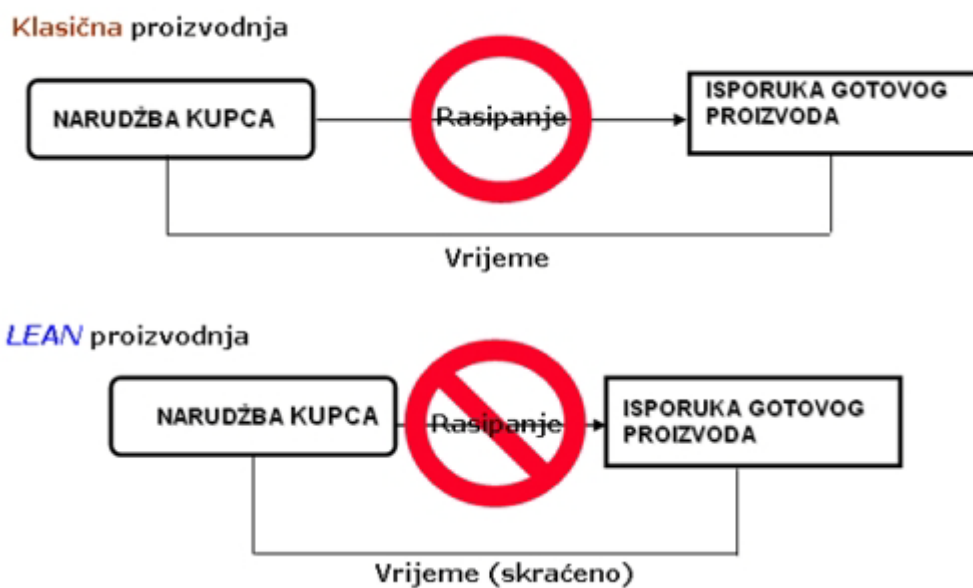
Lean je primjenjen gdje god se pojavljuju gubici, i bilo gdje postoji mogućnost za poboljšanje. Drugim riječima, Lean je posvuda. Nije ograničen samo na bilo koji određeni dio organizacije ili funkcije poduzeća. Iako je formalno primjena Leana započela u proizvodnji, Lean je primjenjiv i na upravu poduzeća [9].

4.1.3. Što Lean znači

Lean znači manje od mnogih stvari - manje otpada, kraći proizvodni ciklus, manje dobavljača, manje birokracije. Ali Lean znači i više - više djelatnika znanja i osnaživanje, više organizacijskih agilnost i sposobnost, veću produktivnost, više zadovoljnih kupaca, te više dugoročnih uspjeha.

Lean je proizvodna filozofija koja kada je implementirana skraćuje vrijeme od narudžbe kupca do isporuke gotovog proizvoda, eliminirajući sve izvore rasipanja, tj. gubitaka (*waste*) u proizvodnom procesu. Glavni cilj je isporuka usluge ili proizvoda koji se potpuno podudara sa željama kupaca, sa što manje gubitaka [9].

Na Slici 10. na idućoj stranici prikazana je usporedba klasične proizvodnje i Lean proizvodnje na kojoj se vidi kako je primjenom Lean proizvodnje vrijeme između narudžbe kupca i isporuke gotovog proizvoda skraćeno u odnosu na klasičnu proizvodnju.



Slika 10. Usporedba: klasična i Lean proizvodnja [10]

4.1.4. Sedam tipova rasipanja u proizvodnji

Prema Taiichi Ohno-u postoji sedam tipova rasipanja u proizvodnji [8]:

1. Prekomjerna proizvodnja

- Stvaranje proizvoda koji se ne mogu plasirati na tržište
- Stvaranje dokumentacije koju nitko ne zahtijeva ili koja uopće neće kasnije koristiti
- Slanje uputa prema previše ljudi (ili obratno) - Proizvodnja “za svaki slučaj”!!!

2. Transport

- Nepotrebno kretanje materijala (obradaka) između operacija ili između skladišnih površina
- Neučinkovit transport informacija
- Neuspješna komunikacija: gubitak podataka, nekompatibilnost, nepouzdanost informacija

3. Vrijeme čekanja

- Vrijeme čekanja materijala između operacija,
- Čekanje radnika na strojevima ili na materijal (loše planiranje proizvodnje)
- Čekanje na isporuku (npr. kasni sirovina i sl.)

4. Prekomjerna obrada

- Predimenzionirani strojevi, kriva ili nedostajuća tehnološka oprema, pripremno-završno vrijeme, čišćenje između obrade
- Previše procesa obrade
- Predetaljna obrada - Loš design (konstrukcija) proizvoda, koja zahtijeva previše koraka obrade (prekompleksan proizvod)

5. Zalihe

- Visoke zalihe povezane su sa prekomjernom proizvodnjom („zamrznuti kapital“ u skladištima)

6. Nepotrebni pokreti

- Loš raspored strojeva
- Nepotrebno gibanje radnika

7. Škart

- Prekid toka zbog grešaka, nepotrebna vremena, troškovi i za analizu i otklanjanje

4.1.5. Što Lean nije

Lean je puno stvari - to je filozofija, skup načela; jezik (kompletan sa svojim žargonom i skraćenicama), strategije upravljanja, metodologija; skup tehnika, ponašanja, alata – sve što podržava ideju o smanjenju gubitaka. Lean je često povezan s drugim metodama kontinuiranog unapređenja, a posebno se često povezuje sa Six Sigma (više ovojtemi kasnije). I Lean, kao način razmišljanja i ponašanja, može biti dio mnogih inicijativa. Lean tako je puno stvari.

No, postoje brojne stvari koje Lean nije [9]:

- **Lean nije samo „prazna priča“.** To nije samo gomila ispraznih menadžerskih govora, kompliciranih mapa procesa, ili timska vježba za podizanje morala zaposlenika s prizvukom japanskih izraza. Lean je dobro utemeljen, zreo i vrlo realan model razvoja i održavanja izvrsnosti.
- **Lean nije težak.** Za razliku od većine drugih metoda kontinuiranog unapređenja, Lean ne zahtijevaju velika ulaganja u osposobljavanje ili skupe programe (software).
- **Lean nije pretjerano analitički i statistički orijentiran.** Za rješavanje određenih zahtjevnijih problema, uvijek će biti potrebna dublja analiza za razumijevanje i pronalazak rješenja. No, velika većina Lean poboljšanja se sastoje od vrlo jednostavnih vježbi, promatranja i aktivnosti koje svatko može razumjeti i primjenjivati.
- **Lean nije izmišljen odjednom.** Lean je rezultat dugotrajno prakse, karakteriziran i shvaćen od strane istraživača koji su se promatrali što određena poduzeća i proizvodne procese čini boljima.
- **Lean nije „pro-zapadnjačka“ filozofija.** Lean nije instant rješenje, blic – metodologija koju primjenjujemo za rješavanje jučerašnjih problema danas. To je kontinuiran, dugotrajan i svakodnevni pristup poboljšavanju i fleksibilnosti poduzeća.

4.1.6. Lean metrika [11]

Primarna svrha uvođenja Lean – a je uočavanje i uklanjanje gubitaka s radnih mjesta. Uklanjanje gubitaka se provodi kroz uočavanje aktivnosti koje kupcu ne stvaraju vrijednost. Takva vrsta aktivnosti povećava vrijeme potrebno za izvršenje rada te tako smanjuje produktivnost tri faktora proizvodnje koji utječu na efikasnost procesa: radnika, strojeva, proizvodnog pogona.

4.1.6.1. Procjena kapaciteta resursa

Lean proizvodnja omogućuje efikasnu iskorištenost tri najvažnija proizvodna resursa: rada, proizvodnog pogona i opreme. Proizvodne procese organizacije moguće je jedino poboljšati ako je iskorištenost sva tri navedena resursa optimalna. Između efikasnosti ova tri faktora proizvodnje postoji veza: ako je potencijal radne snage nedovoljno iskorišten, to će utjecati na produktivnost i proizvodnog pogona i opreme zato što oni nisu u mogućnosti raditi optimalno.

4.1.6.2. Procjena radnog kapaciteta

Radni kapacitet se odnosi na iznos vremena potrebnog da jedan radnik proizvede jednu jedinku proizvoda. Pomoću radnog kapaciteta možemo odrediti taktno vrijeme i vrijeme trajanja ciklusa.

4.1.6.3. Taktno vrijeme

Taktno vrijeme se definira kao maksimalan iznos raspoloživog vremena u kojem je proizvođač dužan proizvesti i dostaviti određeni proizvod kupcu u zadanom roku. Stoga, temelji se na zahtjevima kupaca. Taktno vrijeme od 5 minuta znači da je maksimalno 5 minuta potrebno za proizvodnju jedne jedinice proizvoda kako bi zadovoljili zahtjev kupca.

- taktno vrijeme (1):

$$t_t = \frac{t_{nrV}}{n_p} \quad (1)$$

t_t – taktno vrijeme, [min/kom]

t_{nrV} – neto raspoloživo vrijeme za određeni period, [min]

n_p – zahtijevana količina jedinice proizvoda za određeni period, [kom]

4.1.6.4. Vrijeme trajanja ciklusa

Vrijeme trajanja ciklusa izražava vrijeme potrebno za proizvodnju jedne jedinice proizvoda. Razlikuje se od taktnog vremena u tome što ne uzima u obzir trenutne narudžbe kupaca. Vrijeme trajanja ciklusa je samo mjerilo mogućnosti raspoloživih resursa. Što su gubici u proizvodnom procesu manji, vrijeme trajanja ciklusa je kraće.

Kraće vrijeme trajanja ciklusa smanjuje vrijeme potrebno za dovršenje narudžbe, omogućuje efikasnije iskorištenje proizvodnih resursa, te omogućuje organizaciji više fleksibilnosti u planiranju proizvodnje.

- vrijeme trajanja ciklusa (2):

$$t_c = \frac{t_r}{n_j} \quad (2)$$

t_c – vrijeme trajanja ciklusa, [min/kom]

t_r – raspoloživo vrijeme za kompletiranje narudžbe, [min]

n_j – zahtijevana količina jedinice proizvoda, [kom]

U cilju stalnog zadovoljavanja zahtjeva kupaca, proizvodni proces mora biti takav da vremena trajanja ciklusa nikad ne budu veća od taktnih vremena.

4.1.6.5. Dnevni proizvodni kapacitet radnika

Proizvodni proces koji najučinkovitije omogućava optimalno iskorištenje proizvodnih resursa posjeduje, kako to u Japanu kažu *Shojinka*, što prevedeno na hrvatski znači fleksibilnu radnu snagu. To znači da svaki radnik ima točno zadanu količinu posla koju mora odraditi za neki određeni dan normalnih radnih sati. To nam omogućava izračun taktnih vremena, vremena trajanja ciklusa i efikasnosti proizvodnog procesa.

Dnevni proizvodni kapacitet radnika (3) temelji se na vremenu trajanja ciklusa, a računa se po sljedećoj formuli:

$$t_{pr} = \frac{t_c}{n_j} \quad (3)$$

t_{pr} – predviđeno vrijeme rada – vrijeme u kojem radnik kompletira narudžbu, [min]

t_c – vrijeme trajanja ciklusa, [min/kom]

n_j – zahtijevana količina jedinki proizvoda, [kom]

- racionalna kvota po radniku (4):

$$Q = \frac{t_c \cdot n_j}{t_r} \quad (4)$$

Q - racionalna kvota po radniku, [kom/radnik]

t_c – vrijeme trajanja ciklusa, [min/kom]

n_j – zahtijevana količina jedinki proizvoda, [kom]

t_r – raspoloživo vrijeme za kompletiranje narudžbe, [min]

4.1.6.6. Izračun kapaciteta proizvodnog pogona

Izračun kapaciteta proizvodnog pogona označava obujam proizvoda kojeg proizvodni pogon može proizvesti tijekom normalnog radnog vremena (480min=8h=1 dan).

- kapacitet proizvodnog pogona (5):

$$C_{pp} = \frac{t_{nrv}}{t_{ug}} \quad (5)$$

C_{pp} – kapacitet proizvodnog pogona, [kom/dan]

t_{nrv} – normalno radno vrijeme, [480min=8h=1 dan – jedna smjena]

t_{ug} – vrijeme obrade na „uskom grlu“ proizvodnje, [min]

Primjer 1:

Ako je izvršenje po jedinici proizvoda 0.005 minuta, a uređaj radi 16h svaki dan onda je kapacitet proizvodnog pogona = $16 * 60 / 0.005 = 960 / 0.005 = 192000$ jedinica proizvoda svaki dan.

Valja napomenuti da proizvodni pogon može proizvesti jedinki proizvoda na dan onoliko koliko može stroj koji se naziva „usko grlo“ proizvodnje. To je dio proizvodnog procesa na kojem je vrijeme obrade pojedinog proizvoda najveće.

4.1.6.7. Iskorištenje strojeva (opreme)

Učinkovitost i profitabilnost strojeva zavisi o njihovoj efikasnoj iskorištenosti, što ovisi o njihovoj raspoloživosti. Raspoloživost proizvodne opreme zavisi o faktorima kao što su: kvar stroja, gubici zbog lošeg rada stroja, preventivno održavanje koje zahtjeva zastoj proizvodnje i vrijeme koje trošimo na podešavanja i pripremu stroja.

Ako strojevi nisu raspoloživi, to može uzrokovati višak rada i kapacitivni višak proizvodnog pogona što rezultira cjelovitom ili djelomičnom neaktivnosti zbog nedostatka opreme.

4.1.6.8. Raspoloživost strojeva

Raspoloživost strojeva i opreme se definira kao vrijeme iskorištenosti stroja tijekom radnog vremena. Odnos je između vremena provedenog u radu i vremena predviđenog za rad. Stvarno vrijeme rada je predviđeno vrijeme rada u smjeni umanjeno za iznos neplaniranih zastoja.

Planirani zastoji smjene se sastoje od pauza, vremena izmjene dviju smjena, planskog održavanja, i svih ostalih planiranih aktivnosti tokom smjene.

- raspoloživost strojeva (6):

$$A = \frac{t_r}{t_{pr}} \quad ; \quad t_{nrv} = t_{pr} - t_{zn} \quad (6)$$

A – raspoloživost strojeva, (Equipment Availability) [%]

t_{nrv} – vrijeme rada, [min]

t_{pr} – predviđeno vrijeme rada, [min]

t_{zn} – vrijeme neplaniranih zastoja, [min]

Primjer 2:

Za jednu 8-satnu smjenu s dvije pauze 15 min, 15 min za dolazak/odlazak, i 5 min za čišćenje stroja potrebno je izračunati raspoloživost stroja ako je stroj bio u zastoju 45 min?

$$t_{pr} = (8 \times 60) - [(2 \times 15) + 15 + 5] = 430 \text{ min}$$

$$t_{nrv} = 430 - 45 = 385 \text{ min}$$

$$A = t_{nrv} / t_{pr} = 385 / 430 = 0.895 = \mathbf{89.5 \%}$$

4.1.6.9. Učinkovitost rada strojeva

Za svaki stroj se očekuje da tijekom radnog vremena radi na određenoj optimalnoj razini. Brzina kojom strojevi rade, određuje ne samo njihovu razinu produktivnosti, nego i cijelog proizvodnog pogona. Učinkovitost rada strojeva zavisi o njihovoj stopi brzine rada i stopi netto brzine rada.

- **učinkovitost rada strojeva (7):**

$$EPE = S_{rn} \cdot S_r \quad (7)$$

EPE – učinkovitost rada stroja (Equipment Performance Efficiency), [%]

S_{rn} – netto brzina rada stroja, [%]

S_r – brzina rada stroja, [%]

4.1.6.10. Brzina rada stroja

Brzina rada nam govori kolika je stvarna brzina rada (efektivnost) stroja. Također izražava stvarno vrijeme trajanja ciklusa u usporedbi s idealnim vremenom trajanja ciklusa.

- **brzine rada stroja (8):**

$$S_r = \frac{t_{cn}}{t_{cs}} \quad (8)$$

S_r – brzina rada stroja, [%]

t_{cn} – vrijeme trajanja ciklusa (normirano, zadano), [min]

t_{cs} – vrijeme trajanja ciklusa (stvarno), [min]

Primjer 3:

Specifikacije stroja pokazuju kako stroj može proizvesti 5 jedinica u minuti, a njegovo stvarno vrijeme je 0.35 min. Potrebno je izračunati radnu brzinu stroja?

Rješenje: vrijeme trajanje ciklusa je ono vrijeme koje je potrebno da se proizvede 1 jedinica proizvoda. Ako je specifična proizvodnja u minuti 5 jedinica, onda će vrijeme trajanja ciklusa biti $1/5 = 0.2$ min što znači da bi stroju bilo potrebno 0.2 minute da proizvede 1 jedinicu proizvoda.

$$S_r = t_{cn} / t_{cs} = 0.2 / 0.35 = 0.571 = \mathbf{57.1 \%}$$

4.1.6.11. Netto brzina rada stroja

Netto brzina rada stroja izražava stabilnost rada strojeva; definira se kao vrijeme koje stroj provede u radu konstantnom brzinom rada u određenom vremenskom roku. Na stabilnost rada opreme može se utjecati prilagodbama koje izvrši rukovoditelj stroja ili neplaniranima zastojsima i prekidima rada.

Definira se kao odnos trenutnog vremena obrade (rada) i vremena rada (ukupnog).

- netto brzina rada stroja (9):

$$S_{rn} = \frac{t_{tr}}{t_r} \quad (9)$$

S_{rn} – netto brzina rada stroja, [%]

t_{tr} – trenutno vrijeme obrade (rada), [min]

t_r – vrijeme rada, [min]

Primjer 4:

Stvarno vrijeme trajanja ciklusa za stroj iznosi 1.07 minuta po jedinici proizvoda te stroj obradi 387 jedinica proizvoda tijekom 450 minuta radnog vremena. Potrebno je izračunati netto brzinu rada stroja?

Rješenje: Stvarno obradno vrijeme jest produkt stvarnog vremena trajanja ciklusa i obrađenih jedinica proizvoda = $1.07 \cdot 387 = 414.09 \text{ min}$

$$S_{rn} = t_{tr} / t_r = 414.09 / 450 = 0.92 = 92 \% ; EPE = S_{rn} \times S_r = 0.92 \cdot 57.1 = 52.5 \%$$

4.1.6.12. Stupanj kvalitete proizvoda

Ako imamo 855 jedinki nekog proizvoda od kojih je 59 defektnih, postotak defektnih proizvoda bi iznosio $59/885=0.069$ ili gledano u postotcima 6.9 %.

Stupanj kvalitete proizvoda (Quality Rate) bi tada bila $100\% - 6.9\% = 93.1\%$.

$$QR = 93.1\%$$

4.1.6.13. Ukupna učinkovitost opreme

Ukupna učinkovitost opreme je mjera koja nam omogućuje da odredimo koliko učinkovito radi oprema (strojevi). Određena je s raspoloživosti strojeva (**A**), učinkovitosti rada strojeva (**EPE**) i stupnjem kvalitete proizvoda (**QR**).

- ukupna učinkovitost opreme (10):

$$OEE = A \cdot EPE \cdot QR \quad (10)$$

OEE – ukupna učinkovitost opreme (**O**verall **E**quipment **E**fficiency), [%]

A – raspoloživost strojeva, (**E**quipment **A**vailability), [%]

EPE – učinkovitost rada stroja (**E**quipment **P**erformance **E**fficiency), [%]

QR – stupanj kvalitete proizvoda, (**Q**uality **R**ate), [%]

Pomoću vrijednosti ukupne učinkovitosti opreme, poduzeće može definirati na kojoj je razini proizvodnja, otkriti „uska grla“ proizvodnje, te eliminirati gubitke i smanjiti troškove proizvodnje.

Primjer 5:

Bazirajući se na informacijama iz Tablice 3. potrebno je izračunati ukupnu učinkovitost opreme OEE!

TABLICA 3. PRIMJER 5

| | |
|----------------------------|----------------------|
| broj radnih sati | 8h |
| pauze | 30 min |
| sastanak | 15 min |
| nepredviđene stanke | 35 min |
| specifikacije stroja | 1 jedinica u minuti |
| stvarne performanse stroja | 1.05 min po jedinici |
| broj obrađenih jedinica | 405 |
| stupanj kvalitete | 0.97 |

$OEE = \text{raspoloživost strojeva} \cdot \text{učinkovitosti rada stroja} \cdot \text{stupanj kvalitete proizvoda}$

Raspoloživost strojeva:

$$A = t_r / t_{pr} \quad ; \quad t_r = t_{pr} - t_{zn} \quad (6)$$

$$A = [(8 \cdot 60) - (30 + 15) - 35] / [(8 \cdot 60) - (30 + 15)] = 400 / 435 = 0.92 = \mathbf{92 \%}$$

Učinkovitost rada strojeva:

$$EPE = S_{rn} \cdot S_r \quad (7)$$

Netto brzina rada stroja:

$$S_{rn} = t_r / t_r = 1.05 \cdot 405 / 435 = 425.25 / 435 = 0.978 = \mathbf{97.8 \%}$$

Brzina rada stroja:

$$S_r = t_{cn} / t_{cs} = 1 / 1.05 = 0.952 = \mathbf{95.2 \%}$$

Učinkovitost rada strojeva:

$$EPE = S_{rn} \cdot S_r = 0.978 \cdot 0.952 = \mathbf{0.931}$$

Stupanj kvalitete proizvoda:

$$QR = \mathbf{93.1\%}.$$

Ukupna učinkovitost opreme:

$$OEE = A \cdot EPE \cdot QR$$

$$OEE = 0.92 \cdot 0.931 \cdot 0.97 = 0.831 = \mathbf{83.1 \%}$$

Komentar rješenja: ukupna učinkovitost opreme iznosi 83.1 %. To znači da je oprema od ukupnog vremena provedenog u radu efektivno bila u radu 83.1 %. Jasno je da poduzeća trebaju uložiti mnogo truda kako bi dostigla maksimalnu učinkovitost opreme, a jedini način na koji je to moguće jest kontinuirano unapređenje proizvodnih procesa.

4.1.6.14. Propusnost proizvodnog procesa

Propusnost proizvodnog procesa mjeri intenzitet kojim proizvodni proces „izbacuje“ proizvode. Računa se kao recipročna vrijednost vremena trajanja ciklusa proizvodnje:

- propusnost (11):

$$S_p = \frac{1}{t_c} \quad (11)$$

S_p – propusnost, [kom/min]

t_c – vrijeme trajanja ciklusa, [min/kom]

Kako je vrijeme trajanja ciklusa vrijeme potrebno za proizvodnju jedne jedinice proizvoda, propusnost možemo definirati kao broj jedinice proizvoda proizvedene tijekom jedne jedinice vremena. Jedinica vremena može biti sekunda, minuta ili sat, ovisno o tome kako dotično poduzeće vrši mjerenja.

4.1.6.15. Tok rada (Work In Progress - WIP)

Tok rada može se definirati na različite načine; može se definirati u odnosu na vrijeme ili u odnosu na zalihe.

Ako stroj proizvodi 150 jedinica proizvoda u jednom satu, a mora proizvesti 1500 jedinica proizvoda tada stroj ima 10h toka rada ili se reći da ima 1500 jedinica proizvoda na zalihama toka rada.

$$Z_{tr} = S_p \cdot t_t \quad (12)$$

Z_{tr} – zalihe toka rada, [kom]

S_p – stopa propusnosti, [kom/min]

t_t – tok vremena, [min]

Veza između zaliha toka rada, propusnosti i toka vremena (ili ukupno vodeće vrijeme) je poznata kao Little – ov zakon. Dalje, preko tog odnosa se može izraziti vrijeme trajanja ciklusa zato što postoji konstantna veza između vremena trajanja ciklusa i stope propusnosti.

$$\text{tok vremena} = \text{zalihe toka rada} \cdot \text{vrijeme trajanja ciklusa} \quad (t_t = Z_{tr} \cdot t_c)$$

Ako stroj radi intenzitetom od 150 proizvedenih jedinica proizvoda na sat, onda je vrijeme trajanja ciklusa $1/150 = 0.007$ h. Ako je ukupno potrebnih 1500 komada, tada;

$$t_t = Z_{tr} \times t_c = 1500 \times 0.007 = 10 \text{ h.}$$

4.1.6.16. Učinkovitost ciklusa proizvodnje

Učinkovitost ciklusa proizvodnje mjeri obujam proizvodnje koji dodaje vrijednost proizvodu. Veličina kojom se određuje učinkovitost ciklusa proizvodnje jest PCE.

- učinkovitost ciklusa proizvodnje (13):

$$PCE = \frac{VAT}{t_t} \quad (13)$$

PCE – učinkovitost ciklusa proizvodnje, [%]

VAT – aktivnosti koje stvaraju vrijednost kupcu (Value Added Time), [min]

t_t – tok vremena, [min]

4.2. TPM – Total Productive Maintenance (Cjelovito Učinkovito Održavanje)

Cjelovito Učinkovito Održavanje (eng. Total Productive Maintenance – TPM) je stalno poboljšavanje ukupne učinkovitosti pogonskih postrojenja uz aktivno sudjelovanje djelatnika [12].

- Edward H. Hartman:

„TPM je najučinkovitiji onda ako ga prilagodite svojoj okolini, svojim djelatnicima i problemima i zahtjevima svojih pogonskih postrojenja ...“

4.2.1. Što je i čemu služi TPM?

TPM je pristup orijentiran stalnom poboljšavanju uspješnosti pogona i strojeva. Zahtijeva djelotvorni timski rad, razvoj vještina za rukovatelje strojeva i održavatelje. Nije jako skup za provedbu, ali nije lak za provedbu, te zahtijeva podršku rukovodstva.

Osnovni cilj TPM-a jest povećanje produktivnosti postojeće opreme. Grafički prikaz TPM koncepta prikazan je na Slici 11:



Slika 11. Grafički prikaz TPM koncepta [12]

4.2.2. Što TPM nije

- TPM nije program za održavanje i popravak
- TPM nije nova metoda za smanjenje troškova
- TPM nije taktika za smanjenje osoblja
- TPM nije put za isključivanje stručne radne snage
- TPM ne stvara od rukovatelja stroja stručnog radnika održavanja

4.2.3. Proces uvođenja TPM-a u poduzeće

Proces uvođenja TPM-a u poduzeće sastoji se od 3 faze i 12 etapa [12]:

a) Početak:

1. Odluka rukovodstva
2. Informiranje i izobrazba rukovodećih kadrova

3. Postavljanje strukture za vođenje
4. Dijagnostika stanja i početak mjerenja (stroj i okolina)
5. Izrada programa

b) Razvoj:

6. Lansiranje
7. Analiza i otklanjanje glavnih uzroka lošeg rada
8. Razvoj samoodržavanja – rukovoditelji sami održavaju
9. Razvoj programiranog održavanja

c) Ostvarivanje:

10. Poboljšanje tehničkog znanja djelatnika
11. Korištenje dobivenih znanja u stvaranju podloga za nove strojeve
12. Najlepnica TPM

4.2.4. Ciljevi TPM – a

„Omogućiti NAMA da vladamo strojevima – zaustaviti NJIHOVO vladanje nama“

Glavni ciljevi:

- poboljšanje kvalitete proizvoda
- smanjenje gubitaka
- poboljšanje stanja održavanja
- prenošenje ovlaštenja na djelatnike

Ostali ciljevi:

- smanjenje troškova
- povećanje produktivnosti
- prekidanje začaranog kruga reaktivnog održavanja - otklanjanja kvarova

4.3. Koncept Šest Sigma – 6σ

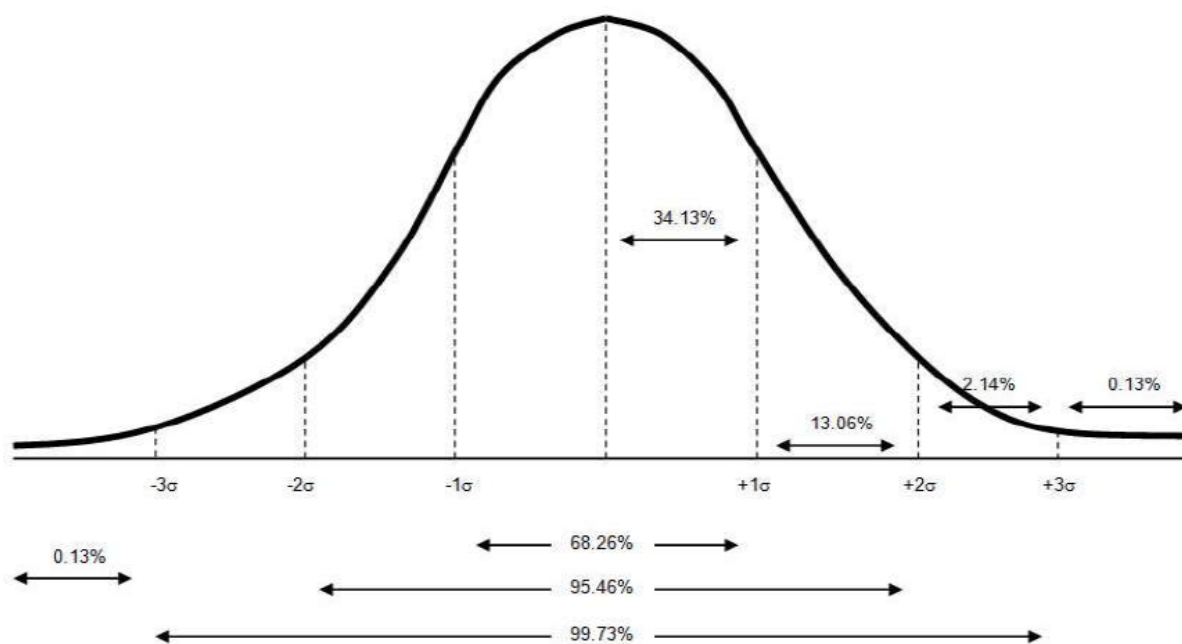
Šest sigma (engl. Six Sigma) je koncept koji povezuje niz statističkih tehnika za mjerenje performansi procesa. Njezina primjena započela je u kompaniji Motorola krajem 80-ih godina prošlog stoljeća. Iako je u početku korištena za mjerenje procesa u proizvodnji, doživjela je veliku popularnost i počela se primjenjivati u svim djelatnostima, osobito nakon što je 1995. godine proglašena najvažnijom inicijativom kompanije General Electric (GE) i vještinom koju mora poznavati i njome se koristiti svaki uspješan menadžer.

General Electric je prva Six Sigma kompanija u svijetu. Oni su taj rezultat dostigli krajem 2000. godine. Izvršni direktor GE, gospodin Jack Welch, najbolje je definirao značaj Six Sigma koncepta za kompaniju riječima; *„To je jedini program koji sam ikada vidio gdje kupci dobijaju, zaposleni se angažiraju i zadovoljni su, a interesne grupe se nagrađuju. Svako tko dođe na takvu razinu dobija.“*

4.3.1. Obilježja koncepta Šest Sigma

Metoda se temelji na primjeni statističkih alata i mjerenja odstupanja (standardne devijacije – σ) od srednje vrijednosti statističke distribucije (Gaussova razdioba) neke pojave: radne operacije, aktivnosti ili procesa.

Slika 12. na idućoj stranici prikazuje obilježja Gaussove razdiobe u kojoj se 99,73% svih odstupanja od prosjeka nalazi unutar tri standardne devijacije lijevo i tri desno od srednje vrijednosti razdiobe.



Slika 12. Obilježja Gaussove razdiobe [13]

Kada bi se 0,13% krivulje na lijevoj i 0,13% krivulje na desnoj strani razdiobe podijelilo na još tri standardne devijacije, preostao bi vrlo mali dio krivulje koji ne bi bio obuhvaćen s ukupno šest standardnih devijacija lijevo i šest standardnih devijacija desno od srednje vrijednosti razdiobe. U praksi bi to značilo da će se 99,99966% svih rezultata izvođenja neke radne operacije (aktivnosti, procesa) nalaziti unutar šest standardnih devijacija. Ako se odredi da vrijednosti izvan zadanih granica predstavljaju greške, odnosno neželjene rezultate, onda bi se na 1 milijun ponavljanja neke radne operacije pojavljivala svega 3,4 neželjena rezultata, tj. greške (dok u situaciji kad je zadana granica od tri standardne devijacije, broj neželjenih rezultata iznosi 2700).

Cilj metode je mjeriti procese i njihova odstupanja od srednje vrijednosti te se baviti poboljšavanjem procesa sve dok rezultati ne budu ekvivalentni željenom stanju, pri čemu treba naglasiti da je Six Sigma idealno stanje kojemu treba težiti, ali ga nije uvijek moguće i ostvariti [13].

4.3.2. Usporedba koncepta Šest Sigma i Lean koncepta proizvodnje

Doprinos Šest Sigma i Lean koncepta proizvodnje najbolje se vidi usporedbom rezultata koje ti koncepti primjenom donose. U Tablici 4. su navedeni neki od njih:

TABLICA 4. KARAKTERISTIKE ŠEST SIGMA I LEAN KONCEPTA PROIZVODNJE [14]

| Šest Sigma | Lean |
|---------------------------------|--------------------------------------|
| - uklanja varijaciju iz procesa | - uklanja rasipanje, doradu i zalihe |
| - dizajnira sposobniji proces | - poboljšava tok, brzinu |
| - projekti traju 3-4 mjeseca | - trenutni rezultati (1 – 2 tjedna) |
| - orijentiranost na proces | - orijentiranost na sustav |

Iz gore navedene usporedbe dvaju koncepata se vidi da Šest Sigma doprinosi promjeni kulture rada i podiže razinu kvalitete, a Lean povećava brzinu odvijanja procesa i smanjuje troškove. Istovremeno primjenjena, svaki od ova dva koncepta ima pozitivan utjecaj i na drugi koncept, odnosno doprinosi pojačanju pozitivnih karakteristika koje omogućuje taj drugi koncept.

4.3.3. Primjena koncepta Šest Sigma u svijetu

Prosječno poduzeće u svijetu radi na 3σ razini kvalitete. Takvo poduzeće napravi 67.000 grešaka na milijun prilika za grešku i za to plaća cijenu koja se kreće od 25-40% bruto prihoda, ako je riječ o proizvodnom poduzeću, a čak 60-90% kada se radi o uslužnom poduzeću. Najbolja poduzeća, ona koja su dostigla 6σ razinu kvalitete (Motorola, GE, Nokia, Xerox, Sony, Toyota...) su sakupile novac koji druga poduzeća nepotrebno rasipaju i dostigla takvu razinu kvalitete da imaju samo 3,4 greške na milijun prilika za grešku. Na toj razini kvalitete ta poduzeća plaćaju cijenu loše kvalitete manje od 1% od bruto prihoda. Tu se očigledno radi o ogromnom novcu za čije je sakupljanje potrebno uložiti daleko manja sredstva od onoga što se dobija. To znači da je povratak investiranog kapitala u uvođenje Šest Sigma koncepta višestruk (neke kompanije navode podatak da se to kreće od 10 do 100 puta) [14].

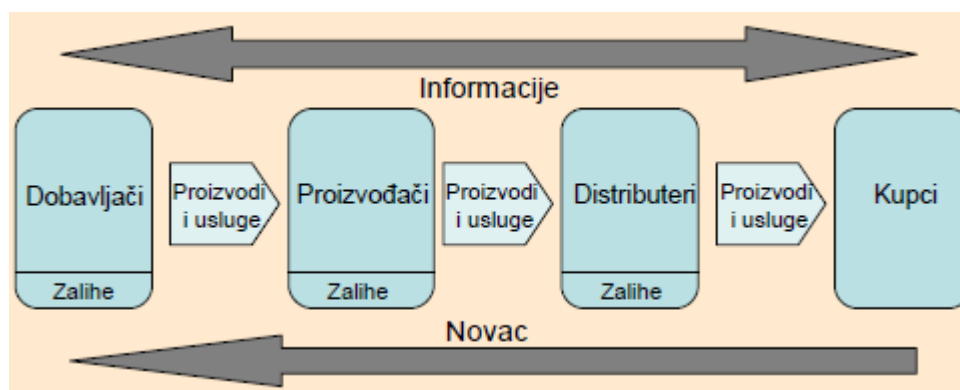
4.4. SCM – Supply Chain Management (Upravljanje Lancem Nabave)

Lanac nabave (Supply Chain – SC) - obuhvaća protok i preoblikovanje proizvoda i usluga od sirovine dobivene od dobavljača do gotovog proizvoda namijenjenog krajnjem korisniku [15].

Uključuje četiri temeljna procesa:

- 1) Primanje korisnikove narudžbe,
- 2) Nabavu potrebnog materijala od dobavljača,
- 3) Izradu proizvoda i
- 4) Dostavu krajnjem korisniku.

Upravljanje lancem nabave (SCM) uključuje procese, aktivnosti i informacije od dobavljača do kupaca i obrnuto s ciljem zadovoljstva krajnjeg korisnika na način prikazan Slikom 13.



Slika 13. Prikaz odnosa veza između dobavljača i kupaca u SCM-u [15]

Na Slici 13. vidimo da i kod dobavljača i kod proizvođača i kod distributera postoje zalihe. Zalihe su nužno zlo, ali moraju postojati zbog iznenadnih situacija koje mogu utjecati na SCM i dovesti do pada sustava (npr. loša predviđanja potražnje, povećanje vremena nabave, fluktuacije cijena, masovna narudžba i sl.)

4.4.1. Značajke SCM – a

Upravljanje lancem nabave (Supply Chain Management – SCM) – obuhvaća upravljanje protokom proizvoda, usluga i informacija kroz lanac nabave sinkronizacijom svih njegovih dijelova.

Tradicionalno – svaki dio je stajao sam za sebe, fokusiran na svoje ciljeve. Danas to nije dovoljno, potrebno kombinirati mogućnosti svih dijelova da zajedničkom snagom postignu cilj (cjelina je veća od zbroja svojih dijelova). Neke tvrtke pokušavaju vertikalnom integracijom upravljati nabavom, pa kupuju dobavljače. I u takvom lancu mora postojati upravljanje. Dijelovi moraju komunicirati i izmjenjivati informacije, ostvariti usku suradnju i vjerovati jedni drugima.

Značajke ključne za uspjeh – informacije, komunikacije, suradnja i povjerenje. Značaj se pridaje koordinaciji, kooperaciji, komunikaciji i pravovremenosti.

Cilj - zadovoljstvo kupaca dostavom kvalitetnog proizvoda u predviđeno vrijeme uz minimalnu cijenu.

4.4.2. Informacije u SCM – u

Informacije čine srž veze između svih dijelova SCM. Upotrebom novih informacijskih tehnologija omogućeno je:

- Centralizirano koordiniranje protoka informacija
- Integriranje transporta, distribucije, naručivanja i proizvodnje
- Naposredno pristupanje globalnim transportnim i distribucijskim kanalima
- Lokaliziranje i praćenje svakog objekta unutar lanca nabave
- Usklađivanje zahtjeva prema dobavljačima
- Pristupanje informacijama izvan i unutar pojedinog poduzeća
- Razmjenjivanje podataka
- Trenutačno ažuriranje stanja zaliha u realnom vremenu

4.4.3. Glavne komponente SCM – a

a) Dobavljači (Suppliers):

Dostavljaju materijal, dijelove ili usluge nužne za pravovremenu izradu proizvoda visoke kvalitete i niske cijene. Ključni su faktor u suradnji između proizvođača i njegovih dobavljača je komunikacija (o potražnji, cijeni, kvaliteti ...).

- Dostava se organizira:
 - Na zahtjev (just in time)
 - Kontinuiranim praćenjem potražnje i zaliha proizvođača
- Outsourcing – nabava materijala (koji se izvorno proizvodio unutar poduzeća) od vanjskog dobavljača.

b) Distribucija:

Distribucija je kretanje materijala i proizvoda između različitih lokacija. Uključuje skladištenje, distribucijske kanale i transport kroz distribucijske kanale od početnog dobavljača dokrajnjeg kupca.

Cilj distribucije je pravovremena dostava naručenog materijala ili proizvoda od izvora do odredišta.

- Distribucijski centar – prostor za zaprimanje, skladištenje, pakiranje i otpremanje robe.

c) Transport:

Transport je kretanje materijala ili proizvoda od dobavljača prema krajnjem kupcu kroz distribucijski kanal. Često se ne daje dovoljna važnost organizaciji transporta, a troškovi mogu biti vrlo visoki. Distribucijski kanal može biti željeznica, cesta, zrak, voda, podzemna cijev ili njihova kombinacija [15].

4.5. BPR – Business Process Reengineering

U poslovnom svijetu kad netko spomene pojam reinženjering obično se pod time podrazumijeva «početi iz početka». Reinženjering zapravo predstavlja ponovni početak, tj. pokušaj da se cijeli posao radi bolje na neki drugačiji način nego što se to radilo do sada.

Reinženjering je proces koji mijenja organizacijsku kulturu, kreira nove procese, nove sustave, nove strukture i nove načine za provođenje promjene i utječe na uspjeh kompanije.

BPR ili **Reinženjering poslovnih procesa** predstavlja metodologiju koja se primjenjuje kod reorganizacije poslovnih sustava i usavršavanja poslovanja sa ciljem dramatičnih poboljšanja temeljnih poslovnih rezultata [1].

BPR počiva na tri temelja:

- orijentacija na proces (procesni pristup)
- provođenje radikalnih promjena
- postizanje drastičnog poboljšanja

4.5.1. Postupak izvođenja BPR – a

M. Buble nudi kraći postupak izvođenja BPR pristupa i to u **četiri** temeljne faze [1]:

1. priprema za reinženjering
2. identifikacija poslovnih procesa
3. oblikovanje novih procesa
4. aplikacija oblikovanih procesa

1. Priprema za reinženjering se sastoji od skupa aktivnosti:

- definiranje vizije
- formiranje timova
- formalizacija projekta
- opunomoćenje timova

2. Identifikacija poslovnih procesa se sastoji od četiri etape:

- mapiranje poslovnih procesa
- identifikacija aktivnosti
- mjerenje učinka procesa
- definiranje prioriteta procesa

3. Oblikovanje novih procesa je ključna faza u kojoj se kreiraju nova rješenja poslovnih procesa, a provodi se kroz:

- planiranje projekta
- izradu projekta
- testiranje novog procesa
- elaboriranje novog procesa

4. Aplikacija oblikovanih procesa je faza u kojoj se preoblikovan i testiran proces implementira u realnu praksu poduzeća provodi se kroz sljedeće etape:

- planiranje primjene
- obuku osoblja
- implementaciju
- nadzor procesa u primjeni
- evaluaciju postignutih rezultata

BPR započinje analitičkom fazom u kojoj će savjetnici (unutarnji i vanjski) u zajednici s menadžmentom najviše razine:

- a) dokumentirati postojeće stanje
 - b) utvrditi ciljeve BPR
-

c) definirati najvažnije procese koje treba podvrgnuti BPR – u

Način planiranja, organiziranja i provođenja, te uspjeh i kvaliteta BPR – a prvenstveno ovise o sudionicima i nositeljima te aktivnosti, a to su:

1. Upravni odbor
2. tim za provođenje BPR – a
3. rukovoditelji procesa koji se podvrgava BPR – u

Zadatak **Upravnog odbora** se svodi na pokretanje inicijative i podršku BPR-u.

Tim za BPR se sastoji od pet do deset ljudi, a njihov zadatak je organizirati realizaciju BPR – a. Takav tim posjeduje veliku samostalnost u radu, a rad je organiziran na izdvojenom mjestu.

Vođa tima (**rukovoditelj**) je “prvi među jednakima” i teži slobodnoj komunikaciji, konsenzusu i poticanju inventivnosti; najuspješniji su oni timovi čije su vođe prirodni lideri, karizmatični i u stanju motivirati druge zaposlene na promjenu.

4.5.2. Promjene pri provođenju BPR – a

Prilikom provođenja BPR-a dolazi do suštinskih promjena koje se ogledaju u [1]:

1. funkcionalne odjele zamjenjuju procesni timovi
2. jednostavne poslove zamjenjuju multi - dimenzionalni zadaci
3. pojedinci, ranije nadgledani, postaju samostalni i ovlašteni nosioci poslova sa većom autonomijom
4. uska stručna izobrazba zamjenjuje se cjelovitijim obrazovanjem koje omogućuje fleksibilnost u obavljanju raznih radnih zadataka
5. nagrađivanje i mjerenje rada ide od aktivnosti prema rezultatu
6. napreduje se na temelju sposobnosti
7. radi se da se udovolji kupcu, a ne šefu
8. menadžeri se mijenjaju iz nadglednika u trenere
9. hijerarhijske organizacijske strukture postaju horizontalne

4.5.3. Načini provođenja BPR – a

BPR se provodi korištenjem raznih metoda, tehnika i alata. Najpoznatije metode su [1]:

- a) Activity Based Costing (ABC analiza temeljena na troškovima)
- b) Activity Value Analysis (AVA analiza vrijednosti aktivnosti)

Najčešći alati i tehnike su:

- a) dijagramiranje procesa
- b) CASE alati
- c) simulacija i simulacijski software

4.5.4. Zašto BPR?

Razlozi koji uvjetuju potrebu za reinženjeringom su brze promjene (*Change*), zahtjevniji kupci (*Customers*) i oštrija konkurencija (*Competition*). Organizacijska struktura koja se pojavljuje samo po sebi je procesna i timska organizacija. U njoj su formirani kroz-funkcijski timovi (koriste se isti ljudi na više projekata), organizacijske strukture postaju fleksibilne i inovativne. Svaka kompanija koja odgovara na poslovne izazove mora se mijenjati, restrukturirati, reorganizirati i redizajnirati.

Na današnjem tržištu koje se sve više globalizira prisutna je i sve oštrija konkurencija. Svaka kompanija, koja želi opstati na tržištu i smanjiti tržišne nesigurnosti i neizvjesnosti, treba provoditi stalne promjene. Razlozi za provođenje reinženjeringa su postizanje veće konkurentnosti kompanije, u smislu da ona postane što bolja («best in class»).

U svakom biznisu, kupac je središte oko kojeg se sve vrti. Dakle, orijentiranost kupcu postaje glavni cilj budući da je za svaki proizvod stvorena svjetska konkurencija. Na primjer, za prodaju preko interneta sasvim je svejedno gdje se ta prodaja nalazi, već je bitna dostupnost bilo kojem kupcu [16].

5. PRIMJENA LEAN KONCEPTA U PODUZEĆU DALEKOVOD d.d.

5.1. Opis problema

Problem koji će biti obrađen u ovom Završnom radu odnosi se na poduzeće Dalekovod d.d. Radi se o situaciji koja je vrlo česta u poduzećima te je upravo nedavno zadesila i dotično poduzeće.

Opis problema; poduzeće Dalekovod d.d. je zaprimilo narudžbu za proizvodnju i isporuku 5000 komada proizvoda naziva „Nosač rastojnika“. Zahtjevani rok isporuke bio je 5 tjedana ili 30 radnih dana (subote su radne, rad u dvije smjene). Prvotni pokazatelji u proizvodnji su pokazali da čak i uz uobičajeni rad u dvije smjene proizvodnja i isporuka u zadanom roku neće biti moguća tj. zadani rok će biti prekoračen [17].

Kao rješenje, nametala su se dva izbora:

- 1) uvođenje treće smjene, i/ili
- 2) skraćenje vremena proizvodnje poboljšanjem postojećeg tehnološkog postupka izrade.

Primjenom *Lean koncepta* i *Lean metrike* problem je uspješno riješen. Kako bi se uopće moglo i pristupiti rješavanju za početak je potrebno definirati neke ulazne podatke na temelju kojih će biti donesena odluka da li će biti dovoljno jednostavno uvesti dodatnu, treću, smjenu ili će ipak biti potrebno poboljšati postojeći tehnološki postupak.

5.2. Postojeći tehnološki postupak

Provjerom postojećeg tehnološkog postupka izrade uvidjet će se da li poduzeće uopće može izvršiti narudžbu u zadanom roku. Provjera će biti izvršena pomoću *Lean mjernih veličina*.

Prvo je potrebno odrediti taktno vrijeme tj. maksimalan iznos raspoloživog vremena u kojem je poduzeće dužno proizvesti i isporučiti 5000 komada proizvoda.

- taktno vrijeme

$$t_t = \frac{t_{nrv}}{n_p} \quad (1)$$

Radi se u dvije 8-satne smjene što uključuje dvije pauze po 30 min za ručak, 2x15 min za dolazak/odlazak radnika, 2x5 min za čišćenje stroja, te se računa na temelju prijašnjih iskustava da bi u periodu od 30 radnih dana trebalo biti 3h neplaniranih zastoja.

$$t_{nrv} = t_{pr} - t_{zn} \quad (6)$$

$$t_{pr} = 2 \cdot [(8 \cdot 60) - (30 + 15 + 5)] = 860 \text{ min} \quad (\text{za jedan radni dan})$$

$$t_{pr} = 30 \cdot \left(\frac{860}{60} \right) = 430h \quad (\text{za 30 radnih dana})$$

$$t_{zn} = 3h$$

$$t_{nrv} = 430 - 3 = 427h$$

$$t_t = \frac{t_{nrv}}{n_p} = \frac{427}{5000} = 0,0854 \frac{h}{kom} = 5,124 \frac{\text{min}}{kom}$$

Taktno vrijeme iznosi $t_t = 5,124 \text{ min/kom}$. S ovim podatkom se zna da će maksimalno 5,124 minute biti raspoloživo za proizvodnju jedne jedinice proizvoda ako poduzeće u zadanom roku od 5 tjedana želi uspješno ispuniti narudžbu.

Sada je potrebno vidjeti koliko iznosi stvarno vrijeme potrebno za proizvodnju jednog proizvoda (vrijeme trajanja ciklusa);

- vrijeme trajanja ciklusa – postojeći tehnološki postupak

U Tablici 5. dani su (u minutama) iznosi pripremno-završnih i vremena obrade svih operacija za postojeći tehnološki postupak izrade. Na temelju tih vremena bit će izračunato vrijeme trajanja ciklusa za postojeći tehnološki postupak izrade prema formuli broj 14.

$$t_c = \sum t_{pz} + n \cdot \sum t_1 \quad (14)$$

t_c – vrijeme trajanja ciklusa, [min]

t_{pz} – pripremno-završno vrijeme, [min]

t_1 – vrijeme obrade, [min]

n – broj komada proizvoda (5000), [kom]

TABLICA 5. IZNOSI PRIPEMNO-ZAVRŠNIH VREMENA I VREMENA OBRADE ZA POSTOJEĆI POSTUPAK OBRADE (OSNOVNA) [17]

| [min] | t_{pz} | t_1 |
|-------------|----------|-------|
| Operacija 1 | 60 | 0,3 |
| Operacija 2 | 21 | 1,5 |
| Operacija 3 | 60 | 6 |
| Operacija 4 | 21 | 0,9 |
| Operacija 5 | 0 | 0,276 |
| Operacija 6 | 3 | 0,48 |

Ukupno vrijeme potrebno za proizvodnju svih 5000 kom:

$$t_c = \sum t_{pz} + n \cdot \sum t_1 \quad (14)$$

$$t_c = (60 + 21 + 60 + 21 + 0 + 3) + 5000 \cdot (0,3 + 1,5 + 6 + 0,9 + 0,276 + 0,48)$$

$$t_c = 47445 \text{ min} = 790,75h$$

Vrijeme trajanja ciklusa (za proizvodnju jednog proizvoda):

$$t_c = 9,489 \frac{\text{min}}{\text{kom}} = 0,15815 \frac{h}{\text{kom}}$$

Vrijeme trajanja ciklusa iznosi $t_c = 9,489 \text{ min/kom}$. To znači da je poduzeću trenutno za proizvodnju jednog proizvoda potrebno 9,489 min/kom, a što je mnogo više od taktnog vremena $t_t = 5,124 \text{ min/kom}$ koliko je maksimalno raspoloživo vrijeme proizvodnje po komadu ukoliko poduzeće želi u zadanom roku ispuniti narudžbu.

Zaključak je da postojeći tehnološki postupak izrade poduzeća za dotični proizvod nije dovoljno dobar jer njime nije moguće proizvesti i isporučiti proizvod u zadanom roku te se mora naći zadovoljavajuće rješenje.

5.3. Rješenje praktičnog problema u poduzeću Dalekovod d.d.

5.3.1. Uvođenje dodatne smjene

Prvo rješenje koje se nameće jest uvođenje dodatne smjene kako bi se povećala proizvodnja. No, prvo treba provjeriti da je li takvo rješenje dovoljno dobro, tj. da li će povećanje proizvodnje biti toliko da će poduzeće moći uspješno isporučiti narudžbu.

$$t_{nrv} = t_{pr} - t_{zn} \quad (6)$$

$$t_{pr} = 3 \cdot [(8 \cdot 60) - (30 + 15 + 5)] = 1290 \text{ min} \quad (\text{za jedan radni dan})$$

$$t_{pr} = 30 \cdot \left(\frac{1290}{60} \right) = 645h \quad (\text{za } 30 \text{ radnih dana})$$

$$t_{zn} = 3h$$

$$t_{nrv} = 645 - 3 = 642h$$

$$t_t = \frac{t_{nrv}}{n_p} = \frac{642}{5000} = 0,1284 \frac{h}{kom} = 7,704 \frac{\text{min}}{kom}$$

Uvođenjem dodatne (treće) smjene povećao bi se broj netto radnih sati (s $t_{nrv} = 427 h$ na $t_{nrv} = 642 h$), povećalo bi se taktno vrijeme (s $5,124 \text{ min/kom}$ na $7,704 \text{ min/kom}$), čime se povećava maksimalan iznos raspoloživog vremena za proizvodnju jednog proizvoda.

No, to još uvijek nije dovoljno dobro poboljšanje jer vrijeme trajanja ciklusa tj. stvarno vrijeme proizvodnje jednog proizvoda je ostalo nepromijenjeno $t_c = 9,489 \text{ min/kom}$. Uvođenjem dodatne smjene poduzeće i dalje ne bi bilo u mogućnosti izvršiti narudžbu u zadanom roku.

Stoga, mora se ići na poboljšanje postojećeg tehnološkog postupka izrade kako bi se smanjilo taktno vrijeme dovoljno da bude manje od vremena trajanja ciklusa čime bi problem bio riješen.

5.3.2. Poboljšanje postojećeg tehnološkog postupka

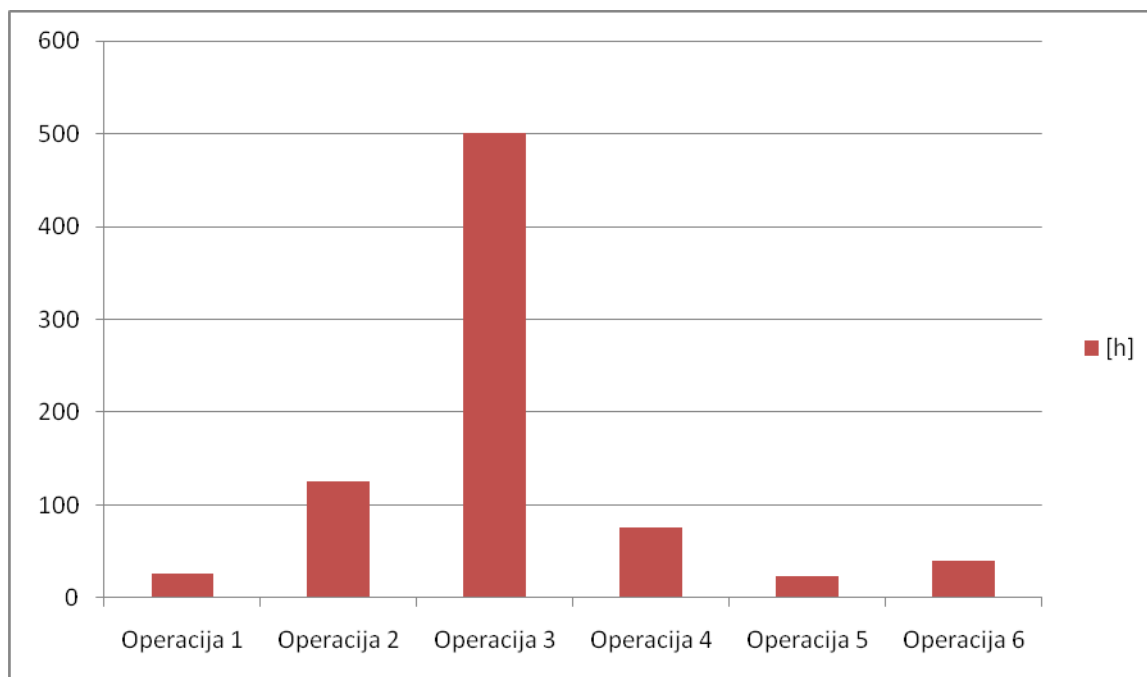
U Tablici 6. i na Slici 14. prikazana su ukupna vremena obrade po operacijama za postojeći tehnološki postupak za izradu svih 5000 komada proizvoda te se vidi da su za sve operacije vremena uglavnom izjednačena, osim Operacije 3, koja značajno iskače.

Od 790,75 sati koliko iznosi ukupno vrijeme potrebno za izradu svih 5000 komada proizvoda trajanje Operacije 3 iznosi 501 sat i na tu operaciju se izgubi najviše vremena.

Stoga, poboljšanje koje treba provesti treba se odnositi upravo na smanjenje trajanja Operacije 3, jer je ta operacija usko grlo proizvodnje.

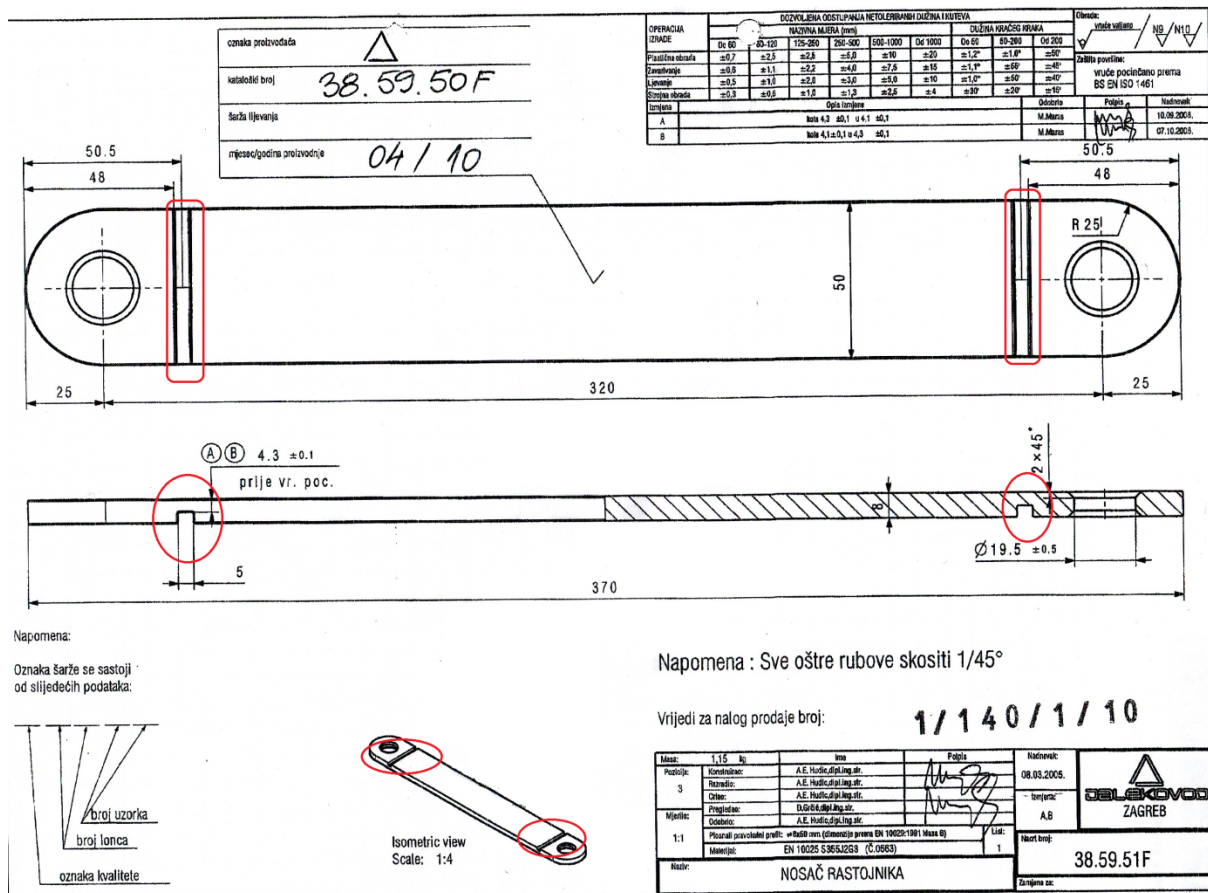
TABLICA 6. IZNOSI PRIPEMNO-ZAVRŠNIH VREMENA I VREMENA OBRADJE ZA POSTOJEĆI POSTUPAK OBRADJE (PROŠIRENA) [17]

| Naziv operacije | Tekst operacije | Radno mjesto | t_{pz} [min] | t_1 [min] | $t_{pz} + n \cdot t_1$ [h] |
|-----------------|--|--------------|----------------|-------------|----------------------------|
| Operacija 1 | Sjeći radijus R30 na dužinu $370^{+0,2}$ mm | P500 | 60 | 0,3 | 26 |
| Operacija 2 | Bušiti i obostrano upustiti dvije rupe $\varnothing 19,5^{+0,5}$ mm | B200 | 21 | 1,5 | 125,35 |
| Operacija 3 | Glodati dva utora 5x3,7mm. Stezanje u steznom škripcu. Alat: pilasto glodalo debljine 5mm. Napomena: glodati nakon bušenja rupa. | G400 | 60 | 6 | 501 |
| Operacija 4 | Tračnom (ili stupnom) brusilicom skinuti oštre bridove od sječenja i glodanja te skinuti rubove na radijusu R25mm. | M700 | 21 | 0,9 | 75,35 |
| Operacija 5 | Sačmariti prema tehnološkim uputama. | J202 | 0 | 0,276 | 23 |
| Operacija 6 | Utisnuti oznake (znak proizvođača, kat. broj..) | P501 | 3 | 0,48 | 40,05 |
| | | | | | $\Sigma=790,75$ |



Slika 14. Dijagram ukupnih vremena obrade po operacijama - postojeći tehnološki postupak

Na na idućoj stranici na slici 15. prikazan je radionički crtež proizvoda („Nosач Rastojnika“). Radi lakšeg uočavanja, crvenom bojom su označena mjesta obrade za Operaciju 3, tj. glodanje dva utora 5x3,7mm.



Slika 15. Radionički crtež proizvoda – Nosac rastojnika [17]

Izvođenje Operacije 3 se vršilo klasičnim načinom obrade. Svaki obradak se morao posebno stegnuti u steznom škripcu, a alat obrade je pilasto glodalo kojim se vršilo glodanje dva utora 5x3,7mm. Upravo je na to otpadalo najviše vremena; spor postupak stezanja te samim time veliko vrijeme trajanje obrade (operacije). Kako se radi o velikoj seriji od 5000 komada trebalo je naći rješenje za ta dva problema: kako ubrzati proces stezanja i kako ubrzati proces obrade.

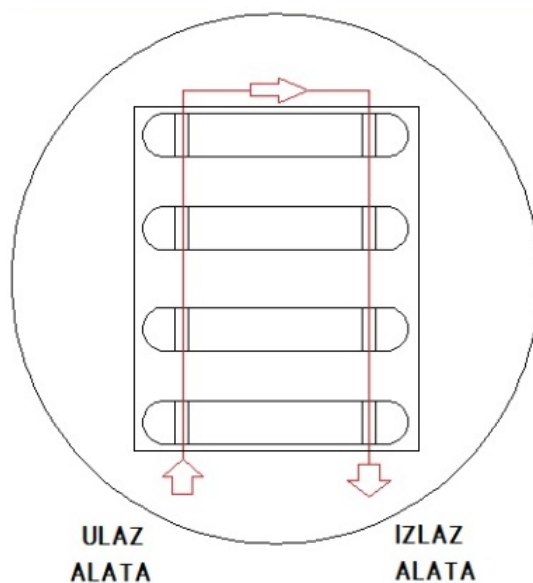
Primjenom Kaizen metode došlo se do ideje kako riješiti opisani problem na način da su se svi inženjeri zaduženi za ovaj projekt okupili na jednom mjestu i raspravili kako najlakše i najučinkovitije riješiti problem tj. smanjiti vrijeme trajanja ciklusa.

Rješenje je bilo korištenje nove tehnologije tj. korištenje specijalne naprave za stezanje; „magnetskog stola“. Stezanje „magnetskim stolom“ funkcionira tako što se

obradci stave na napravu i jednostavnom magnetnom indukcijom postignemo efekt magneta kojim su obradci pričvršćeni za stol. Time je omogućena obrada više obradaka jednim stezanjem čime će se značajno uštediti na vremenu.

Na Slici 16. je prikazan „magnetski stol“ te način na koji su obradci složeni radi skraćivanja vremena obrade Operacije 3. Obično se stežu po četiri komada obradka. Vidi se kako alat sada u jednom prolazu obradi četiri obradka odjednom tj. jednu stranu (četiri utora, jedan po obradku), te u povratku drugu stranu (također četiri utora, jedan po obradku).

Također, novim načinom stezanja ubrzana je i Operacija 2 (Bušiti i obostrano upustiti dvije rupe $\varnothing 19,5^{+0,5}$ mm) te se sada Operacija 2 i 3 obavljaju na istom stroju jedna iza druge i postaju jedna operacija.



Slika 16. Prikaz obrade novom tehnologijom

Korištenjem nove tehnologije stezanja obradaka i obrade postojeći tehnološki postupak izrade proizvoda je poboljšana na način da je omogućeno stezanje više obradaka odjednom čime je ostvarena ušteda vremena i skraćivanje trajanja Operacija 2 i 3. U nastavku će biti provjereno da li je to poboljšanje dovoljno dobro da poduzeće može ispuniti narudžbu na vrijeme.

5.3.3. Rezultati poboljšanja postojećeg tehnološkog postupka

U Tablici 7. je prikazan redoslijed i opis novih operacija zajedno s pripremno-završnim vremenima te vremenima obrade:

TABLICA 7. IZNOSI PRIPEMNO-ZAVRŠNIH VREMENA I VREMENA OBRADE ZA POBOLJŠANI POSTUPAK OBRADE [17]

| Naziv operacije | Tekst operacije | Radno mjesto | t_{pz} [min] | t_1 [min] | $t_{pz} + n \cdot t_1$ [h] |
|-----------------|---|--------------|----------------|-------------|----------------------------|
| Operacija 1 | Sjeći radijus R30 na dužinu $370^{+0,2}$ mm. | P500 | 60 | 0,3 | 26 |
| Operacija 2 | Bušiti po četiri izrađevine na magnetnom stolu s odgovarajućim graničnicima. Bušiti $2 \times \varnothing 19,5^{+0,5}$. Glodati 2 utora $5 \times 3,7$ mm. Održat kotu $4,3^{\pm 0,1}$. Upustiti ručno. | G607 | 150 | 3 | 252,5 |
| Operacija 3 | Tračnom (ili stupnom) brusilicom skinuti oštre bridove od sječenja i glodanja te skinuti rubove na radijusu R25mm. | M700 | 21 | 0,9 | 75,35 |
| Operacija 4 | Sačmariti prema tehnološkim uputama. | J202 | 0 | 0,276 | 23 |
| Operacija 5 | Utisnuti oznake (znak proizvođača, kat. broj..) | P501 | 3 | 0,48 | 40,05 |
| | | | | | $\Sigma=416,9$ |

- vrijeme trajanja ciklusa - poboljšani tehnološki postupak

$$t_c = \sum t_{pz} + n \cdot \sum t_1 \quad (14)$$

Ukupno vrijeme potrebno za proizvodnju svih 5000 kom:

$$t_c = (60 + 150 + 21 + 0 + 3) + 5000 \cdot (0,3 + 3 + 0,9 + 0,276 + 0,48)$$

$$t_c = 25014 \text{ min} = 416,9h$$

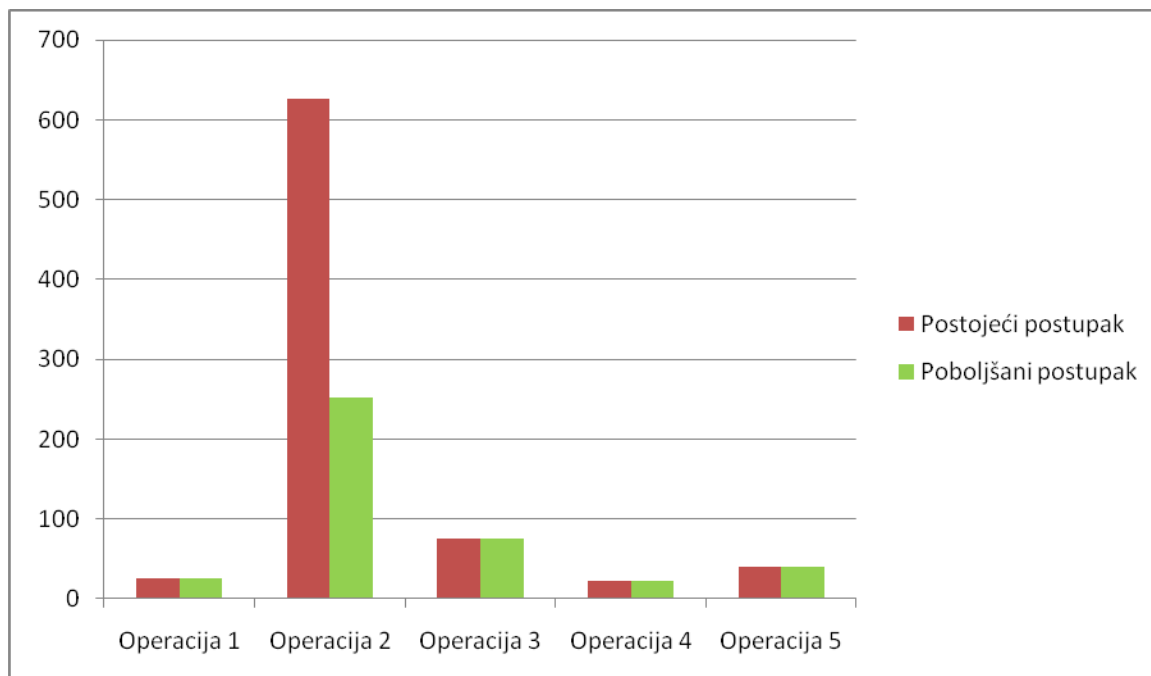
Vrijeme trajanja ciklusa (za proizvodnju jednog proizvoda):

$$t_c = 5,0028 \frac{\text{min}}{\text{kom}} = 0,08338 \frac{\text{h}}{\text{kom}}$$

Vrijeme trajanja ciklusa poboljšanog tehnološkog postupka iznosi $t_c = 5,0028 \text{ min/kom}$. To znači da je poduzeće ispunilo potreban uvjet da vrijeme trajanja ciklusa bude manje od taktnog vremena ($t_t = 5,124 \text{ min/kom}$).

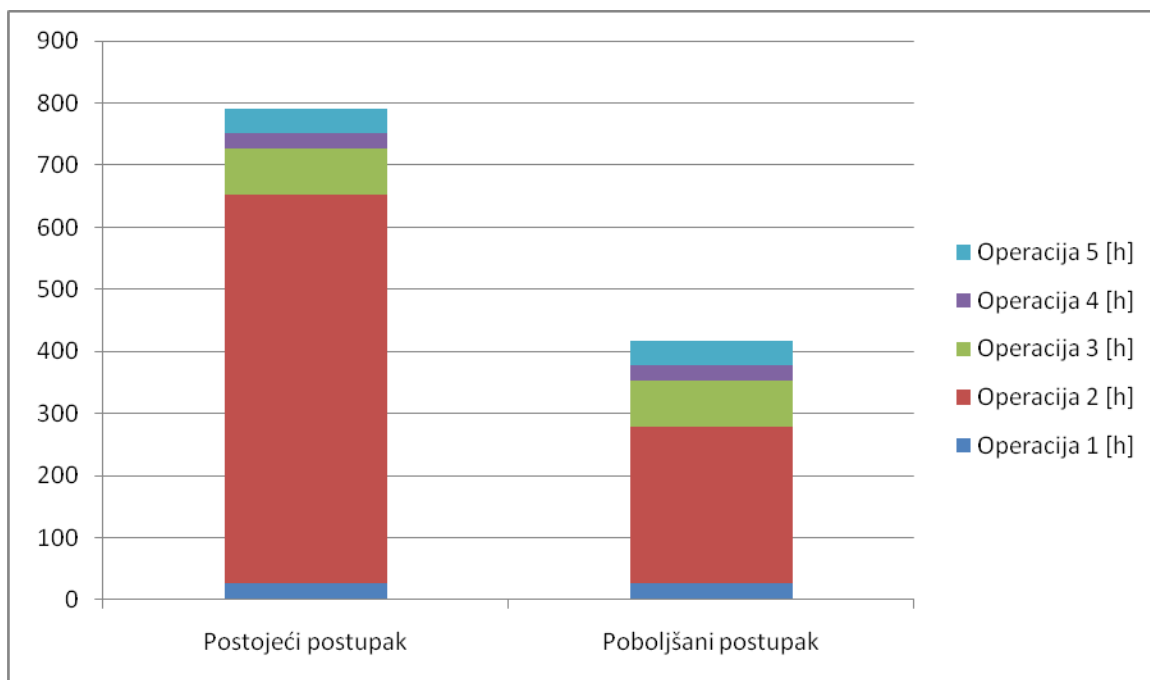
Ovakim, poboljšanim tehnološkim postupkom, poduzeće će na vrijeme, u dogovorenom roku moći isporučiti svih 5000 komada proizvoda „Nosač rastojnika“.

Na Slici 17. su prikazani odnosi ukupnih vremena obrade po operacijama postojećeg i poboljšanog tehnološkog postupka. Jasno je vidljivo poboljšanje, tj. smanjenje vremena.



Slika 17. Dijagram usporedbe ukupnih vremena obrade po operacijama – postojeći i poboljšani tehnološki postupak

Napomena: kako je novom tehnologijom drugu i treću operaciju moguće raditi na istom stroju one postaju Operacija 2 u poboljšanom tehnološkom postupku te su na Slici 17. njihova vremena obrade prikazana zbrojena radi lakšeg uočavanja razlike između dvaju postupaka. Isto vrijedi i za Sliku 18. i Tablicu 8.:



Slika 18. Dijagram usporedbe vremena obrade dvaju tehnoloških postupaka

U tablici 8. je također prikazana usporedba vremena obrade dvaju tehnoloških postupaka:

TABLICA 8. USPOREDBA VREMENA OBRADJE DVAJU TEHNOLOŠKIH POSTUPAKA

| Naziv operacije | Postojeći postupak $t_{pz} + n \cdot t_1$ [h] | Naziv operacije | Poboljšani postupak $t_{pz} + n \cdot t_1$ [h] |
|-----------------|--|-----------------|---|
| Operacija 1 | 26 | Operacija 1 | 26 |
| Operacija 2 | 126,35 | Operacija 2 | 252,5 |
| Operacija 3 | 501 | | |
| Operacija 4 | 75,35 | Operacija 3 | 75,35 |
| Operacija 5 | 23 | Operacija 4 | 23 |
| Operacija 6 | 40,05 | Operacija 5 | 40,05 |
| | Σ=790,75 | | Σ=416,9 |

Usporedbom vremena obrade dvaju tehnoloških postupaka jasno se vidi gdje su ostvarene uštede u vremenu. Prije poboljšanja vremena Operacija 2 i 3 zajedno su iznosile 626,35 h, te su u ukupnom vremenu obrade zauzimale 79,2%. Poboljšanjem, vrijeme Operacije 2 i 3 se smanjilo na 252,5 h, a udio u ukupnom vremenu obrade na 60,5 %.

Kako su vremena svih ostalih operacija ostala nepromijenjena to je sve rezultiralo smanjenjem ukupnog vremena potrebnog za proizvodnju svih 5000 komada proizvoda s 790,75 h na 416,9 h što je poboljšanje od **47,3 %**.

6. ZAKLJUČAK

Svrha ovog završnog rada je ukazati na značaj koncepta kontinuiranog unapređenja, te objasniti i sistematizirati pojedine metode kontinuiranog unapređenja proizvodnih procesa.

U današnje vrijeme globalne ekonomske krize, kada tvrtke traže načine kako povećati učinkovitost, a minimizirati troškove poslovanja kao logičan slijed događaja nameće se i prihvaćanje procesnog pristupa kao ključnog elementa poslovanja. Procesni pristup podrazmijeva svaku organizaciju, tj. svaki njen dio kao proces koji pretvara ulazne komponente (*input*) u izlazne veličine (*output*).

Koncept kontinuiranog unapređenja ne samo da olakšava rad pri rješavanju problema u proizvodnim poduzećima nego i doprinosi kvalitetnijem i efikasnijem upravljanju cjelokupnim proizvodnim, ali i poslovnim sustavom.

Prihvaćanje i uspješna provedba koncepta kontinuiranog unapređenja dovodi po povećane učinkovitosti, smanjenja troškova, nepotrebnih zastoja i zadovoljstva klijenata, što je ključni uspjeh na tržištu rada.

7. POPIS LITERATURE

- [1] D. Čičin-Šain; *Proces unapređivanja i usklađivanja organizacije* – Predavanje iz Osnova menadžmenta; Veleučilište u Šibeniku; 2005.
- [2] Ron Moore; *Selecting the Right Manufacturing Improvement Tools*; Oxford; 2006.
- [3] <http://hgk.biznet.hr/hgk/fileovi/9320.pdf>; 2010.
- [4] http://www.vus.hr/uploads/file/zbornik/rad_boban_sladoljev.pdf; 2010.
- [5] <http://kvaliteta.inet.hr/Informacijska%20osnovica%20za%20kontinuirano.pdf>; 2010.
- [6] http://www.kvalis.com/index.php?option=com_docman&task=doc_download&gid=685&Itemid=553; 2010.
- [7] http://www.kvalis.info/dmdocuments/UPUTE_za_procesni_pristup.pdf; 2010.
- [8] <http://www.liderpress.hr/Default.aspx?sid=76114>; 2010.
- [9] Natalie J. Sayer; Bruce Williams; *Lean For Dummies*; Indianapolis; 2007.
- [10] Prof. dr. sc. Nedeljko Štefanić; Bilješke sa predavanja iz kolegija *Upravljanje znanjem i promjenama*; Fakultet strojarstva i brodogradnje, Zagreb, 2009.
- [11] I. Bass, B. Lawton; *Lean Six Sigma*; New York, 2009.
- [12] Prof. dr. sc. Ivo Čala; Bilješke sa predavanja iz kolegija *Održavanje*; Fakultet strojarstva i brodogradnje, Zagreb, 2009./2010.
- [13] Vesna Bosilj Vukšić, Andrej Kovačić; *Upravljanje poslovnim procesima*; Zagreb; 2004.
- [14] http://www.kvalis.com/index.php?option=com_docman&task=doc_download&gid=671&Itemid=553; 2010.
- [15] http://www.foi.hr/CMS_library/studiji/dodiplomski/PITUP/kolegiji/ismisp/lanac_nab_ave.pdf; 2010.
- [16] www.foi.hr/CMS_library/studiji/dodiplomski/IS/kolegiji/mis/BPR.doc; 2010.
- [17] Dokumentacija poduzeća Dalekovod d.d.; Zagreb; 2010.