# Usporedba metoda unapređenja proizvodnog procesa

**Bahunek, Zoran**

**Professional thesis / Završni specijalistički**

**2013**

*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:235:166728

*Rights / Prava:* In copyright / Zaštićeno autorskim pravom.

*Download date / Datum preuzimanja:* **2024-03-29**

*Repository / Repozitorij:*

Repository of Faculty of Mechanical Engineering and Naval Architecture University of Zagreb



**Sveučilište u Zagrebu**
**Fakultet strojarstva i brodogradnje**

# USPOREDBA METODA UNAPREĐENJA PROIZVODNOG PROCESA

ZAVRŠNI RAD

Zoran Bahunek,dipl.ing.stroj.

Zagreb, 2013.

PODACI ZA BIBLIOGRAFSKU KARTICU:

UDK: 658.51

Ključne riječi: proces, upravljanje proizvodnjom, reinženjering poslovnih procesa (BPR), Lean menadžment, Lean razmišljanje, analiza proizvodnje, financijska analiza proces, upravljanje zalihama, fino sito;

Znanstveno područje: TEHNIČKE ZNANOSTI

Znanstveno polje: Strojarstvo

Institucija u kojoj je rad izrađen: Fakultet strojarstva i brodogradnje, Zagreb

Mentor rada: prof. dr. sc. Nedeljko Štefanić

Broj stranica: 93

Broj slika: 35

Broj tablica: 32

Broj korištenih bibliografskih jedinica: 21

Datum obrane: 29.01.2013.

Povjerenstvo: prof. dr. sc. i.Veža, N. Štefanić, D. Lisjak

Institucija u kojoj je rad pohranjeni: Fakultet strojarstva i brodogradnje, Zagreb

Sveučilište u Zagrebu
**Fakultet strojarstva i brodogradnje**
Poslijediplomski specijalistički studij
Područje: Industrijsko inženjerstvo i menadžment

*Zagreb,3.09.2012.*

# Zadatak za završni rad

Kandidat: ***ZORAN BAHUNEK, dipl.ing.***

Naslov zadatka: **USPOREDBA METODA UNAPREĐENJA PROIZVODNOG PROCESA**

**Sadržaj zadatka:**

Procesni pristup proizvodnji i uslugama u zadnjih dvadesetak godina sve više postaje standard koji koriste veliki broj poslovnih subjekata kako lokalno tako i globalno. Za razliku od funkcijskog pristupa proizvodnji, vrijednost procesnog pristupa ogleda se kroz jednostavan grafički prikaz svih aktivnosti u procesu (mapiranje toka dodavanja vrijednosti), kvantifikaciji i optimizaciji resursa koji se koriste te relativno kratkom vremenu potrebnom za provođenje unapređenja rada. Razvijen je veliki broj različitih metoda tehnika i alata za unapređenje proizvodnih procesa poput Reinženjeringa poslovnih procesa, Vitke (Lean) proizvodnje, Upravljanje kvalitetom poduzeća, KAIZEN, Six Sigma, Lean Six Sigma i druge.

U radu je potrebno:

1. Sistematizirati dostupne metode koje se pokazuju posebno efikasne u području unapređenja različitih vrsta proizvodnih procesa.
2. Odabrati dvije metode, detaljno ih opisati te analizirati njihove prednosti i nedostatke.
3. Odabrati odgovarajući složeni proizvodni proces iz prakse i primijeniti odabrane metode unapređenja te predložiti i provesti moguća unapređenja. Potrebno je napraviti i metriku provedenih unapređenja.
4. Odrediti usporedne kriterije efikasnosti i primjenjivosti navedenih metoda te na temelju istih odabrati uspješniju.
5. Za tako odabranu metodu razviti metodologiju njene primjene u proizvodnji te postaviti kriterije efikasnosti.

Zadatak zadan: 19.09. 2012.

Rad predan: 07.01.2013.

| Mentor: | Predsjednik Odbora za poslijediplomske studije: | Voditelj područja: |
|---|---|---|
| Dr.sc. Nedeljko Štefanić<br>red. prof. | Dr.sc. Jurica Sorić<br>red.prof. | Dr.sc. Nedeljko Štefanić,<br>red.prof. |

## IZJAVA

Izjavljujem da sam ovaj završni rad izradio samostalno u zadanom vremenskom razdoblju. Pri izradi rada korištena je navedena literatura te pomoć mentora.

Zahvaljujem svom mentoru prof. dr. sc. Nedeljku Štefaniću, na pruženom znanju, korisnim uputama, konstruktivnim primjedbama i savjetima, koji su mi uvelike pomogli pri izradi završnog rada.

Također zahvaljujem svima koji su mi pružali podršku, izravno i neizravno pomogli i omogućili izradu ovog rada, kolegicama i kolegama, prijateljima, roditeljima, te mojoj obitelji.

*Ovaj rad posvećujem mojoj dragoj kćerki Evi*

## Sadržaj:

**PREDGOVOR** ... 6
**SAŽETAK** ... 7
**SUMMARY** ... 8
**KLJUČNE RIJEČI:** ... 9
**KEYWORDS:** ... 9
**POPIS SLIKA** ... 11
**POPIS TABLICA** ... 12
**UVOD** ... 13

**1. UPRAVLJANJE PROIZVODNIM PROCESIMA PODUZEĆA** ... 14
1.1. Pojam procesa i procesnog pristupa ... 14
1.2. Ciklus P-D-C-A i procesni pristup ... 17
1.3. Upravljanje proizvodnim sustavima ... 19
1.4. Zadaci proizvodnog menadžmenta poduzeća ... 20
1.5. Upravljanje proizvodnim procesom ... 22

**2. REINŽENJERING POSLOVNIH PROCESA (BPR)** ... 26
2.1. Uvod u reinženjering poslovnih procesa ... 26
2.2. Tendencija razvoja BPR-a ... 28
2.3. Koncepti razvoja BPR-a ... 31
2.4. Ciljevi i karakteristike BPR-a ... 31
2.5. Faze reinženjering poslovnih procesa ... 34
2.6. Alati za modeliranje (simulaciju) reinženjering procesa ... 36
2.7. SWOT analiza procesa ... 37
2.8. Realizacija procesa primjenom reinženjering metode ... 39

**3. LEAN METODA** ... 40
3.1. Lean metoda proizvodnih procesa ... 40
3.2. Usmjerenost Lean metode na eliminaciju gubitaka u procesu ... 42
3.3. Lean razmišljanje (Lean Thinking) ... 44
3.4. Lean principi ... 45
3.5. Lean projekt menadžment ... 46
3.6. Prednosti primjene Lean metode ... 50

**4. PLANIRANJA I STRATEGIJE UPRAVLJANJA ZALIHAMA** ... 51
4.1. ABC model upravljanja zalihama ... 51
4.2. XYZ model upravljanja zalihama ... 52
4.3. Strategija upravljanja zalihama materijala i opreme ... 53

**5. OPIS PROCESA PROIZVODNJE – FINO SITA** ... 55
5.1. Organizacija proizvodnje finog sita – postojeći proces ... 57
5.2. Aktivnosti proizvodnje finog sita – postojeći proces ... 63
5.2.1. Proces aktivnosti proizvodnje finog sita ... 63
5.2.2. Mapiranje procesa proizvodnje finog sita ... 63
5.2.3. Proces aktivnosti faze izrade finog sita ... 65
5.3. Analiza procesa proizvodnje SWOT analizom ... 66
5.4. Ekonomska analiza cijene proizvodnje finog sita – postojeći proces ... 67
5.4.1. Analiza troškova proizvodnje finog sita ... 67
5.4.2. Izračun cijene proizvoda finog sita ... 69

5.5. Analiza slabih strana proizvodnje i upravljanja zalihama – postojeći proces ..... 71
5.5.1. Analiza slabih strana proizvodnje - postojeći proces ..... 71
5.5.2. Analiza slabih strana upravljanja zalihama - postojeći proces ..... 72
5.6. Financijska analiza troškova održavanja zaliha materijala i opreme-postojeći proces .. 73

**6. PRIMJENA REINŽENJERING METODE U PROIZVODNJI FINOG SITA** ..... 74
6.1. Primjena reinženjering metode u procesu proizvodnje ..... 74
6.2. Faze procesa nakon primjene reinženjering metode ..... 76
6.3. Proces aktivnosti faze izrade finog sita – BPR metoda ..... 77
6.4. Mapiranje proizvodnje finog sita – BPR metoda ..... 78
6.5. Proces upravljanja zalihama – BPR metodom ..... 79
6.6. Karakteristike reinženjering metode u procesu upravljanja zalihama ..... 80
6.7. Analiza troškova proizvodnje finog sita – BPR metoda ..... 81
6.8. Izračun cijene proizvoda finog sita – BPR metoda ..... 83

**7. PRIMJENA LEAN METODE U PROCESU PROIZVODNJE FINOG SITA** ..... 84
7.1. Primjena LEAN metode u procesu proizvodnje ..... 84
7.2. Aktivnosti faze izrade finog sita – LEAN metoda ..... 86
7.3. Izračun cijene proizvoda finog sita – LEAN metoda ..... 88

**8. POKAZATELJI USPJEŠNOSTI PROIZVODNIH PROCESA** ..... 89

**9. ZAKLJUČAK** ..... 90

**POPIS LITERATURE** ..... 91
**ŽIVOTOPIS** ..... 92

# PREDGOVOR

Ovim završnim radom želi se pokazati da svaki proces, bilo proizvodni ili neki drugi može dati produktivnije, učinkovitije i savršenije rezultate, efekte, ako se na njega primjene metoda koje služe za reorganizaciju i/ili preoblikovanje procesa.

Završni rad obrađuje konkretan proizvodni proces proizvodnje komunalnog uređaja pod nazivom fino sito. Postojeći proizvodni proces finog sita pokušati ćemo unaprijediti, poboljšati i usavršiti metodama za unapređenje procesa. Pokazati ćemo pozitivan učinak i efekt primjene metoda za unaprjeđenje proizvodnih procesa kao što je metoda reinženjering poslovnih procesa (BPR), odnosno LEAN metoda. Također, biti će zanimljivo usporediti i analizirati dobivene (prikazane) rezultate, učinke i opcije metoda za unaprjeđenje međusobno, kao i u odnosu na postojeći proizvodni proces proizvodnje finog sita.

Osim iscrpnog teoretskog razmatranja, rad pokazuje detaljnu tehničku i ekonomsku analizu kompletnog postojećeg proizvodnog procesa, te detaljno opisuje, obrađuje i uspoređuje metode za unaprjeđenje procesa pomoću egzaktnih mjerljivih proizvodnih parametara.

# SAŽETAK

Završni rad sadrži teoretsku i praktičnu analizu triju načina pristupa organiziranju proizvodnog procesa koji služi za proizvodnju komercijalnog proizvoda pod nazivom fino sito. Samim time rad je podijeljen na tri tematske jedinice koje opisuju tri proizvodna procesa, postojeći proces, proces unaprijeđen metodom BPR (Business Proces Reeingeering), te proces unaprijeđen LEAN metodom. Sukladno tome, svakoj tematskoj jedinici rada prethodi teoretsko razmatranje, potom praktična primjena, te prikazivanje, analiziranje i uspoređivanje konkretnih proizvodnih i financijskih parametara procesa.

Namjena rada je prikazati pozitivan učinak preoblikovanja proizvodnog procesa, ali i nužnost (potreba) neprestanog napredovanja i usavršavanja procesnog pristupa kako bi proizvedeni proizvod bio što bolji, kvalitetniji, i napredniji u odnosu na konkurenciju. Naglasak je stavljeni na poznati primjer iz prakse, kako bi se što jasnije moglo prikazati pozitivno djelovanje metoda za unaprjeđenje (proizvodnih) procesa.

## SUMMARY

Final paper describes organizing production in three ways as theoretical and practical analysis which is used in commercial production like fine sieve. Paper contains three thematic divisions as production process like current process, a process promoted by BPR (Business Process Reeingeering) and LEAN improved method. Each thematic division is shown as theoretical development, practical usage, analysis as well as comparison of parameters in production and financial process.

Paper purpose is to show positive impact of process redesign as well need of continuous progress and training process approach for increasing product quality and improvement advanced over the competition. For the clearest possible view of positive improvement process method activity, emphasis is placed on the well-known example from practice.

## KLJUČNE RIJEČI:

Proces, reinženjering poslovnih procesa (BPR), Lean menadžment, Lean razmišljanje, analiza proizvodnje, financijska analiza proces, upravljanje zalihama, fino sito;

## KEYWORDS:

Process, business process reengineering (BPR), Lean Management, Lean Thinking, manufacturing analysis, financial analysis process, inventory management, fine screen;

## POPIS OZNAKA

| Oznaka | Jedinica | Značenje |
|---|---|---|
| A | $m^2$ | površina radnog prostora |
| $N_H$ | - | broj ljudi u procesu |
| Ch | kn | trošak držanja zaliha |
| Co | kn | trošak naručivanja |
| C | kn | ukupan trošak držanja zaliha |
| m | kg | masa finog sita |
| η | % | iskoristivost radnog vremena |
| K | m | kretanje |
| T | - | radni takt |
| P | kom/god. | produktivnost |
| t | dan | vrijeme izrade finog sita |
| $t_R$ | h | rad radnika |
| $t_S$ | h | rad strojeva/uređaja |
| $U_T$ | kn/god. | ulaganje u tehnologiju |
| Q | kg | količina zaliha |
| W | - | radni proces |
| Z | h | čekanje/zastoj |

# POPIS SLIKA


Slika 1. *Prikazi procesa prema normi ISO 9000:2000 točka 3.4.1.* ..... 14
Slika 2. *Najčešći način prikazivanja procesa u literaturi* ..... 15
Slika 3. *Shematski prikaz procesa* ..... 16
Slika 4. *Ciklus P-D-C-A* ..... 17
Slika 5. *Ciklus "planiraj-uradi-provjeri-djeluj"* ..... 18
Slika 6. *Shematski prikaz upravljanja proizvodnjom* ..... 19
Slika 7. *Shematski prikaz cilja menadžmenta poduzeća* ..... 20
Slika 8. *Funkcije pripreme proizvodnje* ..... 22
Slika 9. *Operativna priprema rada* ..... 24
Slika 10. *Shematski prikaz BPR metode* ..... 27
Slika 11. *Osnovne značajke preoblikovanja poslovnih procesa* ..... 29
Slika 12. *Dijamant poslovnog sustava* ..... 32
Slika 13. *Faze reinženjering procesa* ..... 34
Slika 14. *Stupnjevita implementacije Lean metode* ..... 40
Slika 15. *Slikoviti prikaz transformacija procesa primjenom Lean metode* ..... 41
Slika 16. *Prikaz gubitaka/rasipanja u procesu proizvodnje* ..... 42
Slika 17. *Temelji Lean razmišljanja* ..... 44
Slika 18. *Lean principi* ..... 45
Slika 19. *Lean projekt menadžment: osam principa* ..... 46
Slika 20. *Prikaz sustava za realizaciju projekta* ..... 47
Slika 21. *Grafički prikaz ABC modela upravljanja zalihama* ..... 51
Slika 22. *Klasifikacija zaliha kod ABC modela upravljanja zalihama* ..... 51
Slika 23. *Grafički prikaz XYZ modela upravljanja zalihama* ..... 52
Slika 24. *Shematski prikaz strategija upravljanja zalihama* ..... 53
Slika 25. *Shematski prikaz strategije sustava nabavljanja* ..... 54
Slika 26. *Fino sito u 3D pogledu* ..... 55
Slika 27. *Fino sito ugrađeno u betonski otvoreni kanalizacijski kanal* ..... 56
Slika 28. *Shematski prikaz proizvodnje finog sita* ..... 58
Slika 29. *Shematski prikaz simbola koji čine dijagram toka* ..... 59
Slika 30. *Dijagram toka proizvodnje finog sita* ..... 61
Slika 31. *Tablica mapiranja proizvodnje* ..... 64
Slika 32. *Grafički prikaz udjela troškova na cijenu proizvoda* ..... 70
Slika 33. *Mapiranje procesa BPR metoda* ..... 78
Slika 34. *Dijagram ekonomske analize isplativosti zaliha* ..... 79
Slika 35. *Mapiranje procesa nakon primjene LEAN metode* ..... 86

# POPIS TABLICA


TABLICA 1. *PLANIRANJE PRODAJE I PROIZVODNJE* ..... 20
TABLICA 2. *PLANIRANJE PROIZVODA I PROIZVODNJE* ..... 20
TABLICA 3. *VRSTE PLANOVA PRODAJE I PROIZVODNJE* ..... 21
TABLICA 4. PRIKAZ *SWOT ANALIZE* ..... 38
TABLICA 5. *PRIKAZ REZULTATA NAKON PROVEDBE REINŽENJERING METODA* ..... 39
TABLICA 6. *PRIKAZ REZULTATA NAKON PROVEDBE LEAN METODE* ..... 50
TABLICA 7. *USPOREDBA TRADICIONALNOG I LEAN PROCESA* ..... 50
TABLICA 8. *TABLICA AKTIVNOSTI PROIZVODNJE FINOG SITA* ..... 63
TABLICA 9. *PROCES AKTIVNOSTI FAZE IZRADE FINOG SITA* ..... 65
TABLICA 10. *ANALIZA PROCESA PROIZVODNJE SWOT ANALIZOM* ..... 66
TABLICA 11. *TABLIČNI PRIKAZ TROŠKOVA NARUČIVANJA* ..... 67
TABLICA 12. *TABLIČNI PRIKAZ TROŠKOVA PROJEKTIRANJA* ..... 67
TABLICA 13. *TABLIČNI PRIKAZ TROŠKOVA KONSTRUIRANJA* ..... 67
TABLICA 14. *TABLIČNI PRIKAZ TROŠKOVA NARUČIVANJA MATERIJALA I OPREME* ..... 68
TABLICA 15. *TABLIČNI PRIKAZ TROŠKOVA IZRADE* ..... 68
TABLICA 16. *TABLIČNI PRIKAZ TROŠKOVA PROBNOG RADA* ..... 68
TABLICA 17. *TABLIČNI PRIKAZ TROŠKOVA PRIPREME ISPORUKE* ..... 68
TABLICA 18. *TABLIČNI PRIKAZ IZRAČUNA CIJENE FINOG SITA* ..... 69
TABLICA 19. *TABLIČNI PRIKAZ IZRAČUNA TROŠKA DRŽANJA ZALIHA* ..... 73
TABLICA 20. *TABLIČNI PRIKAZ IZRAČUNA TROŠKA NARUČIVANJA* ..... 73
TABLICA 21. *FAZE PROCESA REINŽENJERING METODE* ..... 76
TABLICA 22. *TABLIČNI PRIKAZ AKTIVNOSTI IZRADE FINOG SITA BPR METODOM* ..... 77
TABLICA 23. *TABLIČNI PRIKAZ TROŠKOVA NARUČIVANJA* ..... 81
TABLICA 24.*TABLIČNI PRIKAZ TROŠKOVA PROJEKTIRANJA* ..... 81
TABLICA 25. *TABLIČNI PRIKAZ TROŠKOVA KONSTRUIRANJA* ..... 81
TABLICA 26. *TABLIČNI PRIKAZ TROŠKOVA NARUČIVANJA MATERIJALA I OPREME* ..... 82
TABLICA 27. *TABLIČNI PRIKAZ TROŠKOVA IZRADE* ..... 82
TABLICA 28. *TABLIČNI PRIKAZ TROŠKOVA PROBNOG RADA* ..... 82
TABLICA 29. *TABLIČNI PRIKAZ TROŠKOVA PRIPREME ISPORUKE* ..... 82
TABLICA 30. *TABLIČNI PRIKAZ IZRAČUNA CIJENE FINOG SITA BPR METODOM* ..... 83
TABLICA 31. *TABLIČNI PRIKAZ AKTIVNOSTI IZRADE FINOG SITA LEAN METODA* ..... 87
TABLICA 32. *TABLIČNI PRIKAZ IZRAČUNA CIJENE FINOG SITA LEAN METODE* ..... 88
TABLICA 33. *USPOREDBA POSTOJEĆE I POBOLJŠANE PROIZVODNJE* ..... 89

# UVOD

Zadatak završnog rada je teoretsko i praktično prikazivanje osnovnih metoda koje obuhvaćaju područja upravljanja i unapređenja procesa proizvodnje. Upravljanje proizvodnjom prikazati ćemo kao upravljanje sustavom koji ulazne veličine pomoću različitih tehnika pretvaraju u izlazne veličine, odnosno u komercijalni proizvod. Namjera je da upravljanje proizvodnjom prikažemo kao nezaobilazan čimbenik u pogledu poboljšanja procesa proizvodnje na područjima kao što su kvaliteta, konkurentnost, kapaciteti, troškovi, zalihe, te optimalizacija proizvodnje.

Cilj praktičnog dijela rada odnosi se na prikazivanje proizvodnog procesa kojim nastaje serijski proizvod pod nazivom „fino sito“. Detaljnom analizom postojećeg proizvodnog procesa izrade proizvoda pod nazivom „fino sito“ sumirati će se nedostaci i gubici procesa. Analize će biti fokusirane na metode upravljanja proizvodnim procesima, vremenskim terminima izrade proizvoda, potrebnim ljudskim i materijalnim resursima, upravljanje zalihama materijala i opreme, troškovima proizvodnje te ostalih čimbenika koji utječu na uspješnost i konkurentnost proizvoda na tržištu.

Postojeći proizvodni proces pokušati će se dopuniti, unaprijediti i poboljšati implementacijom dviju različitih metoda unaprjeđenja procesa proizvodnje. Na postojeći proces proizvodnje primijeniti ćemo metodu reinženjering poslovnih procesa (BPR) i LEAN metodu. Zadatak obrade istog proizvodnog procesa različitim metodama unaprjeđenja biti će usporedba rezultata mjerljivih parametara proizvodnje u procesu izrade proizvoda pod nazivom „fino sita“.

# 1. UPRAVLJANJE PROIZVODNIM PROCESIMA PODUZEĆA

## 1.1. Pojam procesa i procesnog pristupa

Proces je jedan od osnovnih elemenata (atributa) sustava bilo koje razine, a predstavlja rad (ili logički povezanu seriju radova i odlučivanja) uz pomoć kojeg se ulazi (inputs) u neki sustav, korištenjem određenih sredstava (resources) pretvaraju u izlaze (outputs) iz tog sustava.

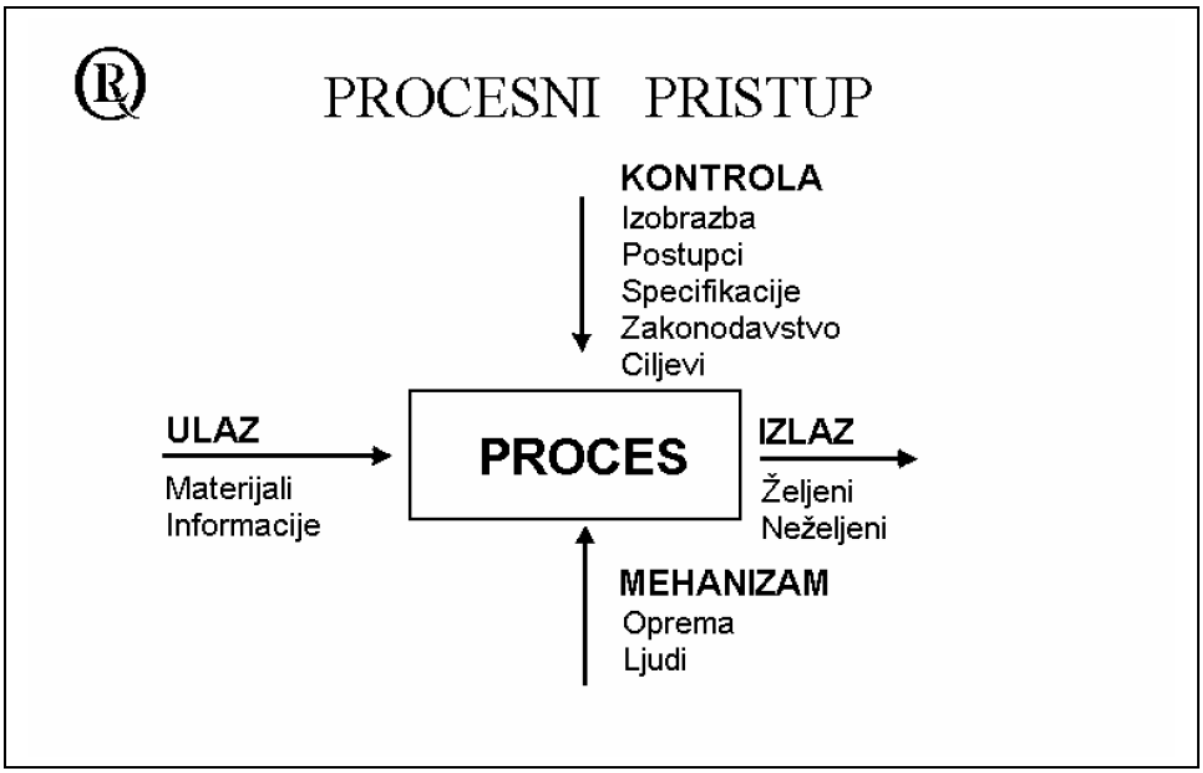
Također, Norma ISO 9000:2000 u točki 3.4.1. definira proces kako je prikazano na slici 1., *[ 1.]*:

- *"skup međusobno povezanih ili međusobno ovisnih radnja koje pretvaraju ulaze u izlaze"*

Napomena 1:Ulazi u proces obično su izlazi iz drugih procesa.
Napomena 2:Procesi u organizaciji (3.3.1) obično se planiraju i provode u nadziranim uvjetima kako bi se povećala vrijednost.

Jedno od osam načela na kojima se temelji niz norma ISO 9000:2000 odnosi se i na procesni pristup:

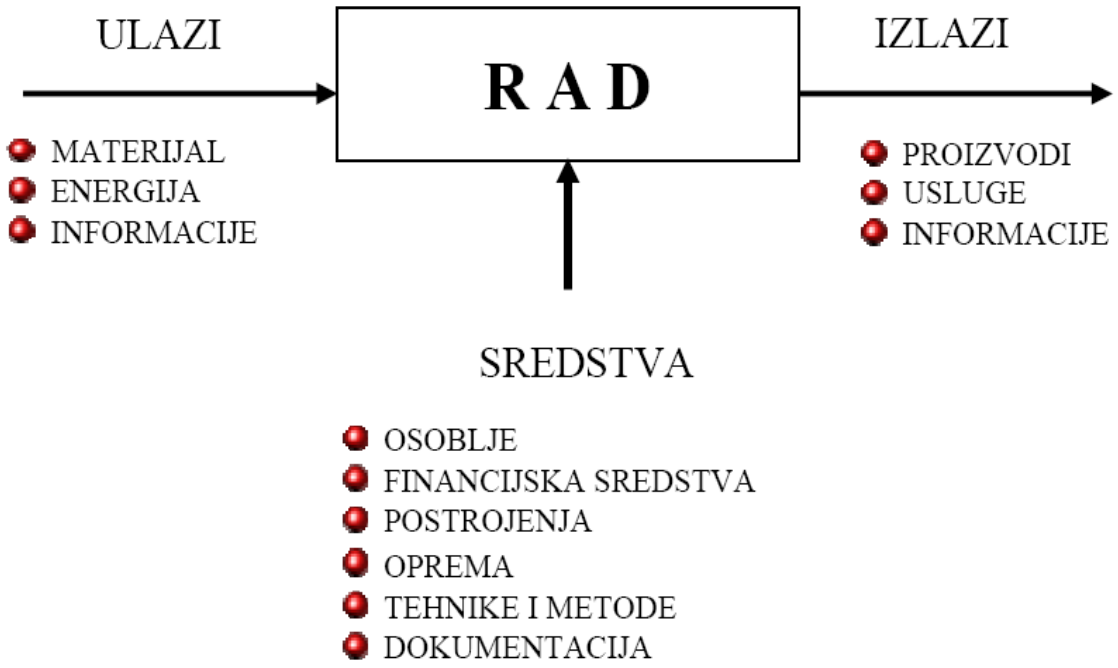
- željeni se rezultat djelotvornije postiže kad se djelatnostima i sredstvima upravlja kao procesom.




**Slika 1.** *Prikazi procesa prema normi ISO 9000:2000 točka 3.4.1.*

Kao teorijsko polazište za definiranje procesa može se uzeti i iz normi EN ISO 8402:1995 i EN ISO 9000-1:1994, koje glase:

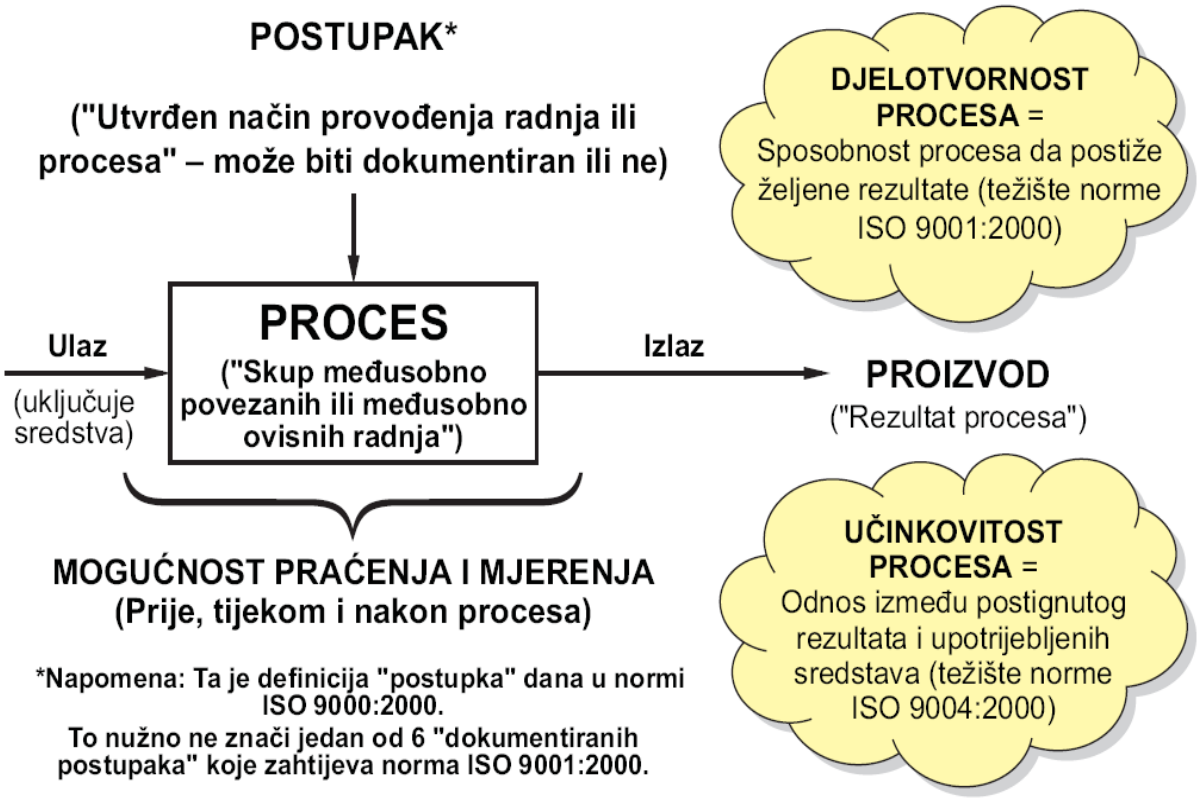
- proces je skup međuzavisnih sredstava i radnji koji preoblikuju ulazne elemente u izlazne;
- proces je preradba koja dodaje vrijednost;
- svaki proces ima ulazne elemente i uključuje osobe ili druge resurse;
- izlazi su rezultati procesa;
- postoje mogućnosti mjerenja ulaza, izlaza i veličina tijekom procesa;
- u svakoj organizaciji postoji mreža procesa, koja može biti vrlo složena;
- organizacija treba utvrditi i ustrojiti svoju mrežu procesa i međuodnosa procesa i upravljati njome;
- da bi se raščistili međuodnosi, odgovornosti i ovlaštenja, procesi trebaju imati "vlasnike".




**Slika 2.** *Najčešći način prikazivanja procesa u literaturi*

Norma ISO 9001 ističe važnost za organizaciju utvrđivanja, primjene, upravljanja i neprekidnoga poboljšavanja djelotvornosti procesa koji su potrebni za sustav upravljanja kakvoćom i upravljanje uzajamnim djelovanjima tih procesa radi postizanja ciljeva organizacije. Norma ISO 9004:2000 vodi organizaciju izvan zahtjeva norme ISO 9001:2000 usmjeravanjem na poboljšavanje radnih značajka. Norma ISO 9004:2000 preporučuje vrednovanje djelotvornosti i učinkovitosti procesa.

Učinkovitost i djelotvornost procesa mogu se vrednovati unutrašnjim i vanjskim ocjenama procesa i mogu se određivati na ljestvici zrelosti. Ta se ljestvica u tipičnome slučaju kreće u stupnjevima zrelosti od "nepostojanja formalnog sustava" do "radnih značajka najboljega u razredu". Prednost je toga pristupa da se rezultati mogu dokumentirati i pratiti tijekom vremena kako bi se postiglo poboljšavanje. Za različite primjene razvijene su mnoge ljestvice zrelosti. Jedan takav model sadržan je u normi ISO 9004:2000 u dodatku A, *Upute za samoocjenu,* slika 3. *[1.].*

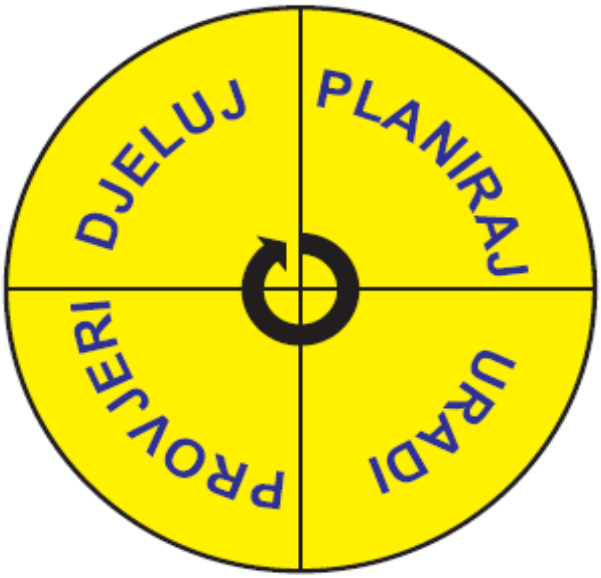



**Slika 3.** *Shematski prikaz procesa*

## 1.2. Ciklus P-D-C-A i procesni pristup

Ciklus "planiraj-uradi-provjeri djeluj" prvi je dvadesetih godina ovoga stoljeća razvio Walter Shewhart, a poslije ga je popularizirao W. Edwards Deming. Iz tih se razloga on često naziva Demingovim ciklusom. O P-D-C-A ciklusu postoji opširna literatura na mnogim jezicima, a korisnici obitelji norma ISO 9000:2000 potiču se da potraže savjete u toj literaturi za bolje razumijevanje toga pojma.

Pojam P-D-C-A 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 4, *[ 1.]*:




**Slika 4.** *Ciklus P-D-C-A*

U kontekstu sustava upravljanja kakvoćom, P-D-C-A 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 poboljšavanjem procesa ostvarivanja proizvoda i drugim procesima sustava upravljanja kakvoćom.

Održavanje i neprekidno poboljšavanje sposobnosti procesa može se postići primjenom pojma P-D-C-A 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, slika 5, *[ 1.]*.

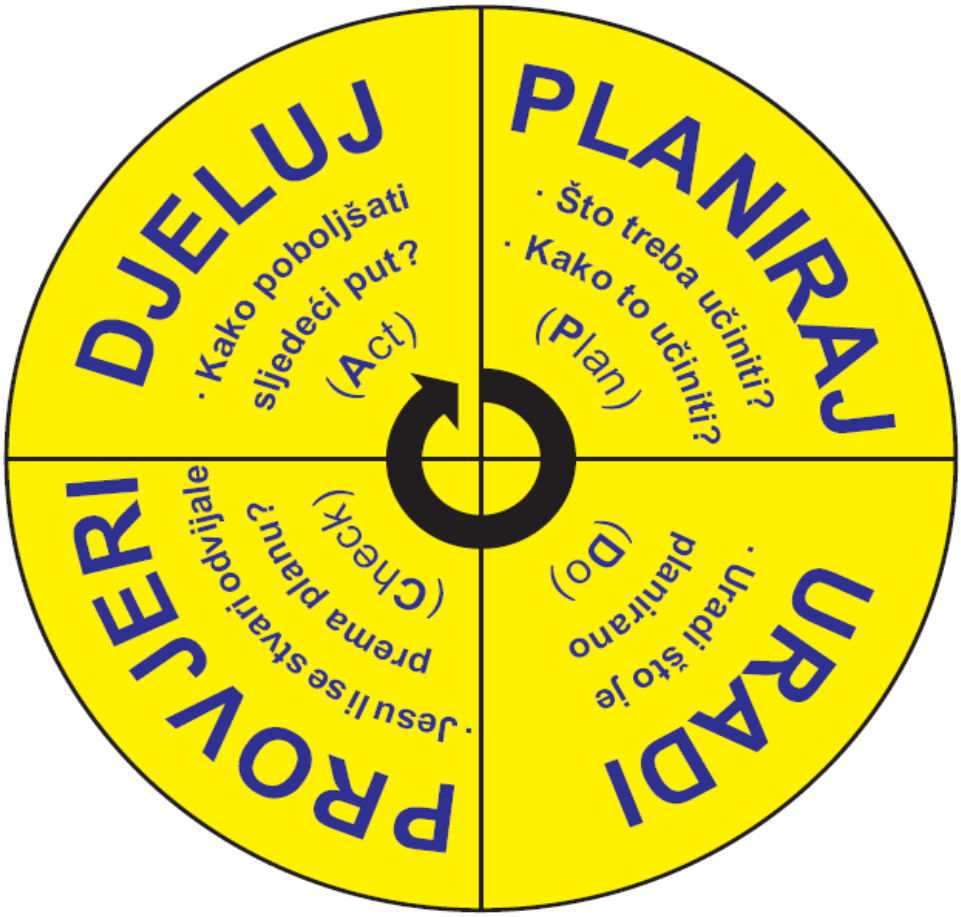
Napomena uz točku 0.2 norme ISO 9001:2000 objašnjava da se ciklus P-D-C-A primjenjuje na procese na sljedeći način:

**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.

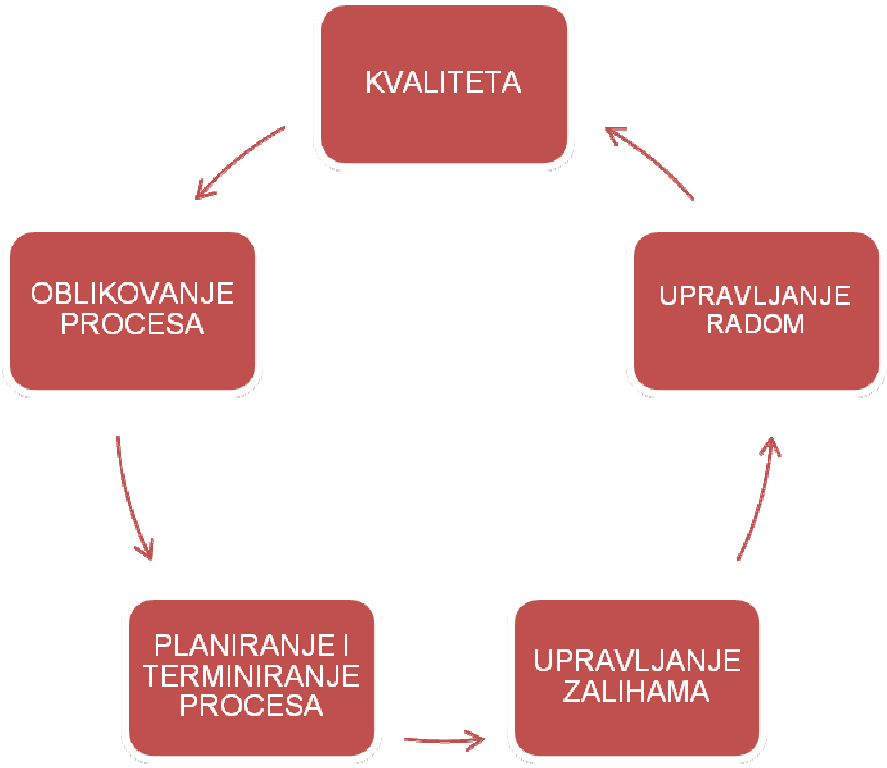
**Djeluj:** Poduzimaj radnje za neprekidno poboljšavanje djelotvornosti procesa.




**Slika 5.** *Ciklus "planiraj-uradi-provjeri-djeluj"*

## 1.3. Upravljanje proizvodnim sustavima

Upravljanje proizvodnjom je specijalizirana aktivnost koja se odnosi na planiranje, organiziranje, vođenje i kontroliranje poslovnog područja izrade proizvoda i pružanje usluga kojima se mogu zadovoljiti potrebe kupaca. Ovu aktivnost obavljaju top menadžeri i menadžeri iz područja proizvodnje.




**Slika 6.** *Shematski prikaz upravljanja proizvodnjom*

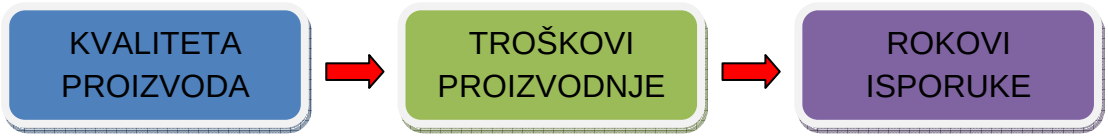
Specifičnost proizvodnog menadžmenta proizlazi iz karakteristika procesa proizvodnje, kao dijela ciklusa poslovanja poduzeća. Proces proizvodnje, određen je zahtjevima kupaca, kao i mogućnostima poduzeća da zadovolji te zahtjeve. Zato je upravljanje proizvodnjom usko povezano sa sektorom marketinga, financija, kadrova, istraživanja i razvoja.

Proces proizvodnje, slika 6. *[2]*, predstavlja korištenje kadrovskih i materijalnih resursa u cilju stvaranja novih proizvoda i usluga. To podrazumijeva skladno kombiniranje elemenata proizvodnje u kvalitativnom, kvantitativnom i vremenskom smislu.

## 1.4. Zadaci proizvodnog menadžmenta poduzeća

Svako rukovodstvo poduzeća, bez obzira na to radi li se o proizvodnji robe ili usluga, mora osigurati postizanje konačnog cilja, slika 7., [2], a to je:

- proizvoditi u pravo vrijeme,
- kvalitetan proizvod,
- uz najmanje troškove,
- u traženoj količini.




**Slika 7.** *Shematski prikaz cilja menadžmenta poduzeća*

Za postizanje tog cilja rukovodstvo poduzeća treba osigurati savršeno funkcioniranje u organizacijskom ciklusu: **prodaja – proizvodnja – nabava**.

Proizvodni menadžment obuhvaća sljedeće aktivnosti:

- planiranje,
- organiziranje,
- vođenje,
- kontrolu.

**Planiranje proizvodnje** kao primarna funkcija proizvodnog menadžmenta obuhvaća odlučivanje o:

- **Strateškim ciljevima proizvodnje**, koje je usmjereno na:

Proizvod - strategija proizvoda usmjerena je na izbor asortimana kojim će se na najbolji način zadovoljiti potrebe kupaca. Proizvodi se razlikuju po tome da li se izrađuju po narudžbi kupca ili imaju standardnu namjenu. U zavisnosti od namjene proizvoda odabire se odgovarajuća strategija, koja je usmjerena na postizanje što većeg profita po jedinici uloženog kapitala, tablica 1., [3].

**Tablica 1.** *Planiranje prodaje i proizvodnje*

| Planiranje u prodaji | Planiranje proizvodnje |
|---|---|
| Prodaja ˝ministarstvo vanjskih poslova˝ | Operativna priprema rada (proizvodnje) ˝ministarstvo unutarnjih poslova˝ |
| Podloga za izradu planova proizvodnje | Izrada planova i zauzimanje kapaciteta |

Proizvodni proces - *strategija proizvodnog procesa* obuhvaća odlučivanje o izboru odgovarajuće tehnologije koja osigurava racionalno korištenje kapitala, tablica 2., [3].

**Tablica 2.** *Planiranje proizvoda i proizvodnje*

| Planiranje proizvoda | Planiranje proizvodnje |
|---|---|
| Generalni plan proizvoda po ključnim točkama | Terminiranje operacija |
| Terminski plan proizvoda po fazama rada | Zauzimanje radnih mjesta |

Korištenje kapaciteta - strategija korištenja kapaciteta obuhvaća upravljačke aktivnosti i usmjerena je na organizacijsku strukturu proizvodnje po asortimanu proizvoda, a svakom planu proizvodnje prethodi plan prodaje tablica 3., [3].

**Tablica 3.** *Vrste planova prodaje i proizvodnje*

| Planovi prodaje | Planovi proizvodnje |
|---|---|
| Osnovni plan | Osnovni plan |
| Osnovni dinamički plan | Osnovni dinamički plan |
| Klizni dinamički plan | Klizni dinamički plan |
| Kvartalni plan | Klizni dinamički plan |
| Operativni plan | Operativni plan |

- **Operativnim ciljevima i zadacima u svim njenim dijelovima**

Operativno planiranje proizvodnje je razrada strateških planova na neposredne zadatke po pojedinim segmentima.

**Organiziranje proizvodnje** obuhvaća upravljačke aktivnosti razrade globalnih organizacijskih rješenja u vezi s ulogom i položajem proizvodnje u procesu poslovanja poduzeća. Ukoliko se poduzeće opredijeli za proizvodnju po narudžbi kupaca, odgovarajući oblik organizacije bit će pojedinačna proizvodnja. U slučaju opredjeljenja za standardne proizvode, odgovarajući oblik organizacije bit će serijska proizvodnja.

**Vođenje proizvodnje** je usmjereno na racionalno korištenje ljudskih resursa. Strateški dio vođenja obuhvaća kadrovsku politiku, međuljudske odnose i principe motivacije, što je pretežno u nadležnosti top menadžmenta. Neposredno komuniciranje s izvršiocima je u nadležnosti proizvodnog menadžmenta, jer oni imaju uvid u radne mogućnosti i ostvarene rezultate svakog radnika, što im omogućuje da odaberu odgovarajuće metode motivacije.

**Kontroliranje proizvodnje** je funkcija proizvodnog menadžmenta kojom se zaokružuje upravljačka aktivnost u ovom području poslovanja. Za kontroliranje proizvodnje karakteristično je raslojavanje na strateški i operativni dio. U okviru strateških odluka utvrđuju se osnovni ciljevi i principi kontrole proizvodnje. Zato se na tim nivoima provodi operativna kontrola, koja obuhvaća nadzor nad izvršavanjem pojedinačnih ciljeva, kao i poduzimanje mjera da se osigura izvršavanje zadataka. Sustav kontrole zahtijeva odgovarajuće informacije o ulaganjima i rezultatima poslovnih jedinica, kako bi se pravovremeno uočili uzroci negativnih odstupanja od plana i poduzele odgovarajuće mjere za ostvarenje planiranih ciljeva.

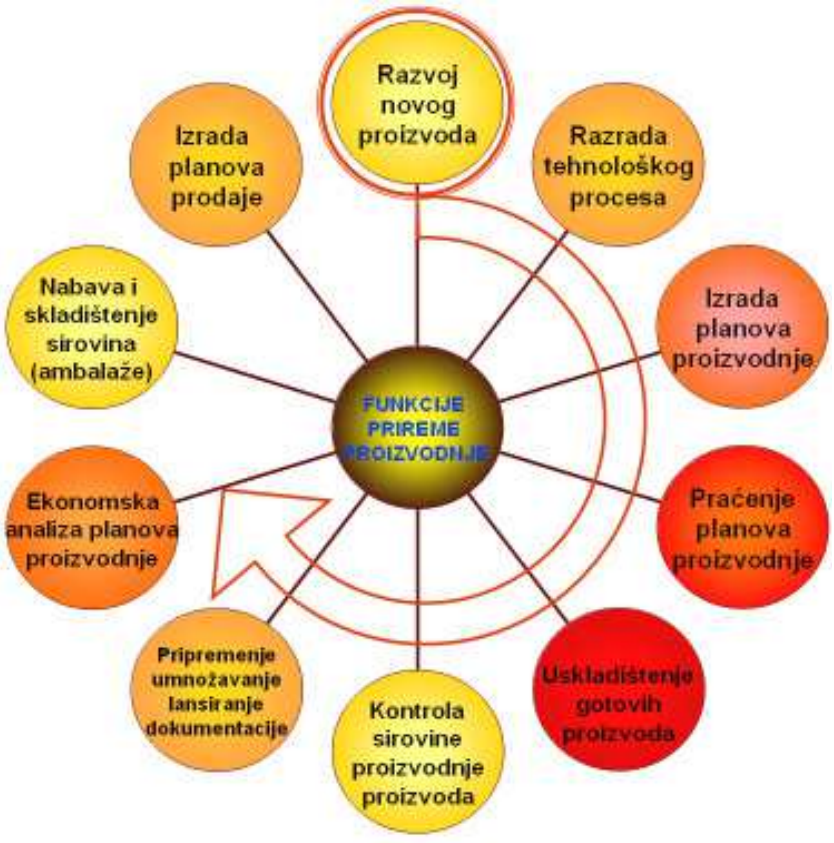
## 1.5. Upravljanje proizvodnim procesom

Način planiranja i praćenja proizvodnje razlikuje se po tehnikama i metodama u ovisnosti o grani (vrsti) industrije. Tako će obujam radova uopće i metoda planiranja posebno, biti različiti u procesnoj, metaloprerađivačkoj, brodograđevnoj, drvnoj, ... i sličnoj industriji.

Proces rada kreće od prodaje, preko projektnog biroa, tehnološke pripreme, i operativne pripreme rada, a završava u proizvodnji (izradi) dijelova i, na kraju, montaži proizvoda u nekoliko razina.

Priprema proizvodnje, priprema rada, tehnička priprema – najčešći su nazivi za odjel ili grupu odjela u kojima se radnici bave pripremanjem svih elemenata za proizvodnju (planovi, normativi rada i materijala, zauzetost kapaciteta, itd.) i njezinim praćenjem. Nazivi se razlikuju u ovisnosti o grani industrije ili o vrsti proizvodnje.

U pripremi proizvodnje stručnjaci koriste tehnike i metode planiranja proizvodnje prilikom planiranja proizvodnje. Tako izrađeni i prihvaćeni, te na odgovarajući način predstavljeni planovi proizvodnje postaju zakon po kojem se lansira i poslije odvija proizvodnja u proizvodnim pogonima. Za vrijeme proizvodnje stalno se prati proizvodni proces po fazama ili operacijama do izrade pozicija, dijelova, poluproizvoda te, na kraju, finalne montaže i isporuke, slika 8., [4].




**Slika 8.** *Funkcije pripreme proizvodnje*

Priprema proizvodnje obično se dijeli na tehnološku i operativnu.

- **Tehnološka priprema proizvodnje obuhvaća:**

  - projektiranje i konstruiranje proizvoda
  - pripremu tehnološkog procesa ili postupka.

Težište ovih aktivnosti je na izboru onih tehničkih i tehnoloških rješenja koja omogućavaju stvaranje odgovarajućih upotrebljivih kvaliteta, uz što veću efikasnost korištenja kadrovskih i materijalnih resursa.

**Projektiranjem i konstruiranjem proizvoda** utvrđuju se tehničke karakteristike budućih proizvoda. Budući da je proizvod namijenjen prodaji na tržištu, neophodno je da se njegovo projektiranje i konstruiranje uskladi s zahtjevima kupca (potrošača). Pri tome konstruktor se treba orijentirati na ona konstrukcijska rješenja i odabir materijala (osnovni i pomoćni) kojima se osiguravaju najpovoljniji ekonomski, tehnološki i uporabni efekti, i u skladu s time izraditi tehničke crteže i popratnu tehničku dokumentaciju.

**Priprema tehnološkog procesa ili postupka** predstavlja skup radnji kojim se mijenjaju sastav, kvaliteta, oblik i dimenzije osnovnog i pomoćnog materijala da bi se dobio željeni proizvod. Pod tehnološkim procesom podrazumijevaju se kemijske promjene, a pod tehnološkim postupkom podrazumijevaju se mehaničke promjene materijala. Da bi se pristupilo razradi tehnološkog procesa ili postupka, potrebno je raspolagati podacima o:

- svim komponentama proizvoda,
- međusobnoj funkcionalnoj vezi dijelova i sklopova,
- strojevima na kojima se obavljaju pojedine operacije,
- vrsti materijala od kojeg se izrađuje proizvod.

U procesu pripreme tehnološkog procesa ili postupka neophodno je riješiti pitanje najpogodnijeg načina obrade materijala za izradu dijelova ili cijelih proizvoda, upotrebe strojeva i alata za obradu materijala i redoslijeda operacija koje treba primijeniti u preradbi materijala da bi se dobio željeni proizvod, te na temelju toga izraditi operacijske listove i normative rada.

- **Operativna priprema proizvodnje**

U operativnoj pripremi proizvodnje stručnjaci će, koristeći se informacijama iz tehnološke pripreme, studija rada, projektnog biroa i skladišta, na temelju normativa rada i operacijskih lista, te dobivenih količina proizvoda izrađivati gantograme proizvoda (stvarni ciklus proizvodnje svake serije proizvoda). Usto, poznavajući zauzetost kapaciteta zauzimat će pojedina radna mjesta po pogonima s određenim radnim nalozima (serijom proizvoda). Na temelju raspoloživog fonda radnog vremena i potrebnog radnog vremena po planu stručnjaci operativne pripreme dat će na radnom sastanku stručnjaka prodaje, proizvodnje i nabave objektivne mogućnosti izvršenja svega što zahtijevaju iz odjela ili sektora prodaje.

Naravno za obavljanje ovih aktivnosti priprema proizvodnje odnosno njen dio operativne pripreme rada mora imati niz kontakata pri izradbi planova, slika 9., [4] njihovom praćenju i na kraju, završetku svakog radnog naloga. To je praktično suradnja sa svim odjelima u poduzeću, a najvažniji su s prodajom, nabavom i proizvodnjom.




**Slika 9.** *Operativna priprema rada*

Treba zaključiti da se uspješnost proizvodnje ne odvija samo u proizvodnim pogonima već na nju znatno utječe niz pripremnih radova (od projektnog biroa ili istraživačkog laboratorija do tehnološke i operativne pripreme) i pomoćnih djelatnosti kao što su: održavanje, kontrola kvalitete, interni transport itd.

**Održavanjem** sredstava za rad osigurava se kontinuitet procesa proizvodnje. Ispravnost sredstava za rad, posebno opreme za proizvodnju, predstavlja bitan uvjet za uspješno poslovanje poduzeća.
Visok stupanj opremljenosti većine industrijskih, ali i drugih proizvodnih poduzeća, zahtijeva i visoke troškove održavanja sredstava za rad. Zbog toga proizvodni menadžment poduzima mjere za racionalizaciju poslova održavanja. Jedna od takvih mjera je preventivno održavanje sredstava za rad, što podrazumijeva intervenciju prije nego što nastupi kvar. U slučaju kvara nastaju troškovi uslijed zastoja proizvodnje. Ti troškovi dodatno opterećuju cijenu finalnog proizvoda, čime se smanjuje konkurentska sposobnost poduzeća.

**Tehnička kontrola** treba osigurati primjenu standarda i normativa u procesu izrade proizvoda. Proizvodni menadžment preko službe tehničke kontrole utječe na kvalitetu proizvoda, čime se doprinosi uspješnosti poduzeća. Pored propisivanja standarda i normativa, uputa tehničke kontrole mogu sadržavati i dozvoljena odstupanja od predviđene kvalitete finalnog proizvoda (odstupanja oblika, dimenzija, boja, mase i sl.), ali samo u slučaju ako ih prihvate kupci.

**Unutrašnji transport** je ukupno kretanje materijalnih inputa u toku procesa proizvodnje, odnosno transporta mase i energije od ulaznog skladišta materijala i energetskih izvora do završne faze obrade proizvoda i njihovog dopremanja u skladište gotovih proizvoda. Upravljanje unutrašnjim transportom omogućuje kontinuitet proizvodnje, čime se doprinosi ostvarivanju planirane radne produktivnosti.

Na osnovi do sada iznesenih činjenica može se zaključiti da planiranje u svakoj proizvodnoj tvrtki počinje izradbom plana prodaje (slika zahtjeva tržišta) koji se razrađuje u plan proizvodnje. Kod toga postoji planiranje potrebnog vremena (poznavajući normative i radne kapacitete) i planiranje materijala (poznavajući normative i stanje na skladištu). Sam se plan proizvodnje sastoji od planova proizvoda (rokovi završetka pojedinih faza) i planova zauzetosti pogona po radnim mjestima. Pri tome je potrebno koristiti i obrađivati veliku količinu informacija iz raznih sektora poduzeća, koje nam moraju biti trenutno dostupne, što bi bilo nemoguće bez odgovarajućeg informacijskog sustava. Upravo ti informacijski sustavi za upravljanje proizvodnjom su obavezna logistička podrška svim suvremenim upravljanjima proizvodnjom ili projektima.

U idućem poglavlju navedena su teoretska razmatranja koja objašnjavaju vremenski interval od lansiranja prve operacije pa do završetka izratka, proizvoda ili poluproizvoda i njegovog odlaganja na skladište. Želja svakog suvremenog menadžera je skraćivanje broja ciklusa proizvodnje, jer takvi proizvodi brže vraćaju uložena sredstva.

# 2. REINŽENJERING POSLOVNIH PROCESA (BPR)

## 2.1. Uvod u reinženjering poslovnih procesa

Početkom stoljeća Frederick Taylor započeo je sa svojom idejom organizacije rada, dekompozicije zadataka i mjerenja pokreta pri radu. Njegov osnovni cilj bio je povećanje organizacijske produktivnosti primjenjujući principe inženjeringa na zaposleno osoblje.

Taylor je postao simbol praktične realizacije u industriji koju danas zovemo industrijski inženjering (IE) ili znanstvena škola menadžmenta (Scientific school of menagement). Ulazeći u 90-te dva novija alata transformiraju organizaciju rada na način kako je to u prošlosti učinio Frederick Taylor. To su ***informacijska tehnologija****:* mogućnosti koje nude računala, softverske aplikacije i telekomunikacije i ***BPR*** (Business Proces Reeingeering) odnosno reinženjering poslovnih procesa: koji se koristi za analizu i dizajn tekućih radova i procesa unutar i između organizacija.
Primjenom, ova dva alata zajedno predstavljaju potencijal koji stvara novi tip industrijskog inženjeringa, mijenjajući način discipline koja se prakticira i vještina potrebnih za to.

Razvoj informacijske tehnologije (IT) i globalnog gospodarstva te njihov sve veći međusobni utjecaj stvara okruženje koje se ubrzano mijenja i u kojem poduzeća moraju poslovno i organizacijski reagirati. Da bi se preživjelo, potrebne su radikalne sistemske promjene te se često mora udovoljiti poslovnim izazovima današnjice.
Revolucionarne promjene u tehnologiji traže promjene u postojećim informacijskim sustavima. Tehnološka dostignuća trebaju poboljšati rad poduzeća: povećati konkurentnost, sniziti troškove, skratiti rokove isporuke i zadovoljiti kupca. Strateški pristupi na koja se poduzeća već tradicionalno oslanjaju – poslovno restrukturiranje i potpuna kvaliteta poslovanja (TQM - *Total Qualitu Menagement* ) - ne daju uvijek najpravodobnije niti najdalekosežnije rezultate.

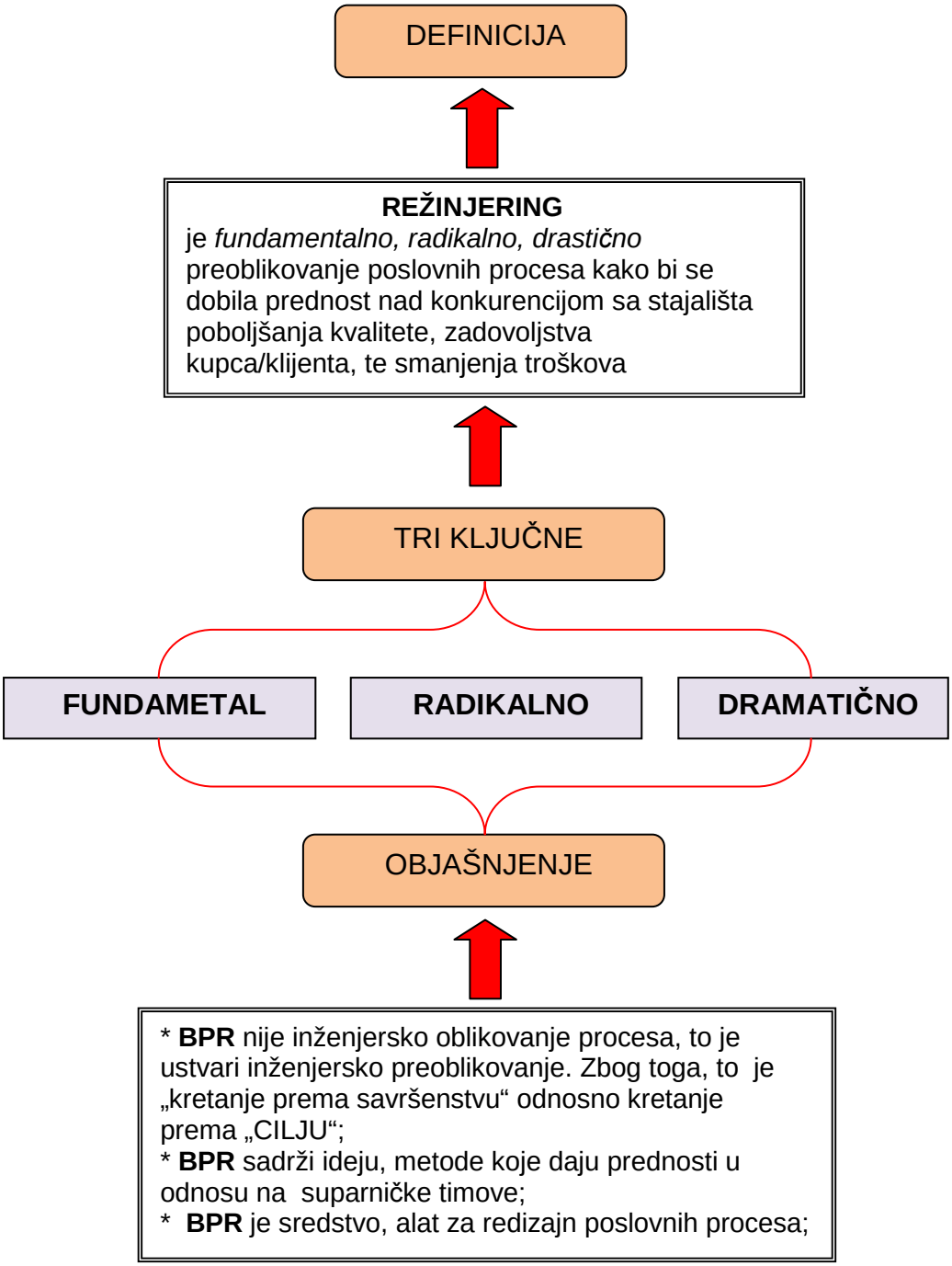
Proces reinženjerstva je metodologija iniciranja organizacijske promjene koja se oslanja na analizu procesa, međufunkcionalni timski rad, "benchmarking" (to je postupak u kojem se napravi model, tj. saznaju se podaci o tome kako taj proces obavlja najbolji od konkurenata i od tih podataka se napravi model budućih procesa), i na veliko koncept informacijskih sustava. Njegova osnova se sastoji u primjeni informacijske tehnologije koja bi poduzećima dala načine, sredstva, kako bi se ponovno usredotočili na svoje korisnike.

Sve tehnike koje se uzastopno otkrivaju u procesu reinženjerstva, temelje se na pažljivo oblikovanom skupu ciljeva projekta, dobivenih isključivo detaljnom analizom zadovoljstva korisnika. Sva ostala unutarnja razmatranja su na drugom mjestu naspram potreba korisnika, ključnih u procesu reinženjerstva. Ništa nije sigurno i ništa nije sveto osim korisnika.

Radikalni problemi zahtijevaju radikalna rješenja u očima praktičara poslovnog reinženjerstva. Kulturne vrijednosti, modeli podjele moći, postojeći zamišljeni poslovni modeli, zadovoljstvo poslom i nagrade, sve je to širi kontekst na koji se ova

metodologija poziva i koji se mijenja tijekom projekta reinženjerstva. Ova izrazito dinamična metodologija mijenja ljude jednako kao i rad koji obavljaju, slika 10 [5].

Reinženjering mijenja organizaciju radikalno iz samog temelja, tako da ponovno sastavlja poslovne procese iz pojedinačnih radnih zadataka, osnažujući pojedince, timove i menadžere za izvođenje složenih procesa. Jedini način na koji se takav revolucionaran zahvat može provesti jest pružanje potpore zaposlenima putem informacijske tehnologije.




**Slika 10.** *Shematski prikaz BPR metode*

## 2.2. Tendencija razvoja BPR-a

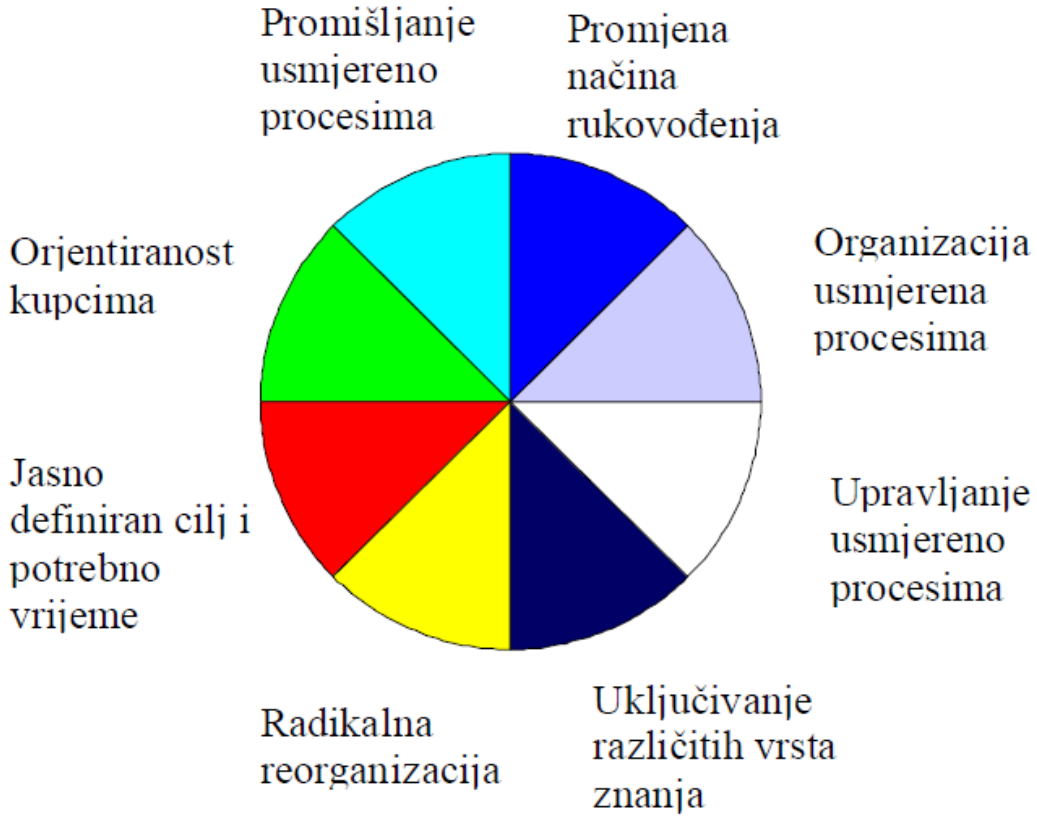
Koncept BPR-a pojavio se početkom 90-tih godina, a svoj uzlet bilježi 1993. godine publikacijom "Reeingeenering the Corporation" koja je prodana u gotovo 2 milijuna primjeraka. Sljedeća publikacija na temu reinženjeringa pojavila se 1994. godine. "The State of Reeingeering Report" nije bila namijenjena isključivo educiranju, nego je kroz iskustva menadžmenta koji je proveo BPR dala temeljna polazišta i koncepte reinženjeringa.
Publikacija "Reeingeenering Menagement" predstavlja finalizaciju za cijeli istraživački napor. Proces reinženjeringa menadžmenta omogućuje nove dimenzije; reinženjering menadžmenta u smislu suštinske promjene menadžerskog načina rada, organiziranja, delegiranja zadataka, mjerenja učinaka, nagrađivanja, motiviranja, rukovođenja i ostalih menadžerskih uloga.

Postavljamo si pitanje u kakvom je okruženju iznikla potreba za preoblikovanjem poslovnih procesa? Ciklus proizvodnje koji se temelji na zahtjevu da se od dizajniranja projekta što prije prijeđe na što masovniju proizvodnju, rezultirao je razbijanjem proizvodnog procesa na najsitnije dijelove, a ljudi koji su za njih osposobljeni i odgovorni postali su specijalisti za vrlo usko određene poslove. Za upravljanje i nadzor takvog načina proizvodnje potreban je velik broj upravitelja na različitim razinama. Međutim, porastom konkurencije na tržištu, korisnici dobivaju mogućnost šireg izbora. Borba za tržište postavlja poduzećima sve veće zahtjeve na koje treba odgovoriti što boljom kvalitetom proizvoda, nižom cijenom i kraćim rokom. Korisnik, konkurencija i učestale promjene na tržištu uvjetuju i promjene u poduzeću. Potrebno je npr. ostvariti što bržu suradnju među odjelima, premostiti velik broj razina hijerarhije upravljačkog i nadzornog organa. Djelatnici nerijetko imaju dojam da rade zbog zadovoljavanja nekog u poduzeću i gube iz vida cjelinu procesa u kojem sudjeluju. Unutarnje funkcije, procesi, hijerarhija, način odlučivanja itd. dolaze u suprotnost sa zahtjevima koje nameće tržište.

Prema najjednostavnijoj formulaciji poslovno ili procesno reinženjerstvo radikalno je redizajniranje poslovnih procesa da bi se postigla znatna poboljšanja u izvedbi. U tom smislu ono se veoma malo razlikuje od cilja drugih udarnih teorija organizacijske promjene: dizajn industrijskih operacija Fredericka Taylora koje se zasnivaju na proučavanju rada: principi strukturiranja organizacija Henrija Fayola, Alfreda P. Sloana, i Petera Druckera; oslanjanje na informacijske i mjerne sustave Georga Siemensa; inzistiranje Roberta E. Wooda na prioritetu usmjerenosti na korisnika.

Ipak, osnovni predložak je nastao iz novije teorije i prakse informacijskih sustava. Michael Hammer, koji je prvi uveo termin "poslovno reinženjerstvo" 1990. godine, temeljio je svoje ideje na iskustvima stečenim tijekom više od 20 godina dizajniranja i izvedbe informacijskih sustava. Hammer objašnjava kako je način kojim su takvi sustavi automatizirali već postojeće poslovne procese spriječio kreativnije uporabe informacijske tehnologije u oblikovanju djelotvornije i strateški prikladnije poslovne prakse. Hammerova osnovna zamisao je da poduzeće može imati puno više koristi ako razgradi i ponovno otkrije bitni djelokrug svog poslovanja, nego da ga jednostavno temeljito ispita i obnovi. Procesno reinženjerstvo njeguje radikalne organizacijske promjene i brani radikalnu reformu sistematiziranjem i formaliziranjem procesa, koji su nestrukturirani i neformalni.

Svrha je preoblikovati informacijski sustav poduzeća, organizaciju, načine rada i postupke privlačenja korisnika da bi se poboljšala konkurentnost poduzeća. Velike multinacionalne korporacije koje se nalaze u Americi slažu se da su takvi rezultati mogući uz sadašnji omjer, brzinu i opseg napora reinženjerstva, slika 11. [5].




**Slika 11.** *Osnovne značajke preoblikovanja poslovnih procesa*

Informacijska tehnologija sve više postaje nositelj i održavanja i proizvodnje u poduzeću. Upravljanje radnim tijekom može pomoći pri preoblikovanju poslovnog procesa. Treba iskoristiti znanje koje imaju poznavatelji posla i poslovanja te znanje o tehnologijama koje mogu primijeniti druge vrste stručnjaka.
Jedna od najvećih zabluda jest da za preoblikovanje poslovnih postupaka valja samo uporabiti upravljanje radnim tijekom, a da je upravljanje radnim tijekom u stvari tehnologija spremanja slika dokumenata (eng. imaging), te je stoga dovoljno kupiti i postaviti sustav za pohranjivanje dokumenata i stvar je riješena.
Upravljanje radnim tijekom može pomoći u ostvarenju preoblikovanja poslovnih procesa. Na primjer, upravljanje poslom može predstavljati sliku stvarnog poslovanja tvrtke, prikazujući ne samo ono što stvarno radi nego i ono što ne radi. Stoga preoblikovanje poslovnih procesa uz pomoć upravljanja radnim tijekom može vrlo dobro odgovoriti na pitanje hoće li nešto raditi ili ne, što konačno može značiti važnu uštedu u pothvatu koji bi donio neuspjeh.
Jednom kad je postupak objašnjen (programiran), sustav će ga zauvijek zapamtiti, naravno sve dok ga ne promijenimo. Na taj način je sigurno da je prava informacija poslana pravoj osobi ili pravoj aplikaciji. Preoblikovanje poslovnih procesa je

neprestano traženje i primjena bitno različitih novih pristupa poslovanju, koja dovodi do skokovitih promjena u proizvodnosti i u uslugama kupcima. Ili, poslovni postupak je skup djelomično uređenih koraka s namjerom postizanja nekog cilja ili skup poslovnih aktivnosti koje stvaraju vrijednost kupcu (Hammer).

Ako je postupak usklađen skup povezanih aktivnosti kako bi se postigao zajednički cilj, onda je poslovni postupak vrsta postupka koja podržava poslovanje ili je važna za posao. Međutim, pitamo se gdje je tu preoblikovanje? Što bismo mogli i zašto preoblikovati? Glavno polazište je u tome da se svaki postupak može promijeniti. Kako promjena ne može biti sama sebi svrhom, očito je, da se mora raditi o nekom poboljšanju. Nas najviše zanimaju one temeljne, bitne promjene koje mogu dovesti do značajnih poboljšanja, npr. bolje i brže usluge, velike uštede ili veće zarade.

Biti konkurentan na tržištu je temeljna vodilja svakog uspješnog poslovanja i sve promjene trebaju biti usmjerene tom cilju. Zato je potrebno znanje koje imaju poznavatelji posla i poslovanja, i znanje tehnologija koje mogu primijeniti druge vrste stručnjaka. Rezultat toga je uspješno preoblikovanje poslovnih procesa i upravljanje radnim tijekom, i konačno uspješna tvrtka. Kad se zna zašto treba primijeniti metodologiju BPR-a, treba još promisliti o pitanjima kao što su:

1. Što se želi preoblikovati?
2. O kakvom poslovanju se radi?
3. Tko će to provesti i raditi?
4. Kojim sredstvima to učiniti?
5. Koje alate, aplikacije, programske ili informacijske sustave koristiti?

Pritom je važno naglasiti četiri glavna pogleda na svaki poslovni sustav:

- Prvo, to je podatkovni ili informacijski pogled: koje su to bitne informacije? Npr. o kupcima, dobavljačima, uslugama ili robi.
- Drugo, to je funkcijski pogled: koje funkcije se tu obavljaju? Npr. provjeravanje kreditne sposobnosti, stanje računa, stanje zaliha, izdavanje faktura ili rješavanje pritužbi.
- Treće, to je organizacijski pogled: koji odjel obavlja koji posao? Radi li se o trorazinskom ili peterorazinskom odlučivanju? Radi li jedna osoba samo jednu vrstu posla ili čitav niz poslova nekog radnog postupka ili tijeka?
- Četvrto, to je nadzorni pogled: veze između podataka funkcija i organizacije.

## 2.3. Koncepti razvoja BPR-a

Koncepte razvoja BPR-a dijeli se na :

***Koncepti prve generacije reinženjeringa:***
Principi na kojima se osnivao BPR u razdoblju od 1988- 1993. godine bili su sljedeći:
1. Optimizacija procesnih performansi,
2. Svijest o interakciji ljudi, procesa i informacijske tehnologije,
3. Inovativno i originalno traženje rješenja.

***Koncept druge generacije reinženjeringa:***
Druga generacija reinženjeringa zasniva se na konceptima:
1. *Novi cilj reinženjeringa*: umjesto orijentacije na usavršavanje lanaca procesa usmjerenih na kupce, napori se usmjeravaju na opću optimizaciju,
2. *Prostor traženja rješenja je proširen*: umjesto reinženjeringa jednostavnih procesa, reinženjeringom se tretiraju kompleksni, suštinski bitni procesi,
3. *Objektna orijentacija softverskih alata i metoda*: jezici četvrte generacije, jezici objektno dokumentne orijentacije i slično.

Druga generacija reinženjeringa traži načine optimizacije četiri osnovne grupe procesa:
1. Procese tehničke prirode,
2. Socijalne procese,
3. Inovacijske procese,
4. Procese integracije tehničkih, socijalnih i inovacijskih procesa.

## 2.4. Ciljevi i karakteristike BPR-a

Prije nego što se pristupi bilo kojem poslu, potrebno je definirati ciljeve. Ciljevi su opći ili posebni. Opći ciljevi organizacije/poduzeća su:

- opstanak,
- razvoj,
- brzo prilagođavanje kupcima i dobavljačima,
- konkurentnost i motiviranost,
- na kraju, ali i na početku odgovarajući kvaliteta proizvoda ili usluge namijenjene korisniku.

Reinženjering čini drastične promjene u povećanju kvaliteta i smanjenju troškova, smanjuje i vrijeme izvršenja procesa, poboljšava unutrašnje i vanjske odnose, eliminira nepotrebne aktivnosti, omogućava ugodnu atmosferu za rad i definira široku odgovornost zaposlenih.

Reinženjering nije popravljanje postojećeg nego kompletna promjena postojećega. Traži promjenu razmišljanja u smislu što i kako će se ubuduće raditi i što očekujemo da nam bude izlazni rezultat. Takav smjer rezultira dramatičnim unaprjeđenjem kritičkih performansi u odnosu na konkurenciju a vezano je za cijenu, kvalitetu i brzinu pojave na tržištu. Treba obratiti pažnju na ključne riječi:

- Temeljno;
- Radikalno;
- Dramatično;
- Proces;

Temeljno je pitanje zašto radimo to što radimo,i zašto na taj način. Ono što ne treba raditi treba potpuno eliminirati ili zamijeniti nečim novim. Radikalno znači promijeniti stvari u korijenu. To je odbacivanje postojećeg, u potrazi za novim. Dramatična promjena je zamjena postojećeg načina novim, a ne unapređenje za nekoliko procenata. Razlog za dramatičnu promjenu može biti problem u kojem se poslovni sistem nalazi, a koji prijeti opstanku, zatim predviđanje menadžera da takav problem dolazi, ili saznanje da se nalazimo na prekretnici. Proces je riječ kojom se ne bave svi menadžeri. Procesom pretvaramo ulaze u izlaze. Da bi se posao uopće mogao efikasno obaviti mi moramo imati proces u usmjereno razmišljanje, razmišljanje na bazi ukupnog procesa za završetak zadatka.

Ukratko, proces reinženjeringa poslovnih procesa u konačnici mijenja skoro sve u svezi poslovanja tvrtke, pa su time i svi čimbenici (ljudi, poslovi, menadžeri, vrijednosti) međusobno povezani. Ti čimbenici nazivaju se „četiri vrha dijamanata poslovnog sustava“, slika 12, *[5]*.




**Slika 12.** *Dijamant poslovnog sustava*

Gornji vrh dijamanta je način na koji se posao obavlja (tvrtkini poslovni procesi); drugi vrh su njezini poslovi i strukture; treći, njezin menadžment i sustav vrednovanja; četvrti, njezina kultura (što njezini radnici cijene kao vrijedno i u što vjeruju).

Reinženjering poslovnih procesa BPR) nije automatiziranje procesa, nije ni primjena novog softvera, kao ni promjena strukture. To je jednostavno ponovno započinjanje iznova, to je dizajniranje nove strukture procesa poslovanja. Filozofija reinženjering poslovnih procesa (BPR) temelji se na:

- ponovni početak;
- promjena razmišljanja;
- pokušaj izvršenja posla na drugi način;
- temeljna promjena pristupa u rješavanju problema;
- dinamičan i kreativan pristup poslu;
- reorganizacija i redizajn poslovnih procesa;
- orijentacija na temeljne poslovne procese;

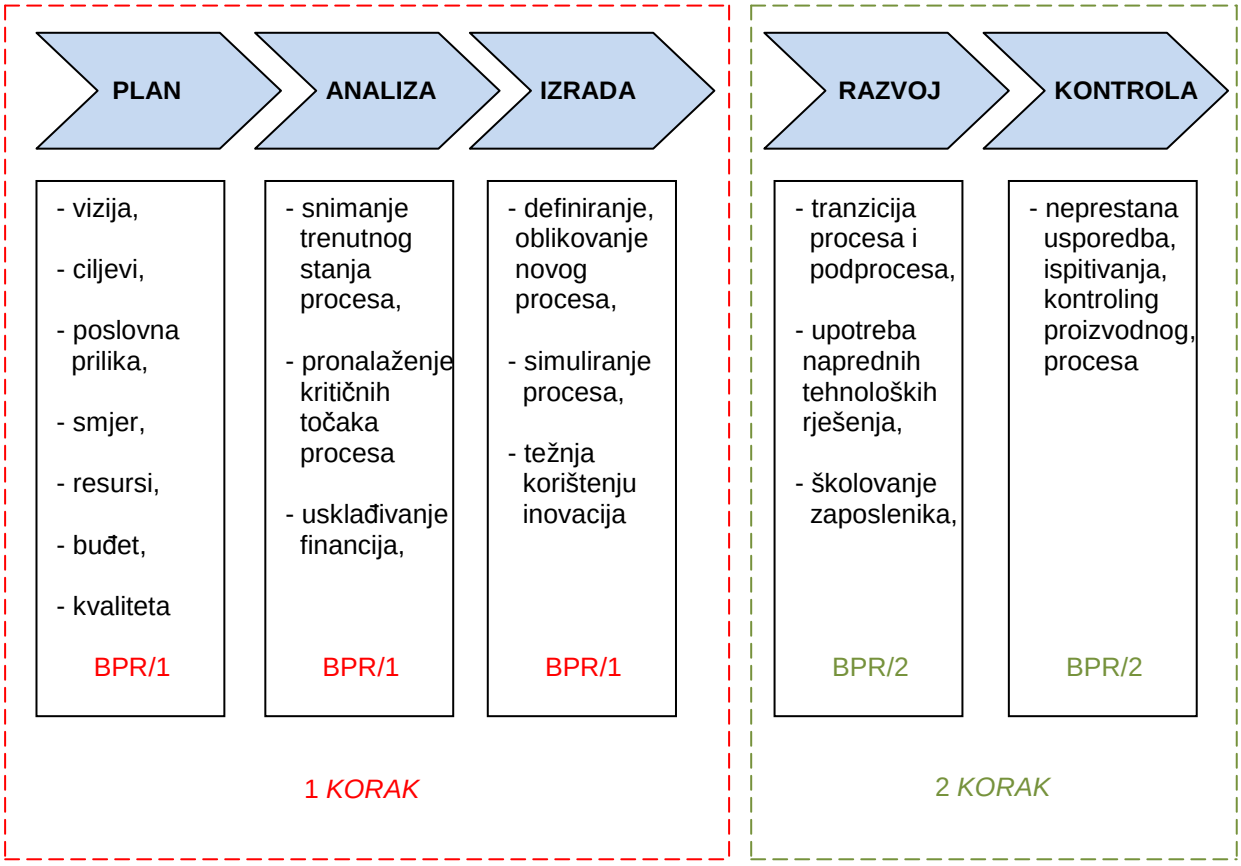
Kreiranje poslovanja poduzeća tako da ono posluje na nov način nije moguće standardizirati, ipak je važno spomenuti da neka pravila postoje:

- više poslova kombinirati u jedan;
- izvršioc treba donositi odluke;
- operacije poredati u prirodni redoslijed;
- eliminirati nepotrebne kontrole;
- funkcionalne odjele pretvoriti u procesne timove;
- radna mjesta kreirati tako da se jednostavni zadaci promijene u miltidimenzionalne;
- uloge ljudi promijeniti od kontroliranih u ovlaštene;
- umjesto obuke za poslove je potrebno obrazovanje;
- mjeriti rezultat umjesto aktivnosti;
- generalni direktori su vođe;

## 2.5. Faze reinženjering poslovnih procesa

Reinženjering poslovnih procesa odvija se u više faza, slika 13. *[5]*:

- pokretanje projekata (plan - 1 *korak*);
- razumijevanje procesa (analiza - 1 *korak*);
- oblikovanje procesa (izrada - 1 *korak*);
- prijelaz na novo rješenje (razvoj - 2 *korak*);
- kontrola procesa (2 *korak*);




**Slika 13.** *Faze reinženjering procesa*

Pokretanje projekata (procesa) govori o važnosti vizije i ciljeva i o tome što se reinženjeringom želi postići. Prvo se treba utvrditi potreba za reinženjeringom i daje se prijedlog provedbe reinženjeringa. Prva faza je jasno definiranje vizije o tome što se njime želi postići. Za uspjeh reinženjeringa potrebno je imati jasnu viziju i ciljeve.

Razumijevanje procesa odnosi se na modeliranje. Radi se usporedbe sa drugim boljim poduzećima i na temelju njihovih iskustava radi se modeliranje potrebno za svoje poduzeće u kome se želi sprovesti proces reinženjeringa. Također, u drugoj fazi vrši se mjerenje organizacijskih sustava tj. radi se usporedba s drugima i to najboljima poduzećima (banchmarking), i njegovo modeliranje. Proces modeliranja vrlo je bitan za reinženjering jer na temelj u modela možemo bolje razumjeti poslovni proces.

Oblikovanje novih procesa provodi se da bismo postigli željeno poboljšanje, potrebno je pristupiti inoviranju poslovnih procesa (zahtjeve iz prve dvije faze, prenijeti u model novih procesa koji će biti učinkovitiji od dosadašnjih). Sva moguća rješenja proizašla iz ove faze treba vrednovati (ocijeniti). Također, potrebno je provoditi simulacije procesa kako bi se vidjeli rezultati oblikovanja procesa.

Prijelazom na nova rješenja ostvaruje se kada je novo rješenje gotovo, kada ga treba još doraditi u detalje i isplanirati proces transformacije starog modela procesa u novi. Nakon toga potrebno je praćenje poslovnih procesa koji su se reinženjeringom redizajnirali.

Kontrola procesa bitna je s gledišta povećanja kvalitete i smanjenja grešaka u proizvodnom procesu. Detaljna kontrola procesa može otkriti sve prednosti i nedostatke procesa, te može dati jasne smjernicu daljnjeg djelovanja i napretka u procesu.

## 2.6. Alati za modeliranje (simulaciju) reinženjering procesa

Simulacijsko modeliranje je proces modeliranja stvarnog sustava i simuliranja ponašanja tog modela na računalu, kako bi se moglo predvidjeti kako će se sustav ponašati u stvarnosti. Modeliranje je proces blisko vezan za način ljudskog razmišljanja i rješavanja problema. Model je pojednostavljeni oblik stvarnog sustava koji sadrži bitne osobine stvarnog sustava, na temelju kojih možemo pretpostavit da će se stvarni sustav ponašati na isti ili sličan način na koji se ponaša i sam model kod simulacije. Simulacijski modeli su modeli dinamičnih sustava, tj. sustava koji se mijenjaju u vremenu. Oni mogu biti od velike koristi u razvoju poslovnih sustava.

Važnost simulacijskog modeliranja za BPR je u tome što nam omogućuje da na temelju simulacije ponašanja modela dobijemo određene informacije na temelju kojih možemo zaključiti kako će se ponašati sustav, tj. organizacija u stvarnosti. Glavna svrha upotrebe simulacijskog modeliranja u preustroju poslovnih sustava je povećanje učinka, kvalitete i produktivnosti poslovnih sustava te smanjenje troškova. Iako proces modeliranja simulacija može biti dosta je nepredvidiv i zahtjevan, metode simulacija se u reinženjeringu najčešće koriste za:

- Prikaz dinamike poslovnih sustava; simuliranje promjena koje se događaju u poduzeću, te uočavanje prepreka na koje se može naići u postojećim poslovnim procesima.-Utjecaj slučajnih varijabli na odvijanje procesa; kako promjene u okolini djeluju na učinkovitost reinženjeringa.
- Predviđanje učinka reinženjeringa preko kvantitativnih parametara; brojčano izražavanje potencijalnih koristi od reinženjeringa,
- Grafički prikaz rezultata simulacije,
- Vizualizaciju i animaciju poslovnih procesa,
- Izradu poslovne dokumentacije.

Simulacije, osim što pružaju pomoć u reinženjeringu poslovnih procesa, igraju važnu ulogu i u procesu donošenja odluka o pokretanju reinženjeringa jer se više mogu promatrati kao alat za razumijevanje nego za rješavanje problema. Simulacijsko modeliranje koristi se za rješavanje slijedećih vrsta problema vezanih uz proces donošenja odluka:

- razumijevanje sustava i čimbenika važnih za sustav,
- oblikovanje sustava i vrednovanje mogućih rješenja,
- analiza uskih grla u sustavu,
- predviđanje budućeg ponašanja sustava,
- trening donositelja odluka.

Prema konceptima alati za modeliranje (simulaciju) mogu se podijeliti na:

- INCOME;
- ARIS;
- Corporate Modeller;
- WebSphere Business Integrator Modeler;

## 2.7. SWOT analiza procesa

Uspjeh SWOT analize ovisi od mnogo čimbenicima, na neke od njih menadžment poduzeća može bitno utjecati, na neke ne. SWOT analiza je alat za analizu situacije u poduzeću ili dijelu poduzeća. Pomoću nje može se utvrdi gdje je poduzeće najjača, tj. koje su joj vrline; odnosno gdje je najslabija i koje su joj mane; koji potencijal ima tj. gdje postoji slobodan prostor za rast i razvitak, te koje joj opasnosti prijete i u kojoj točki je najslabija. Na ovaj način inženjer može bolje razume i svoju okolinu. Podatke koje dobije ovom analizom može koristiti za odluke koje su strateški važne, za oblikovanje misije i vizije poduzeća, utvrđivanje prioritetnih akcija u daljem periodu i slično.

SWOT analiza je uvijek dobro da radi više ljudi iz poduzeća/sektora za koji se radi analiza i za nju treba izdvojiti dovoljno vremena, jer analiza zahtjeva razmišljanje i više ljudi će obično biti pametniji od jednog. Također, neophodno je da inženjer u ovoj analizi bude uvijek objektivan - nemoguće je da bilo koja firma nema mane ili opasnosti na koje treba obratiti pažnju.

SWOT analizu predstavljaju engleske riječi:

- **S** - snaga (eng. *Strengths*) - U zavisnosti od polja koja su podvrgnuta analizi, označava snagu i potencijal tog polja. Na primjer, ako se SWOT analiza radi za odjel marketinga, ovdje se unose karakteristike tog odjela u kojima je ono jako, stabilno i stavke koje ono radi dobro. Generalno gledano, ovo polje se odnosi na sve ono u čemu je odjel (kompanija) dobar i sve ono što radi dobro. Ovom stavkom se ukazuje na prednosti koje postoje u odnosu na druge ili na konkurenciju. Podaci koji se dobiju pomoći će odjelu (kompaniji) samo ako su izvršioci realni i ako teže da ostanu realni. Inženjer bi trebalo da se stavi u poziciju kupca ili nekog klijenta, jer će mu to biti od pomoći.

- **W** - slabosti (eng. *Weaknesses*) - Ove karakteristike mogu ukazati na sve ono što se ne radi dobro, na lošu produktivnost, loš timski rad ili bilo koji drugi aspekt posla koji nije u rangu prihvatljivog. Upozorenje da se bude realan i ovdje važi, kao i prednosti koje se mogu dobiti postavljajući se iz ugla partnera, klijenta ili suradnika. Treba izbjegavati situacije "*nije tako strašno*", a zapravo je. Treba popisati greške i treba ih pretvoriti u planove na kojima će inženjeri raditi i postepeno smanjivati njihov broj (ispravljajući ih).

- **O** - prilike (eng. *Opportunities*) - Analiza faktora (okoline) može ukazati na postojanje novih prilika za rast i ostvarivanje profita poduzeća. To može da bude bilo što, povoljna situacija na tržištu, novi proizvod, naprednija tehnologija, pa čak i neki novi radnik koji može da pokrene stvari. Treba obraćati pažnju na svoju okolinu, na svoju konkurenciju jer i na tuđim greškama se uči, a to je, svakako, doba prilika da greške manje koštaju.

- **T** - prijetnje (eng. *Threats*) - Promjene u eksternoj okolini mogu predstavljati i prijetnju za rast i razvoj poduzeća, te njegov opstanak na tržištu. Prijetnja, također, mogu biti razne - ulazak nove konkurencije, ukidanje donacije za vrstu projekta koji se radi, donošenje nepovoljnih zakona, ekonomska kriza u zemlji i drugo.

Analize snaga (S) i slabosti (W) predstavljaju internu (unutrašnju) analizu poduzeća, dok analiza prilika (O) i prijetnji (T) predstavlja eksternu (vanjsku) analizu, tj. analizu okoline u kojoj poduzeće djeluje, tablica 4 *[6]*.

**Tablica 4.** Prikaz *SWOT analize*

| **UNUTRAŠNJI ČIMBENICI** | |
|---|---|
| **SNAGA** | **SLABOST** |
| **VANJSKI ČIMBENICI** | |
| **PRILIKE** | **PRIJETNJE** |

Radeći SWOT analizu poduzeća treba stalno imati na umu kako se (i da li se) određene slabosti poduzeća ili prijetnje iz okoline mogu pretvoriti u snagu ili prilike koje ono može iskoristiti za postizanje konkurentske prednosti na tržištu.
Izrada SWOT analize samo jednim djelom predstavlja sagledavanje činjenice, dok se drugim djelom svodi na procjenjivanje trenutne i buduće situacije u kojoj se poslovni sistem nalazi ili može naći.

SWOT metodom također može se doći i do nekih od mogućih povoljnih i nepovoljnih uvjeta (zaključaka) u kojima se poslovni sistem može naći:

- **Snaga:** veliko poduzeće, dobar imidž, dobri kadrovi, iskustvo, stručnost, tržišno liderstvo, dobri ostali resursi - tehnički, financijski, marketinški, proizvodna fleksibilnost, niski troškovi, inovativnost itd.

- **Prilika:** otvaranje novih tržišta, povećanje tržišnog učešća, uvođenje novih proizvoda, rast tražnje, interes inostranih partnera itd.

- **Slabosti:** nepoznavanje suvremenih metoda menadžmenta, loš imidž na tržištu, mnogo zaposlenih bez iskustva, nedostatak financijskih sredstava, loši tehnički resursi, nedovoljna fleksibilnost, mali asortiman proizvoda, visoki troškovi itd.

- **Prijetnje:** jačanje snage konkurenata, restriktivna politika države, visoke kamatne stope, jaka pregovaračka pozicija kupaca ili dobavljača, uvoz po niskim cijenama itd.

## 2.8. Realizacija procesa primjenom reinženjering metode

Uspjeti se može postići čvrstom voljom svih zaposlenika poduzeća, primjenjujući metode unaprijeđenja koje su poznate. Klijent je na prvom mjestu, čitav rad treba biti usmjeren na klijenta jer sam cilj reinžinjeringa je zadovoljenje potrebe klijenta za proizvodima i uslugama. Realizacija očekuje:

- da se radi brzo i precizno - prije nego reinžinjering naiđe na otpor;
- tolerirati rizik - tko ne riskira, ne profitira;
- prihvatiti nesavršenost - upuštanjem u nepoznato činimo pogreške i učimo na njima;
- ne treba prestati prerano - čim dođe do prvih rezultata ili poteškoća, upornost i strpljenje su bitni da bi se vidjeli rezultati.

Statistički rezultati mjerljivih parametara proizvodnje nekih kompanija/poduzeća u kojima se provodio reinženjering iskazani su u slijedećoj tablici:

**Tablica 5.** *Prikaz rezultata nakon provedbe reinženjering metoda*

| CILJEVI DJELOVANJA ***BPR METODE*** | REZULTATI [%] |
|---|---|
| Unapređenje kvaliteta | 84% |
| Brža pojava proizvoda | 75% |
| Unaprjeđena komunikacija | 61% |
| Troškovi razvoja smanjeni | 54% |
| Smanjenje reklamacija | 48% |
| Povećanje profita | 35% |

Ovakvi rezultati, tablica 5 *[5]*, su postignuti i zbog prelaska poduzeća na informacijske tehnologije gdje postoji mogućnost učinkovitijeg praćenja i pravovremenog djelovanja na proces.

Za reinženjering ne postoje pisana pravila nego se on provodi na temelju iskustava drugih poduzeća, ali je potrebno pronaći vlastita rješenja za promjenu trenutačnog stanja. Iskustva drugih se uzimaju samo kao primjer.

Također, treba naglasiti da prikazani rezultati u tablici 5 informativnog karaktera.

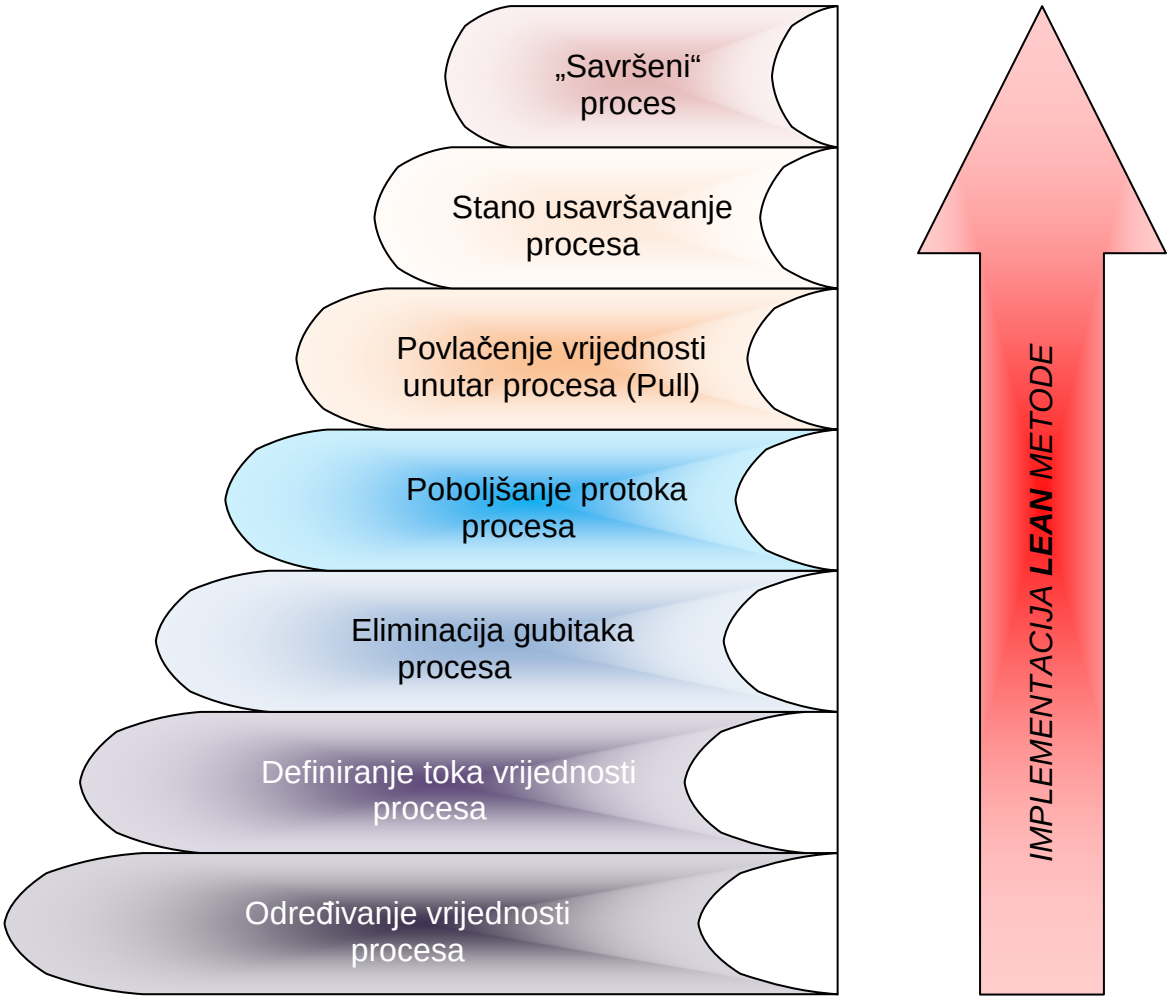
# 3. LEAN METODA

## 3.1. Lean metoda proizvodnih procesa

Lean metoda je proizvodna filozofija koja kada je implementirana u proizvodni proces skraćuje vrijeme od narudžbe kupca do isporuke gotovog proizvoda, eliminirajući sve izvore rasipanja (waste) u proizvodnom procesu.

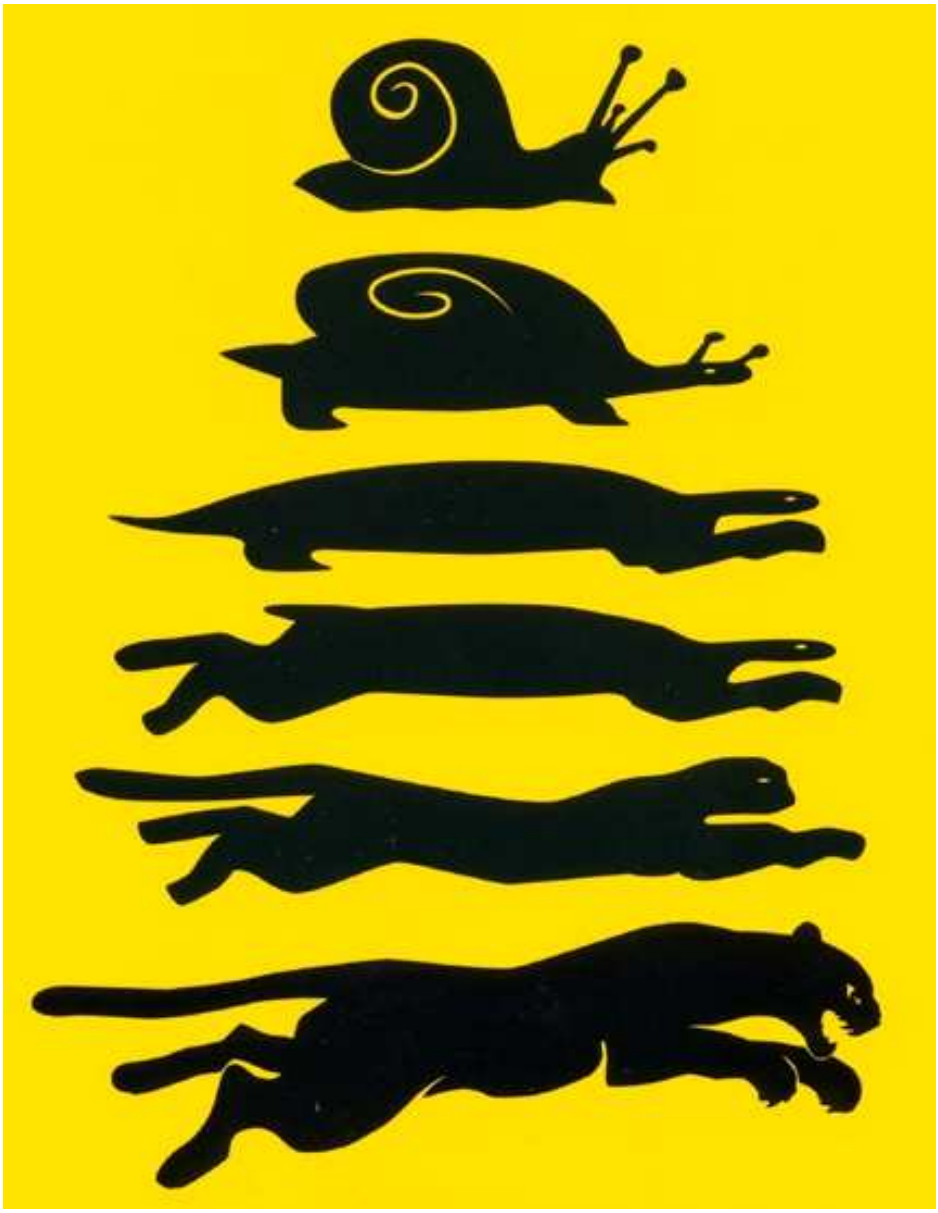
Stoga, Lean metodu definiramo kao sustavni pristup identificiranju i uklanjanju gubitaka u proizvodnom procesu kroz kontinuirano poboljšanje, unapređenje protočnost proizvodnje, te snažnom usmjerenošću na kvalitetu proizvoda, te potrebe (zahtjeve) i želje kupaca/klijenata.

Za postizanjem navedenog *savršenstva* proizvoda pomoću Lean metode, potrebno je metodu primijeniti na cijeli proizvodni proces, odnosno na čitavo poduzeće/organizaciju. Primjena i implementacija Lean metode u proizvodnom procesu moraju ići stupnjevito i smisleno, korak po korak, pri čemu svaki novi korak nadopunjava i poboljšava prethodni, slika 14.




**Slika 14.** *Stupnjevita implementacije Lean metoda*

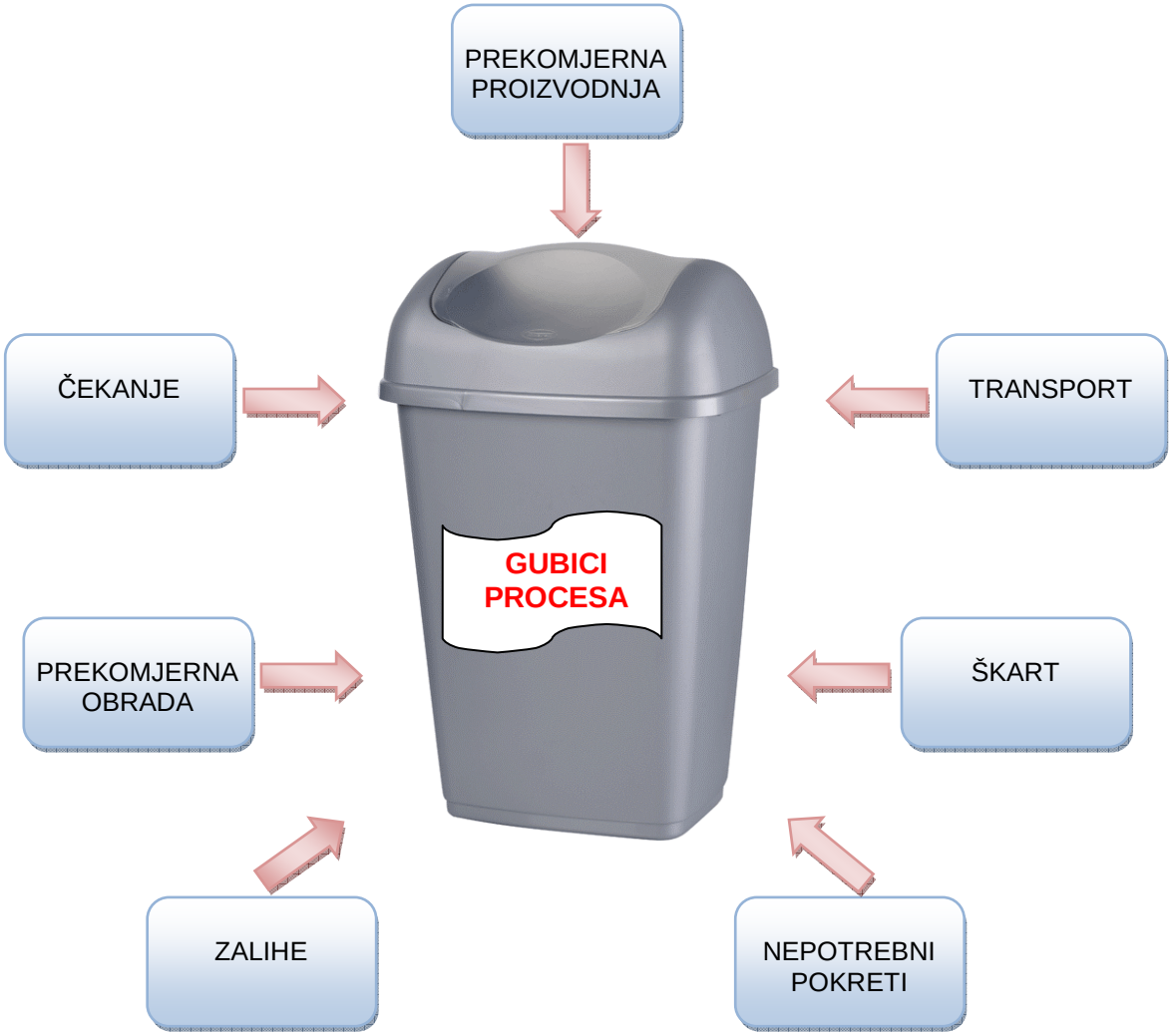
Da bi se postigla odgovarajuća učinkovitosti proizvodnih procesa pomoću Lean metode potrebno je sustavno unapređivati postojeći proizvodni proces, svakodnevno dorađivanje i usavršavanje. Iz takvog načina rada proizlazi da se proizvodni proces svakodnevno poboljšava i transformira, te svakim danom postaje sve učinkovitiji, savršeniji i napredniji. Nekad spori i neučinkoviti proizvodni proces primjenom i implementacijom Lean metode može postati napredan, inovativan i konkurentan čimbenik koji je spreman za oštru borbu na tržištu, slika 15.
Svaki smisleni proizvodni proces implementacijom Lean metode može se poboljšati i unaprijediti do takve razine da bude uvijek korak dva ispred konkurencije.



**Slika 15.** *Slikoviti prikaz transformacija procesa primjenom Lean metode*

## 3.2. Usmjerenost Lean metode na eliminaciju gubitaka u procesu

Primjenom Lean metoda eliminacija gubitaka u procesu proizvodnje odnosi se na tendenciju smanjivanja sedam vrsta gubitaka (rasipanja), slika 16:




**Slika 16.** *Prikaz gubitaka/rasipanja u procesu proizvodnje*

Gubici/rasipanja u procesu proizvodnje prikazani na slici 16. u nastavku rada detaljnije se opisuju, kako bi se mogli što prije zapaziti, eliminirati odnosno svesti na najmanju moguću mjeru u svakom procesa primjenom Lean metode (principa).

1. **Prekomjerna proizvodnja:**
   - stvaranje proizvoda koji se ne mogu plasirati na tržištu,
   - izvođenje operacija koje nisu neophodne,
   - stvaranje dokumentacije koju nitko ne zahtijeva ili koja uopće neće kasnije koristiti,
   - loše predviđanje (procjena) prodaje, tj. zahtijeva tržišta,
   - slanje uputa prema previše ljudi (ili obratno);

2. **Transport:**
   - nepotrebno kretanje materijala između operacija ili skladišnih površina,
   - neučinkovit transport informacija,
   - neuspješna komunikacija: gubitak podataka, nekompatibilnost, nepouzdanost informacija;

3. **Čekanje:**
   - vrijeme čekanja materijala između operacija,
   - čekanje radnika (loše planiranje proizvodnje).
   - čekanje na podatke, rezultate testova, informacije, odluke, i sl.
   - čekanje na isporuku (npr. kasni sirovina i sl.);

4. **Prekomjerna obrada:**
   - predimenzionirani strojevi, kriva ili nepotrebna tehnološka oprema, pripremno-završno vrijeme, čišćenje između obrade,
   - loš dizajn (konstrukcija) proizvoda, koja zahtijeva previše koraka obrade (kompleksan proizvod);

5. **Zalihe:**
   - visoke zalihe povezane su sa prekomjernom proizvodnjom,
   - nepotrebne zalihe su „zamrznuti kapital“ u skladištima;

6. **Nepotrebni pokreti:**
   - loš raspored strojeva - nepotrebno gibanje radnika ili sirovine,
   - loša ergonomija radnog mjesta,
   - ljudi se moraju micati kako bi došli do informacija,
   - ručni rad kako bi se kompenzirali neki nedostaci u procesu proizvodnje;

7. **Škart:**
   - prekid toka proizvodnje zbog grešaka,
   - nepotrebni troškovi za analizu i otklanjanje,
   - nepotpune, netočne, nepravodobne informacije;

## 3.3. Lean razmišljanje (Lean Thinking)

Lean razmišljanje temelji se na promjeni u psihologiji razmišljanja i pristupa prema organizaciji proizvodnih procesa uz neprestano povećanje kvalitete i tendencije smanjenja cijene proizvodnje (troškova), a sve u cilju zadovoljstva kupca/klijenta. Usmjerenost promjena odnosi se na neprestano poboljšavanje i unapređenje temeljnih stupova Lean razmišljanja, slika 17 *[7]*.




**Slika 17.** *Temelji Lean razmišljanja*

Slikovito rečeno, temelj implementacije Lean razmišljanje (eliminacija gubitaka, podrška menadžmentu, timski rad, balansiranje, …) počiva na dva stupa (poboljšavanje i unapređenje), koja podupiru povećanje kvalitete proizvoda/usluge, sniženje troškova proizvodnje/usluge te skraćivanje vremena isporuke, s jasnom vizijom izrade čvrstog i usmjerenog odnosa prema kupcu/klijentu u pogledu obostranog zadovoljstva.

## 3.4. Lean principi

Prvi i osnovni princip Lean-a je **„*vrijednost i gubitak*“** (eng. value&waste). Iz navedene činjenice proizlazi da je glavni cilj Lean menadžment-a uklanjanje gubitaka i rasipanja u procesu, slika 18 *[7]*.




**Slika 18.** *Lean principi*

Glavni principi (polazne točke) za uklanjanje gubitaka i rasipanja su:

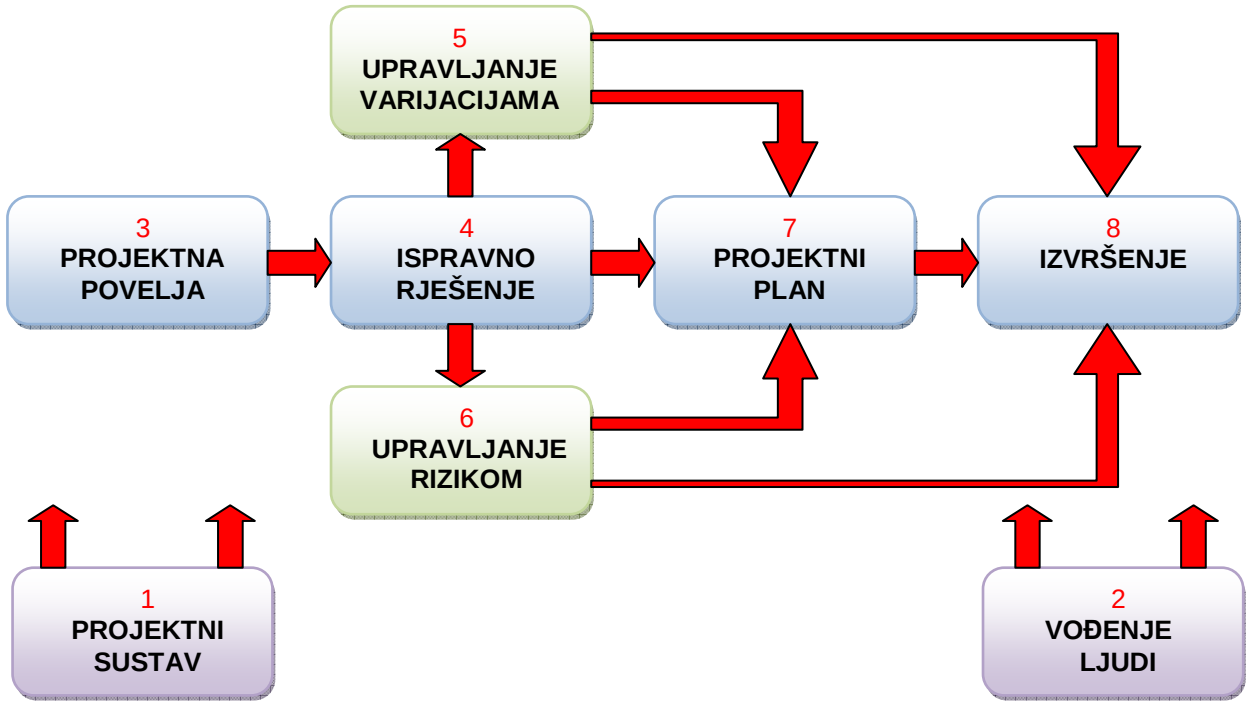
1. identificirati vrijednost za kupca,
2. analizirati tok vrijednosti,
3. održavati tok,
4. povlačiti proizvod ili uslugu kroz sustav,
5. težiti ka perfekciji.

## 3.5. Lean projekt menadžment

Lean projekt menadžment je proces kojim se osigurava tok izvršavanja zadataka na projektu po pravilu „***učini više s manje***“ (eng. “*to do more with less*”) kako bi se klijentu osigurao proizvod u dogovoreno vrijeme i prema dogovorenoj cijeni. Na projektu treba stalno raditi na eliminiranju ili smanjenju gubitaka kako bi se osiguralo kontinuirano izvršavanje planiranih aktivnosti. Da bi projekt bio uspješan potrebno je:

- identificirati i eliminirati gubitke na projektu,
- osnažiti proces učenja na projektu
  (povratne informacije, iteracije, sinkronizacija, ... itd. ),
- donositi prave odluke u pravo vrijeme,
- brza doprema resursa,
- osnažiti i opunomoćiti projektni tim,
- izgradnja integriteta,
- vidjeti cjelinu.

Lean projekt menadžment može se slikovito prikazati pomoću osam Lean projekt menadžment principa (LPM principe), slika 19.

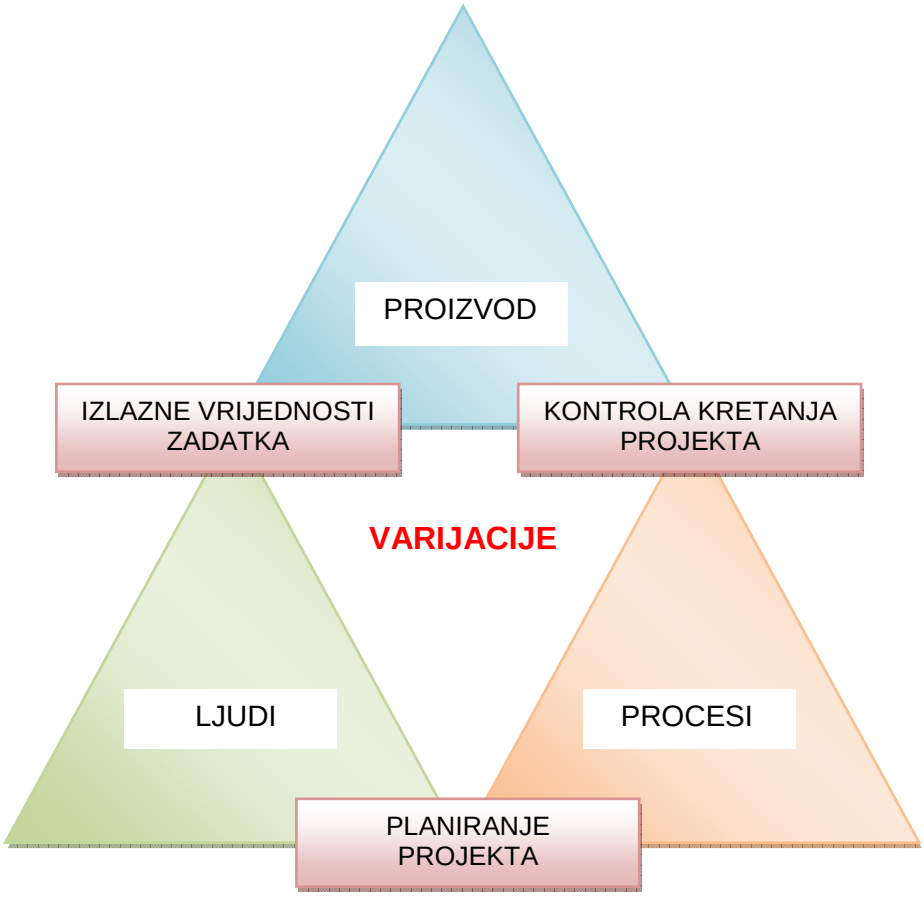



**Slika 19.** *Lean projekt menadžment: osam principa*

U nastavku opisati ćemo osnovne karakteristike Lean projekt menadžment principa (LPM principi).

1. **LPM princip:** Sustav za realizaciju projekta:

Sustav za realizaciju projekta postavlja ljude da koriste procese kako bi stvorili rezultati, odnosno proizvod/usluga. Sustav za realizaciju projekta se sastoji od ljudi, procesa i proizvoda koji je rezultat realizacije projekta. Varijacija (odstupanje) je središnji dio procesa, slika 20.




**Slika 20.** *Prikaz sustava za realizaciju projekta*

Lean projekt manadžment naglašava da se svaki projekt isplati raditi ukoliko se radi brzo. Ako projekt traje duže od planiranog, to znači da će troškovi biti viši od planiranih. Rezultati svakog projekta (proizvod, usluga) imaju svoj vijek trajanja, pa ako projekt traje duže od planiranog rezultat projekta neće više donositi isti očekivani prihod (zastarijevanje, novi proizvod na tržištu, i sl.)

2. **LPM princip:** Vođenje ljudi:

Voditelj projekta mora biti sposoban osigurati da svi sudionici aktivno podupiru projekt tijekom njegove realizacije. Uspješan voditelj projekta vodi sudionike projekta kroz predviđene faze projekta, i pomaže riješiti neočekivane probleme i konflikte na način da se postigne win-win situacija.

3. **LPM princip:** Definiranja projekta

Faza definiranja projekta je najbolje vrijeme za postavljanje efikasnog procesa, identificiranje i rješavanje mogućih problema i pitanja koji će se pojaviti tijekom projekta. Definiranje (opis) projekta je početak planiranja i provođenja uspješnog Lean projekta. Definiranje projekta je prvo što voditelj projekta treba uraditi. Definiranjem projekta svi sudionici u projektu bi trebali razumjeti svrhu projekta. Definirani projekt je dokument koji formalno ovlašćuje projektni tim da pripremi projektni plan.

4. **LPM princip:** Ispravno rješenje

Razumjeti potrebe sudionika na projektu kako bi se postigao uspjeh projekta. Prevođenje tih potreba u ciljeve i dodjeljivanje odgovornosti. Ovaj princip je način kako izbjeći osmu vrstu gubitka: proizvod koji ne udovoljava potrebama kupca. Pogrešno, rješenje projekta je najgori oblik gubitka.

5. **LPM princip:** Upravljanje varijacijama

Upravljanje varijacijama zahtijeva njihovo razumijevanje i postavljanje odgovarajućih regulacijskih mjera za njihovo sprečavanje. *Varijacija je dobivanje različitih rezultata ponavljajući iste procese na isti način.*

6. **LPM princip:** Upravljanje rizicima

Upravljanje rizicima na projektu razvija postupke kako bi se smanjila vjerojatnost i potencijalne nepoželjne posljedice rizika projekta. Upravljanje rizicima obuhvaća:

a) Identificiranje i planiranje rizika
b) analizu rizika
c) smanjenje rizika

Definicija rizika: *"neizvjestan događaj ili stanje koje, ako se dogodi ima negativan učinak na projekt (njegov cilj i svrhu)".*
Upravljanje rizicima je korisno koliko su korisne i aktivnosti koje se poduzimaju za sprečavanje i kontrolu pojave potencijalnih utjecaja rizika a koji su prethodno identificirani.
Upravljanje rizicima pomoću osnovnih koraka:

1. Planiranje menadžmenta rizika
2. Identificiranje rizika
3. Kvalitativna analiza rizika
4. Kvantitativna analiza rizika
5. Planiranje odgovora na pojavu potencijalnih rizika
6. Praćenje i kontrola rizika

7. **LPM princip:** Projektni plan

Projektni plan pruža svim sudionicima u projektu "vodič" za uspjeh projekta. Projektni plan sadrži opis projekta te procesa za postizanje rezultata tj. realizaciju projekta. Ključni element projektnog plana jesu raspored (vremenski plan) i nadzor (kontrola) tog rasporeda. Projektni plan treba sadržavati:

- nužne i dovoljne procedure za provedbu projekta,
- procedure za komunikaciju, kontrolu i praćene projekta.

8. **LPM princip:** Izvedba

Osmi princip podrazumijeva:

a) Izvođenje zadataka projekta slijedi principe slijednosti:
   - početi čim je input dostupan,
   - raditi sa 100% kapaciteta na jednom zadatku u isto vrijeme,
   - proslijediti čim prije rezultate kad je zadatak izvršen.

b) Osigurati informacije o statusu zadatka što uključuje procjenu o preostalom trajanju zadatka

## 3.6. Prednosti primjene Lean metode

Prednosti primjene Lean metode može se prikazati pomoću konkretnih rezultata u obliku postotka, tablica 6. *[8]*. Prikazani rezultati su informativnog karaktera i ne mogu se generalno primijeniti na sve proizvodne procese. Važnost takvog načina prikazivanje je pozitivno (poželjno) odstupanja mjerljivih parametara proizvodnog procesa, klasičnog (tradicionalnog) proizvodnog procesa u odnosu na proizvodni proces uređen prema Lean metodi.

**Tablica 6.** *Prikaz rezultata nakon provedbe LEAN metode*

| **CILJEVI DJELOVANJA *LEAN METODE*** | **REZULTATI** [%] |
|---|---|
| Smanjenje gubitaka (waste) | 80% |
| Smanjenje troškova proizvodnje | 50% |
| Smanjivanje trajanja proizvodnog ciklusa | 50% |
| Smanjenje rada | 50% |
| Povećanje propusnosti | 50% |
| Smanjenje rasipanja u proizvodnji | 80% |
| Povećanje proizvodnih kapaciteta u postojećim objektima | 50% |

Prednost primjene Lean metode u odnosu na druge proizvodne procese može se točnije i kvalitetnije prikazati na temelju usporedne parametara koji utječu na konačne rezultata uspješnosti proizvodnih procesa. Najčešći parametri koji se uzimaju za usporedbu su: raspored, zalihe, vrijeme izrade, veličina serije proizvodnje, škart, izgled, važnost kontrole, fleksibilnost i sl., vidi tablicu 6.

Učinkovitost Lean metode može se prikazati i usporedbom osnovnih mjerljivih elemenata procesa. Takva usporedba ne daje brojčane vrijednosti, već slikovitu predodžbu mjerljivih elemenata procesa. Osnovni proces se poboljšava, usavršava primjenom Lean metoda, te postaje unaprijeđeni i učinkovitiji proces. Razlika između ta dva procesa prikazana je pomoću tablice 7.

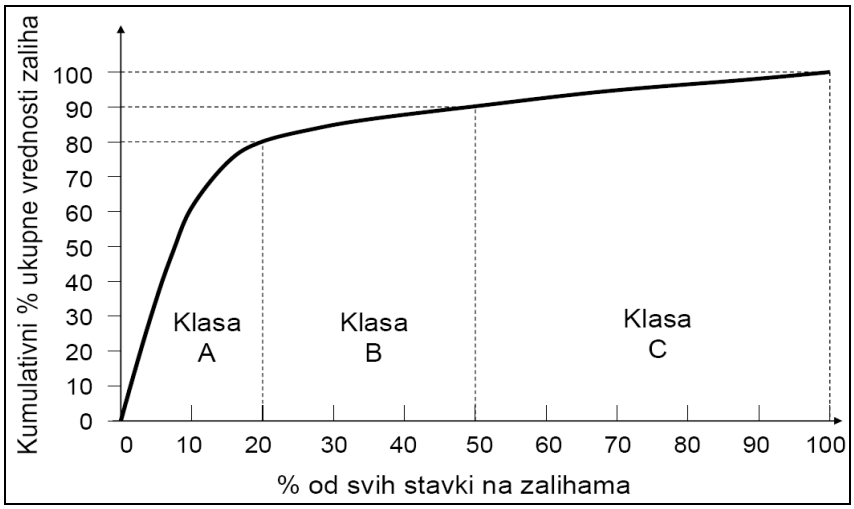
**Tablica 7.** *Usporedba tradicionalnog i LEAN procesa*

| PARAMETRI PROCESA | ***TRADICIONALNI* PROCES** | ***LEAN* PROCES** |
|---|---|---|
| raspored | guranje (push) | kupac naručuje (pull) |
| zalihe | visoke | niske |
| rokovi | dugi | kratki |
| protočnost | niska | vrlo visoka |
| kontrola | 30 % proizvoda | 99 % proizvoda |
| škart | visoki (%) | niski (%) |
| produktivnost | niska | vrlo visoka |
| ulaganje | niska | visoka |
| fleksibilnost | niska | visoka |
| troškovi | visoki i nepredvidivi | kontinuirani i uravnoteženi |

# 4. PLANIRANJA I STRATEGIJE UPRAVLJANJA ZALIHAMA

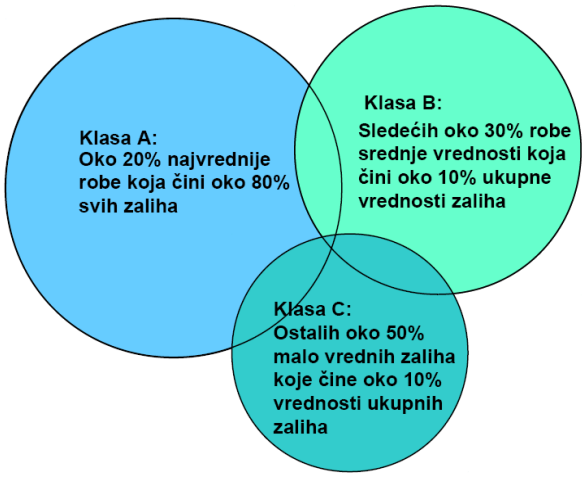
## 4.1. ABC model upravljanja zalihama

Ovim modelom roba/materijala/sirovina se klasificiraju u tri kategorije, slika 21. i 22., *[12]*. U kategoriju **A** svrstavaju se proizvodi visoke vrijednosti, koji u pravilu sudjeluju s oko 80 % u vrijednosti godišnjeg prometa, a odnose se na 20 % ukupnih zaliha. Proizvodi u klasi **B** sudjeluju sa 10 %, a klasa **C** obuhvaća proizvode male vrijednosti, koji ne sudjeluju s više od 10 % u vrijednosti godišnjeg prometa.




**Slika 21.** *Grafički prikaz ABC modela upravljanja zalihama*

Budući da proizvodi iz grupe **A** nose većinu vrijednosti, preporučuje se češće preispitivanje strategije njihovih zaliha (npr. tjedno). Nešto rjeđe se ispituje strategija prema grupi **B**. Konačno, ovisno o vrijednosti robe, poduzeće se odlučuje ne skladištiti proizvode iz klase **C**, ako se radi o maloj potražnji za skupim proizvodima ili skladištiti relativno visoku količinu proizvoda klase **C**, ako je riječ o velikoj količini izrazito jeftinih artikala.



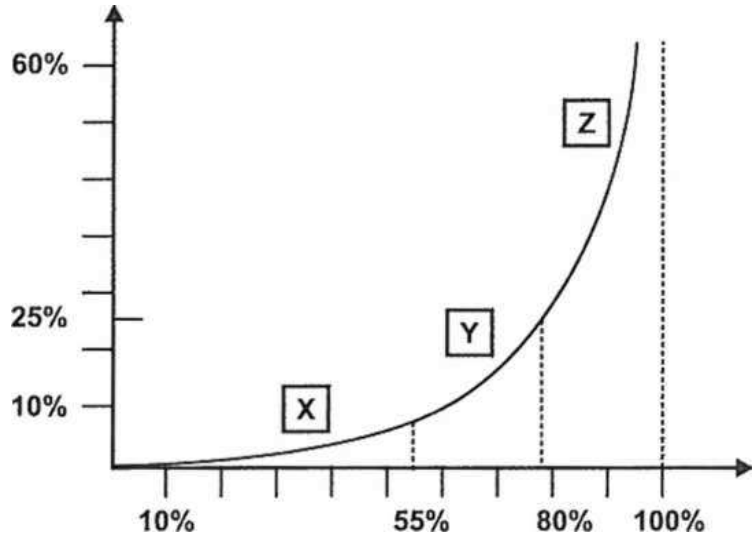

**Slika 22.** *Klasifikacija zaliha kod ABC modela upravljanja zalihama*

## 4.2. XYZ model upravljanja zalihama

U XYZ analizi materijale se klasificira u tri skupine prema kontinuitetu potrošnje/potreba i sigurnosti prognoze potrošnje. U skupinu X ulaze materijali koji se kontinuirano troše ili se u njihovoj potrošnji javljaju manja kolebanja (do 10%) pa se postiže velika točnost prognoze potrošnje. U skupinu Y ulaze materijali koji se troše diskontinuirano. Kolebanja potrošnje u pojedinim vremenskim razdobljima (npr. u pojedinim mjesecima tijekom godine) su do 25%. Zbog toga je moguće postići samo srednju točnost prognoze potrošnje. U skupinu Z ulaze materijali koji se povremeno troše uz velike otklone u količini potrošnje (preko 25%) pa se gotovo ne može spoznati trend potrošnje. Za takve se materijale postiže malena točnost prognoze potrošnje.
U postupku provedbe XYZ analize prvo je potrebno istražiti koeficijent varijacije potrošnje (V) pojedinih materijala. Granice pojedinih skupina možemo izraziti simbolički:

X: V [0% | 10%]
Y: V [10%| 25%]
Z: V [25%| ∞ ]

Zatim se provede sortiranje materijala prema rastućim koeficijentima varijacije potrošnje, a potom razvrstavanje u skupine X; Y i Z, slika 23. *[11].*




**Slika 23.** *Grafički prikaz XYZ modela upravljanja zalihama*

Za potrebe razvrstavanja treba definirati što se smatra i na koji se način utvrđuje da li se neki materijal troši kontinuirano, diskontinuirano ili povremeno. Svaki je slučaj specifičan pa treba na temelju konkretnih uvjeta odrediti granice načina potrošnje pojedinih materijala.
Istraživanja u praksi su pokazala da u skupinu X ulazi oko 50% vrsta materijala, u skupinu Y oko 20%, a u skupinu Z oko 30% od ukupnog broja vrsta materijala.
Za skupinu materijala X preporučljiva je opskrba s vlastitih zaliha, dok je za materijale skupine Z ekonomičnija pojedinačna opskrba.

## 4.3. Strategija upravljanja zalihama materijala i opreme

Potrebno je prepoznati najvažnije čimbenike koji utječu na strategiju upravljanja zalihama, a ti najvažniji čimbenici su:

- *prvi i najvažniji je potražnja*. Ona može biti unaprijed poznata ili nepoznata. U ovom drugom slučaju, mogu se primijeniti tehnike predviđanja buduće potražnje (temeljene, između ostalog, na podatcima o dosadašnjoj potražnji). Na osnovi njih, mogu se procijeniti vjerojatnosti različitih veličina buduće potražnje.
- *vrijeme nadopunjavanja zaliha*. Ovo vrijeme može biti poznato u trenutku slanja narudžbe ili može sadržavati dozu nepouzdanosti.
- *broj različitih proizvoda koji se čuvaju u skladištu*.
- *dužina razdoblja za koje se postavlja strategija planiranja zaliha*.
- *troškovi, koji uključuju troškove narudžbe i troškove skladištenja*.
    a) troškove narudžbe obično čine cijena proizvoda i dobave.
    b) u troškove čuvanja zaliha se ubrajaju:
        - porezi i osiguranje,
        - troškovi održavanja,
        - gubitak vrijednosti robe zbog stanja na tržištu,
        - kamata na sredstva uložena u robu.

- *zahtijevana razina usluge prema kupcu*. U slučajevima nesigurne potražnje često je nemoguće osigurati stopostotnu raspoloživost robe, te je potrebno odrediti prihvatljivu razinu raspoloživosti.

Strategija upravljanja zalihama može se prikazati pomoću sheme na slici 24., *[5]*




**Slika 24.** *Shematski prikaz strategija upravljanja zalihama*

Prilikom izrade strategije upravljanja zalihama također treba voditi računa i o strategiji nabave. Strategija nabave treba odgovoriti na pitanja kada i koliko nabaviti, da bismo zalihe pravodobno dopunili i istodobno postigli optimalne troškove nabave.

Odgovori na ta pitanja razlikuju se prema tome:

- ispitujemo li stanje zaliha predmeta rada nakon svakog izlaza ili u fiksnim vremenskim razmacima;
- jesu li količine nabave fiksne ili varijabilne;
- kakvi su vremenski ciklusi isporuke predmeta rada, fiksni ili varijabilni.

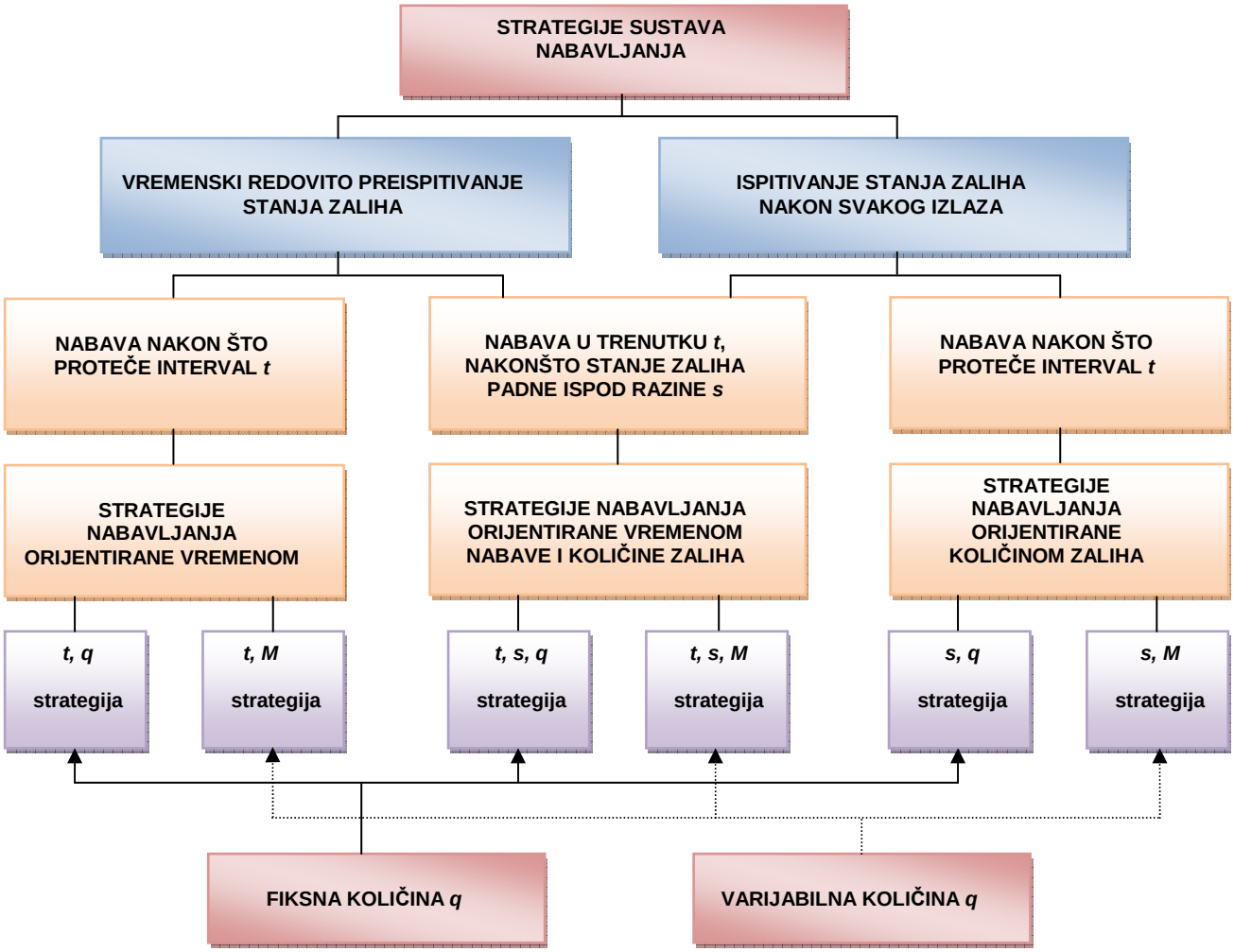
Dakako, da se odgovori razlikuju s obzirom na vrste i obilježja predmeta rada, ali se u svakom slučaju nastoji osigurati pravodobnu i povoljnu opskrbu korisnika. Modele strategije zaliha/nabavljanja, slika 25., *[12.]* možemo objasniti na temelju kombinacije četiriju varijabla (**t, q, s i M**) o kojima ovise količine i rokovi nabave:

**t** = ciklus nabavljanja, tj. vrijeme koje prođe od jedne do dinge isporuke predmeta rada. To je vremenski ciklus u kojem treba preispitivati stanje zaliha;

**q** = količina nabave; može biti fiksna (npr. ekonomična količina nabave, minimalna količina nabave) ili varijabilna (ovisi o razini do koje se dopunjuju zalihe);

**s** = stanje zaliha kod kojeg započinje ciklus nabavljanja. To može biti signalna zaliha ili unaprijed određeni trenutak isporuke $t_t$;

**M** = potrebna razina zaliha ili maksimalna zaliha do koje se dopunjuju zalihe isporukom količine qj u vremenskim ciklusima ti ili nakon što zaliha padne na razinu s.

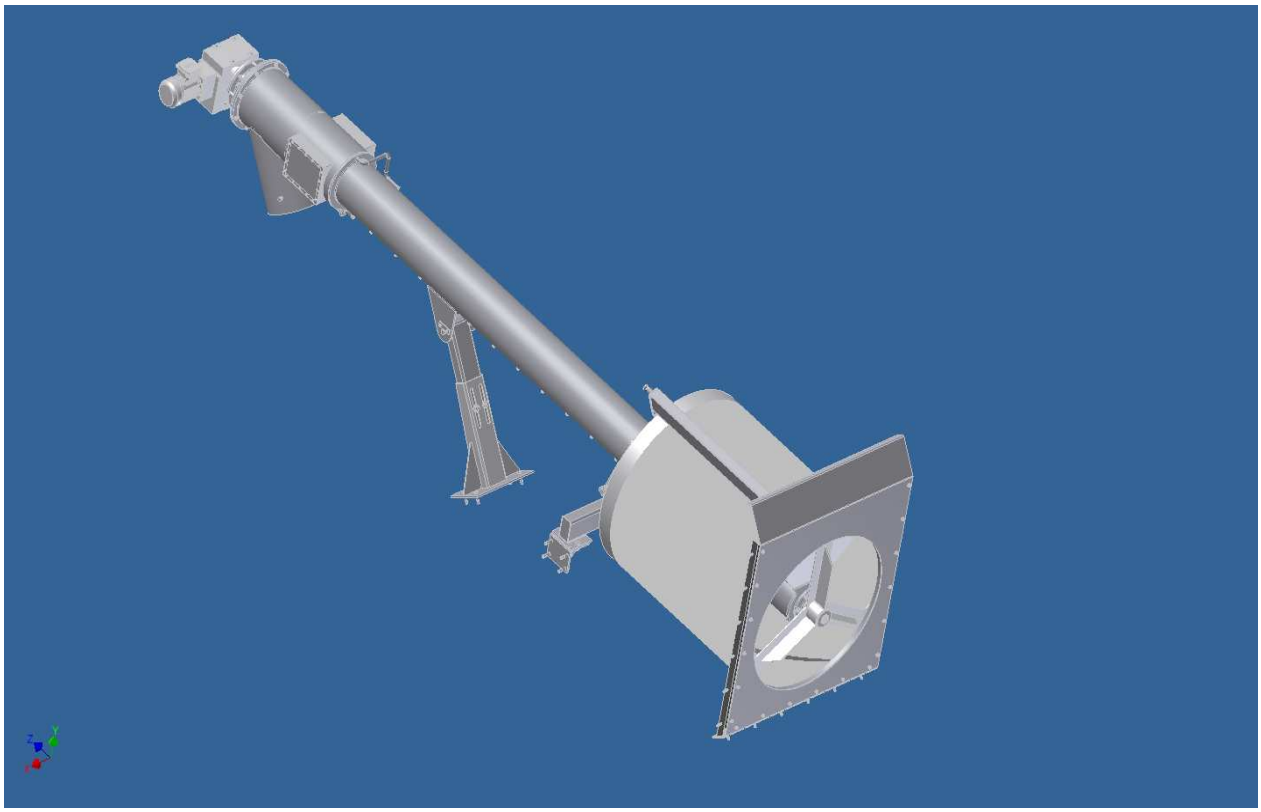



**Slika 25.** *Shematski prikaz strategije sustava nabavljanja*

# 5. OPIS PROCESA PROIZVODNJE – FINO SITA

Proizvodni proces biti će prikazani pomoću procesa proizvodnje proizvoda pod nazivom fino sito. Razlog zbog kojeg odabiremo baš taj proizvod je njegova specifična konstrukcija i namjena.

Fino sito (vidi sliku 26. i 27.) je uređaj koji je sastavni dio sustava za mehaničko pročišćavanje otpadnih voda. Osnovna funkcija finog sita je da iz otpadne vode izdvoji krute elemente u granicama veličine od 6-0,5 mm. Fino sito je rotirajućeg tipa sa ugrađenim pužnim transporterom i kompaktorom sastavljeno u jednu jedinstvenu cjelinu.



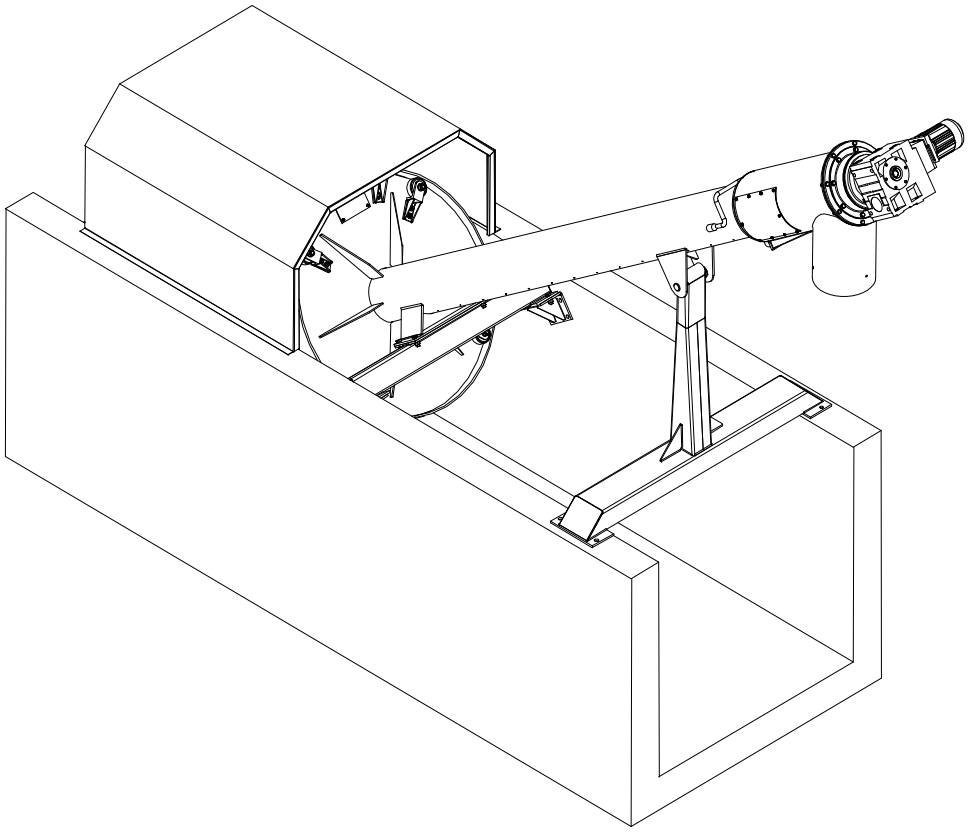
**Slika 26.** *Fino sito u 3D pogledu*

Fino sito ugrađuje se u dovodni betonski otvoreni kanalizacijski kanal pod kutom instalacije od 35º. Fina rešetka je opremljena senzorima (ultrazvučnim) za mjerenje razlike razine vode i to ispred i iza rešetke.

Kroz rešetke na bubnju sita struji otpadna voda, bubanj miruje. Zbog nagomilanih čestica nečistoća na bubnju sita dolazi do sve manje protočnosti. Posljedica toga je povišenje nivoa otpadne vode ispred rešetke. Tu promjenu registrira ultrazvučni senzor koji šalje podatke u elektronski sklop. Elektronski sklop obrađuje ulazne podatke od senzora (ispred i iza rešetke) te na temelju registrirane razlike nivoa (ispred rešetke viši, iza rešetke niži nivo) uključuje pogon bubnja rešetke, sustav ispiranje rešetke, te puž pužnog transporter. Kako bubanj rotira, tako sustav ispiranja ispire (pomoću vode pod visokim tlakom) nečistoće s rešetke bubnja.

Nečistoće padaju u komoru za sakupljanje, te se pomoću pužnog transportera transportiraju do kompaktora, kojem je funkcija smanjuje volumen nečistoća (prešanje) te cijeđenje vode. Nečistoće smanjenog volumena izbacuju se iz kompaktora u komunalni kontejner. Bubanj rešetke rotira tako dugo dok se ponovne ne izjednače nivoi otpadne vode ispred i iza rešetke.

Osnovni tehnički podaci finog sita su:
- nazivni protok,
- promjer bubnja,
- promjer pužnog kompaktora,
- ukupna širina kanala,
- razmak rešetki,
- visina ispuštanja otpada iznad dna kanala,
- vrsta materijala,
- pogonska jedinica elektromotor s reduktorom.



**Slika 27.** *Fino sito ugrađeno u betonski otvoreni kanalizacijski kanal*

U nastavku rada biti će prikazani dijagram toka finog sita s detaljnim opisom kompletne proizvodnje, i to od samog naručivanja, preko projektiranja i konstruiranja, pa sve do izrade i isporuke investitoru (kupcu).

## 5.1. Organizacija proizvodnje finog sita – postojeći proces

Proizvodnja započinje narudžbom koja se prosljeđuje u projektni odjel gdje se projektira fino sito prema zahtjevima kupca u pogledu:

- veličine sita,
- protočnosti sita,
- sustava čišćenja (ispiranja) sita,
- materijala sita,
- posebnih zahtjevima kupca i sl.

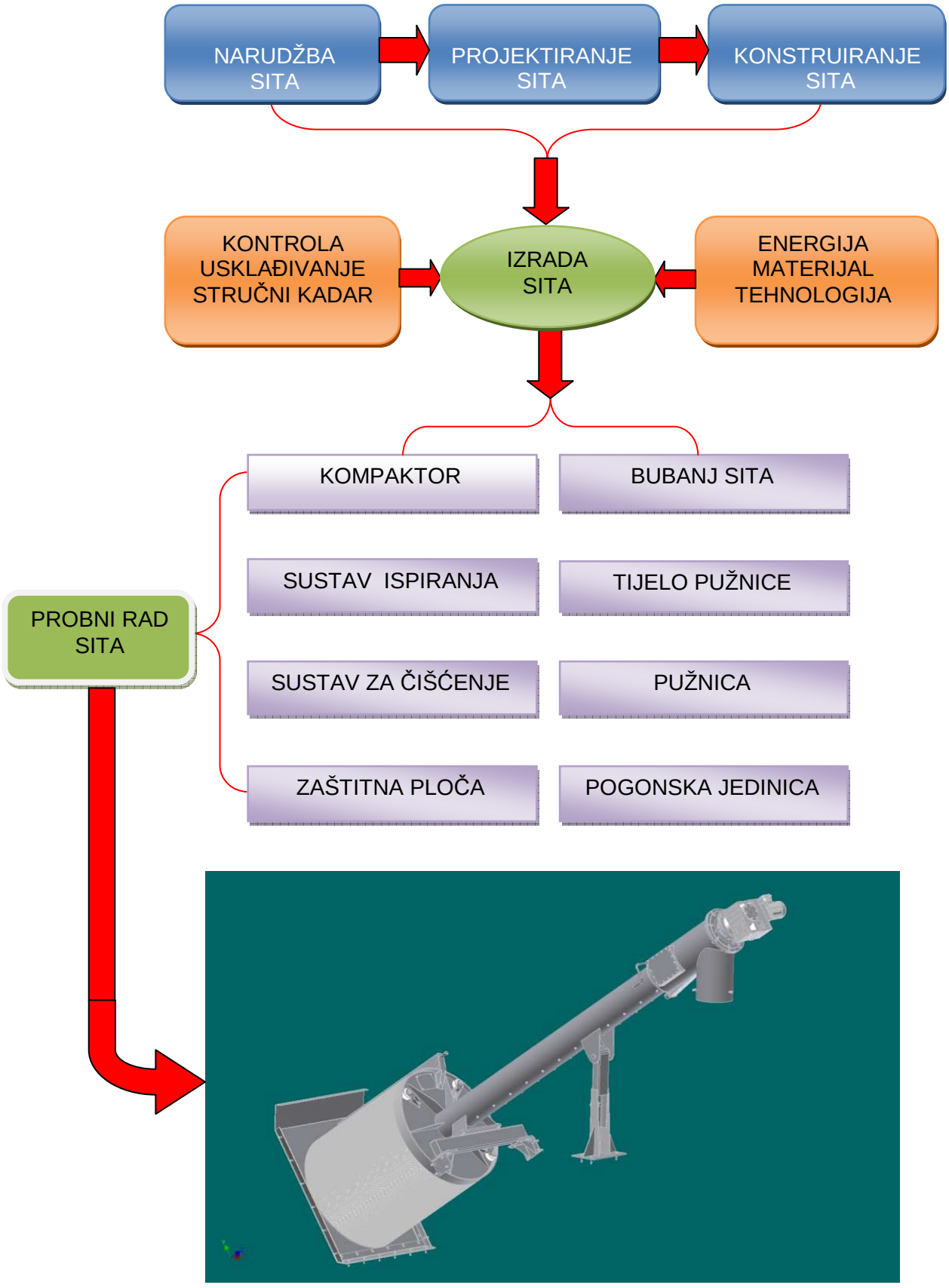
U projektantskom odjelu rade tri projektanta (dva dipl. ing stroj i dipl.ing.kemije) i dva projektanta suradnika (stroj. teh.) koji rade projektnu dokumentaciju u 2D programskom paketu AUTO cad-u. Vrijeme potrebno da se obradi projektiranje finog sita u prosjeku iznosi **četiri** radna dana. Svako fino sito projektira se iz početka, jer ne postoji baza podataka u digitalnom obliku. Također, za provedbu tehnološkog proračuna učinkovitosti pročišćavanja sita koristi se programski alat Excal.

Kada su zadane karakteristike i dimenzije finog sita, projektna dokumentacija prosljeđuje se u odjel konstrukcije koji razvija konstrukcijsku dokumentaciju. Konstrukcijska dokumentacija se izrađuje i razvija u 3D programskom paketu Solid. U konstrukcijskom odjel rade dva konstruktora (dipl. ing. stroj.), tehnolog (ing. stroj.) i tri tehničara (stroj. teh.). Vrijeme potrebno da se izradi konstrukcijska dokumentacija finog sita iznosi **osam** radnih dana.

Konstrukcijska dokumentacija prosljeđuje se u odjel komercijale (nabave), gdje se naručuje materijal za izradu zajedno s ostalim potrebnim elementima za sklapanje. U odjelu nabave radi jedan tehnolog (ing. stroj.) i jedan ekonomski radnik (SSS). Vrijeme potrebno od zaprimanja i obrade informacije pa sve do nabave i transporta robe na skladište iznosi **dvadeset jedan** radni dan.

Izrada započinje odvojeno za svaki pojedini sklop finog sita. Bubanj i noseće tijelo pužnog transportera proizvodi se u jednom pogonu; pužnica, kompaktor i sustav za čišćenje u drugom, a električni sklopovi u trećem pogonu. Proces sklapanja odvija se tako da transportnim sredstvom (viličar) elementi sita voze od jednog do drugog pogona. Na izradu sklopova finog sita radi dvanaest radnika; jedan voditelj proizvodnje (ing. stroj.), poslovođa grupe (SSS), osam KV radnika, te dva pomoćna radnika. Vrijeme izrade sita iznosi **dvadeset osam** radnih dana.

Probni rad sita odvija u pogonu električnih dijelova, što ima za posljedicu nemogućnosti dorade mehaničkih sklopova bez ponovnog transporta u pogon proizvodnje. Nakon završenog sklapanja provodi se uhodavanje sita (suha proba). Potom se sito ugrađuje u specijalni kanal (unutar pogona) koji služi za probni rad sita (mokra proba). Razlog zbog kojeg je potrebno raditi mokru probu leži u tome da naš proizvodni pogon ne može iz prvog pokušaja izvesti tražene zahtjeve u pogledu točnosti centriranja bubnja i pužnice finog sita. Za provedbu probnog pogona potrebno je šest radnika; četiri KV radnika i dva pomoćna radnika. Vrijeme utrošeno za provedbu probnog rada iznosi **deset** radnih dana, slika 28.

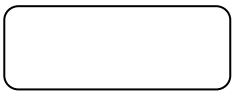



**Slika 28.** *Shematski prikaz proizvodnje finog sita*

U nastavku rada prikazati ćemo dijagram toka proizvodnje uređaja „fino sito“. Prije samog prikazivanja dijagrama pojasnit ćemo značenje korištenih simbola, slika 29.:



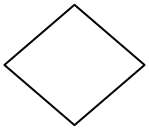
-dokument;
-predmet;
-izvodak;



-odjel;
-pojedinac;
-kupac;



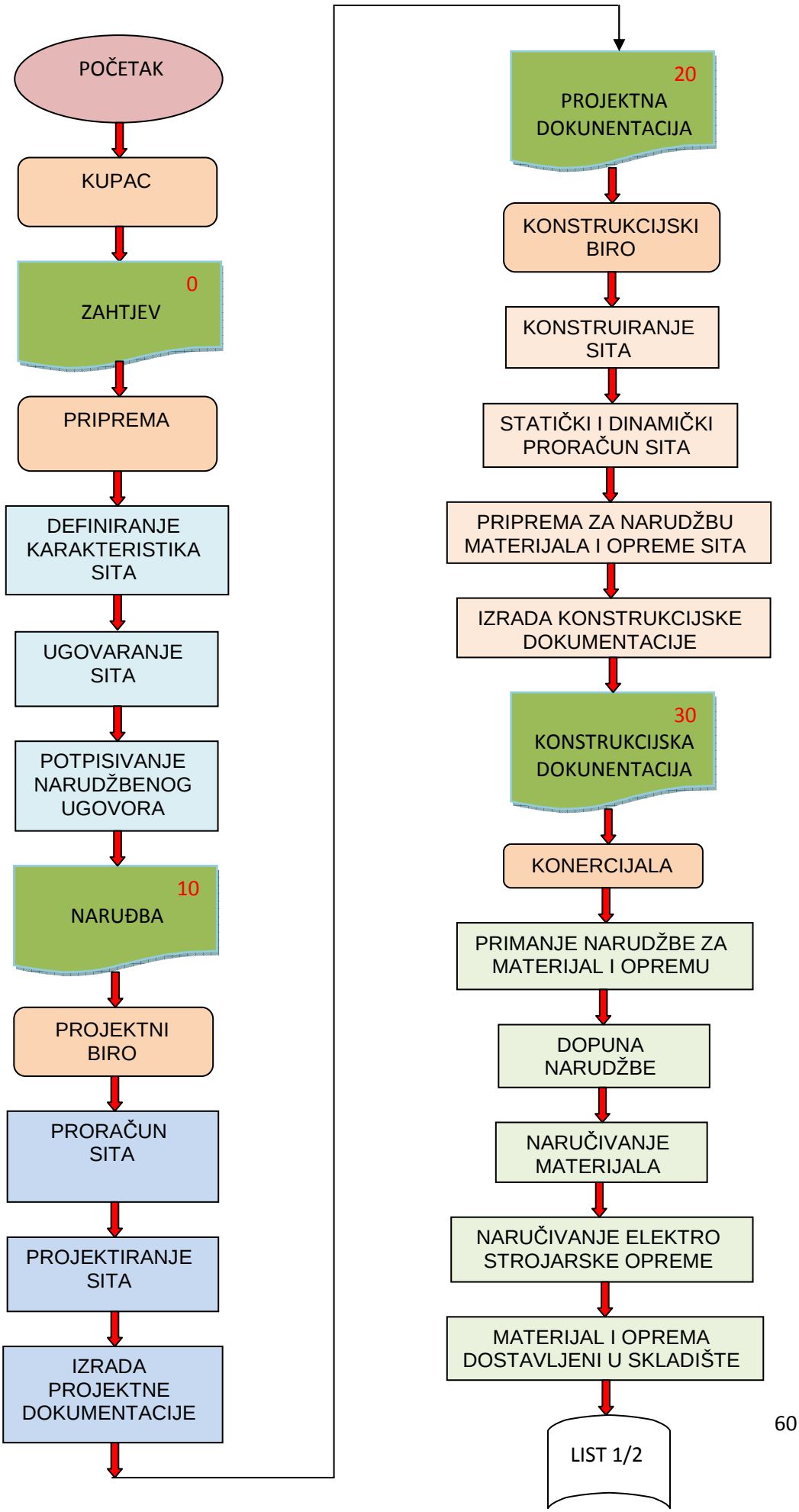
-aktivnost;
-radni zadatak;
-bilo koji rad;

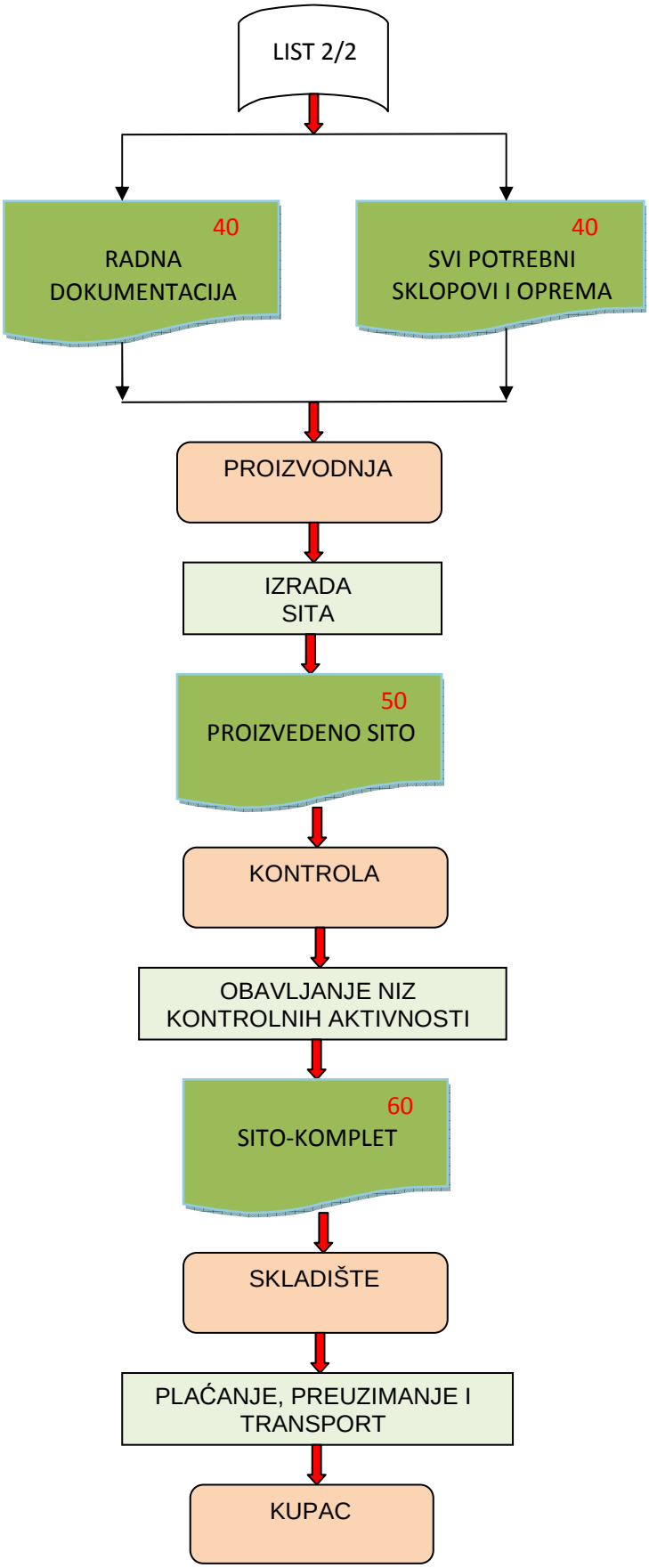


-odluka;

**Slika 29.** *Shematski prikaz simbola koji čine dijagram toka*

Do sada opisani proizvodni tijek proizvodnje finog sita može se prikazati zornije i pomoću opisanih simbola u dijagramu toka. Dijagram toka omogućuje brzi i jasni uvid u aktivnosti i procese koji se izvode prilikom proizvodnje uređaja „finog sita“, vidi sliku 30.


POČETAK
KUPAC
0
ZAHTJEV
PRIPREMA
DEFINIRANJE KARAKTERISTIKA SITA
UGOVARANJE SITA
POTPISIVANJE NARUDŽBENOG UGOVORA
10
NARUĐBA
PROJEKTNI BIRO
PRORAČUN SITA
PROJEKTIRANJE SITA
IZRADA PROJEKTNE DOKUMENTACIJE
20
PROJEKTNA DOKUNENTACIJA
KONSTRUKCIJSKI BIRO
KONSTRUIRANJE SITA
STATIČKI I DINAMIČKI PRORAČUN SITA
PRIPREMA ZA NARUDŽBU MATERIJALA I OPREME SITA
IZRADA KONSTRUKCIJSKE DOKUMENTACIJE
30
KONSTRUKCIJSKA DOKUNENTACIJA
KONERCIJALA
PRIMANJE NARUDŽBE ZA MATERIJAL I OPREMU
DOPUNA NARUDŽBE
NARUČIVANJE MATERIJALA
NARUČIVANJE ELEKTRO STROJARSKE OPREME
MATERIJAL I OPREMA DOSTAVLJENI U SKLADIŠTE
LIST 1/2




**Slika 30.** *Dijagram toka proizvodnje finog sita*

Iz slike 30. vidljivo je da zahtjev kupca (***0***) odlazi u odjel pripreme gdje se obrađuju, definiraju i određuju potrebni parametri te posebne značajke sita.

Tako definirana narudžba (***10***) odlazi u projektni biro gdje se odrađuje, izračunava, projektira sita prema zahtjevima iz narudžbe.

Projektna dokumentacija (***20***) prosljeđuje se u odjel konstrukcijskog biroa.

Konstrukcijski biro izrađuje konstrukcijsku dokumentaciju (***30***) koja se nakon izrade i revizije prosljeđuje u odjel komercijale.

Odjel komercijale (***40***) nabavlja potrebnu opremu i sklopove. Potrebna oprema, sklopovi i radna dokumentacija prosljeđuje se u odjel proizvodnje.

Nakon proizvodnje (***50***) i montaže svih potrebnih sklopova i dijelova, sito se odvozi u odjel kontrole gdje se obavlja probni rad sita u suhoj i mokroj izvedbi. Prema potrebi obavljaju se korekcije i podešavanja ugrađenih dijelova i sklopova.

Takvo ispitano sito čini gotov proizvod (***60***) koji se odlaže na skladište, te čeka kompletiranje dokumentacije, podmirivanje potrebnih troškova (od strane kupca) i isporuku kupci.

## 5.2. Aktivnosti proizvodnje finog sita – postojeći proces

### 5.2.1. Proces aktivnosti proizvodnje finog sita

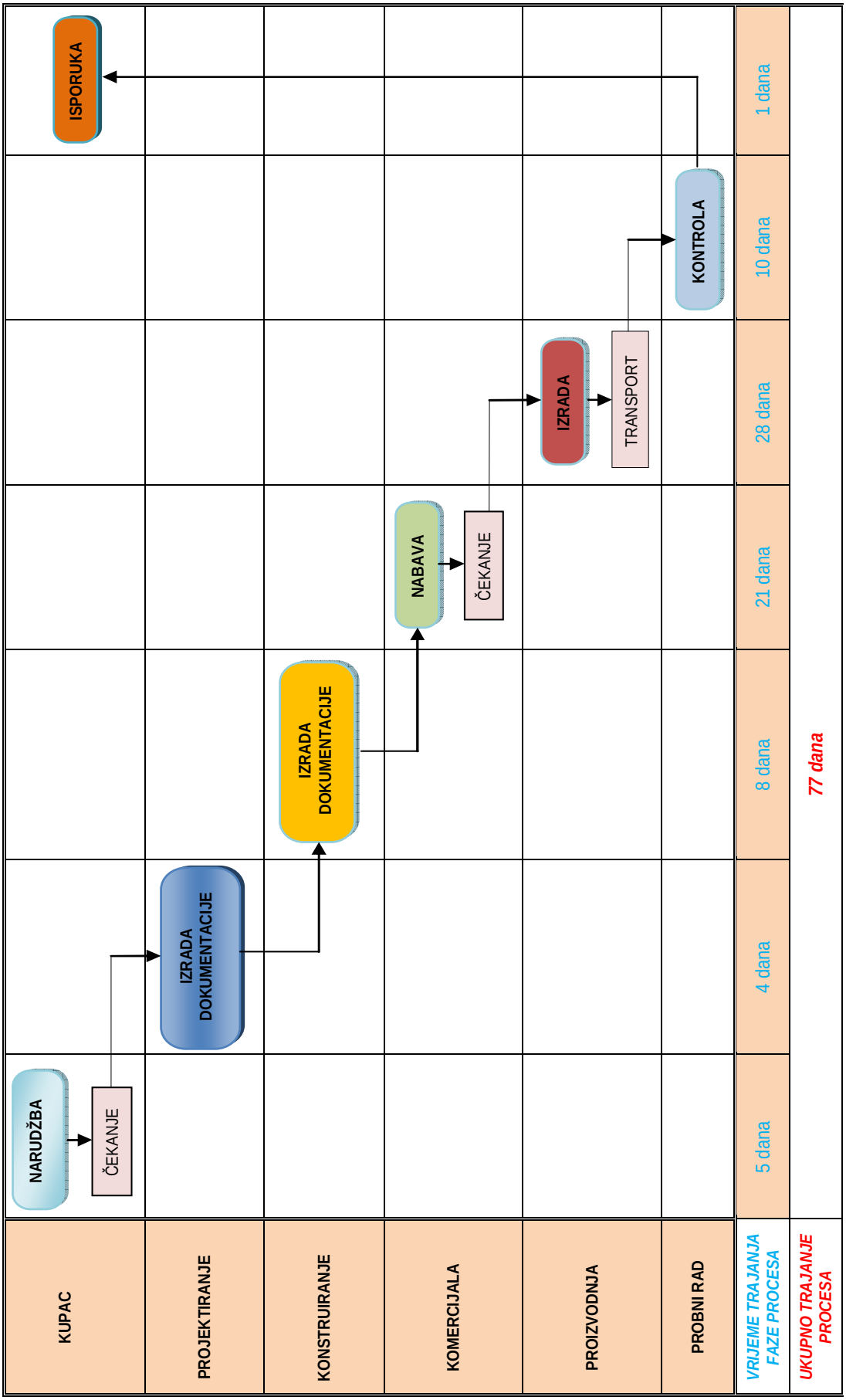
Svrha tablice 8. je da prikaže aktivnosti iz dijagrama toka slika 30. zajedno sa pripadajućim odjelima, vremenima trajanja, te potrebnim resursima.

**Tablica 8.** *Tablica aktivnosti proizvodnje finog sita*

| Red. broj | AKTIVNOSTI | ODJELI | VRIJEME | RESURSI | NAPOMENA |
|---|---|---|---|---|---|
| **0.** | NARUDŽBA finog sita | PROJEKTNI | 5 dana | Stručni kadar, IT tehnologija | |
| **10.** | PROJEKTIRANJE finog sita | PROJEKTNI | 4 dana | Stručni kadar, IT tehnologija | |
| **20.** | KONSTRUIRANJE finog sita | KONSTRUKCIJSKI | 8 dana | Stručni kadar, IT tehnologija | |
| **30.** | NABAVA materijala i opreme | KOMERCIJALNI | 21 dana | IT tehnologija | |
| **40.** | IZRADA finog sita | PROIZVODNI | 28 dana | Proizvodna tehnologija | |
| **50.** | PROBNI RAD finog sita | KONTROLNI | 10 dana | Tehnologija ispitivanja | |
| **60.** | ISPORUKA finog sita | KOMERCIJALNI; PROJEKTNI | 1 dan | Stručni kadar, | |

### 5.2.2. Mapiranje procesa proizvodnje finog sita

Aktivnosti i podaktivnosti procesa proizvodnje mogu se prikazati i pomoću simbola u mapi proizvodnog ciklusa finog sita, vidi sliku 31.




**Slika 31.** *Tablica mapiranja proizvodnje*

### 5.2.3. Proces aktivnosti faze izrade finog sita

Proces aktivnosti faze izrade finog sita može se prikazati pomoću tablice 9. Uloga takvog načina prikazivanja je jasnija predodžba faza radova koje se moraju izvršiti unutar procesa izrade finog sita.

**Tablica 9.** *Proces aktivnosti faze izrade finog sita*

| **KRETANJE** [m] | **VRIJEME** [dan] | **SIMBOLI PROCESA** | **OPIS PROCESA** |
|---|---|---|---|
| 0 | 0 |  | Inox materijal na skladištu |
| 132 | 1 | | Transportiranje inox materijala u proizvodni pogon 1. |
| - | 16 | | Izrada bubnja i konstrukcije finog sita |
| - | 2 | | Čekanje montaže opreme sita |
| 110 | 0,5 | | Transportiranje u proizvodni pogon 2. |
| - | 7 | | Montaža strojarskih i elektro opreme |
| - | 2 | | Vizualna kontrola proizvoda |
| - | 2 | | Čekanje probnog rada |
| 104 | 1 | | Transportiranje sita u pogon za probni rad |
| - | 7 | | Probni rad finog sita |
| 94 | 0,5 | | Transportiranje gotovog sita na skladište |
| - | - | | Fino sito spremno za isporuku |
| **440** | **39** | **3 4 1 2 2** | **UKUPNO** |
| **ISKORISTIVOST VREMENA η** (%)= vrijeme operacija/ukupno vrijeme = ( 16+7+7 )/ 39 = **76%** | | | |
|  =operacija; =transport; =kontrola; =zastoj; =skladište | | | |

Prikazana predodžba procesa omogućuje nam da uočimo nedostatke i nepotrebne faze rada, te nam otvara prostor za uvođenje budućih ušteda i poboljšanja prilikom izrade proizvoda.

## 5.3. Analiza procesa proizvodnje SWOT analizom

Pomoću SWOT analize možemo slikovito prikazati i analizirati sve dobre i loše čimbenike koji u većoj ili manjoj mjeri utječu na kompletno stanje organizacije proizvodnje. Također, spomenuta analiza menadžmentu poduzeća može dati i čvrste smjernice po kojima će se voditi nužne promjene u proizvodnom procesu, tablica 10.

**Tablica 10.** *Analiza procesa proizvodnje SWOT analizom*

| | |
|---|---|
| **S**<br>➢ iskustvo u proizvodnji;<br>➢ velika paleta stručnih zaposlenika iz raznih tehničkih područja;<br>➢ proizvodnja proizvoda iz područja zaštite okoliša;<br>➢ visoki stupanj kontrola nad ključnim dijelovima proizvodnje;<br>➢ sklonost novim i inovativnim metodama za unapređenje procesa proizvodnje; | **W**<br>➢ slaba komunikacija među zaposlenicima;<br>➢ česti konflikti zaposlenika;<br>➢ nema razvojne strategije;<br>➢ zastarjela IT tehnologija;<br>➢ loši marketing;<br>➢ loša financijska politika poduzeća:<br>➢ visoki troškovi konačnog proizvoda; |
| **O**<br>➢ inovativna rješenja u procesu proizvodnje;<br>➢ motiviranost zaposlenika;<br>➢ povećanje kvalitete proizvodnje;<br>➢ skraćivanje vremenskog roka izrade proizvoda po komadu;<br>➢ pokrivenost kompletnog proizvodnog procesa unutar vlastitog poduzeća; | **T**<br>➢ prijetnja od preuzimanja i kopiranja tehnoloških rješenja;<br>➢ mogućnost slabije profitabilni, ali ključni dijelovi procesa da se proizvode kod kooperanata;<br>➢ „izljev“ stručnih zaposlenika;<br>➢ nedovoljna kvaliteta proizvoda;<br>➢ nemogućnost praćenja koraka s naprednim tehnologijama proizvodnje; |

## 5.4. Ekonomska analiza cijene proizvodnje finog sita – postojeći proces

### 5.4.1. Analiza troškova proizvodnje finog sita

Prilikom analize troškova proizvodnje finog sita prema postojećem modelu analizirati će se struktura troškova koji nastaju prilikom jednog proizvodnog ciklusa. Proizvodni ciklus podrazumijeva proizvodnju jednog komada proizvoda. Struktura troškova proizvodnog ciklusa sastoji se od slijedećih grupa troškova:

**1. Troškovi naručivanja**

**Tablica 11.** *Tablični prikaz troškova naručivanja*

| Opis troškova | Mjera | Količina | Cijena | Ukupno |
|---|---|---|---|---|
| Rad dipl. ing. stroj. | h | 25 | 160 Kn/h | 4.000,00 |
| Rad stroj. tehničara | h | 25 | 80 Kn/h | 2.000,00 |
| Trošak službenog vozila | km | 400 | 2,50 Kn/km | 1.000,00 |
| Trošak komunikacijskih sustava | paušal | 1 | 400 Kn | 400,00 |
| **TROŠAK NARUČIVANJA UKUPNO** (Kn): | | | | **7.400,00** |

**2. Troškovi projektiranja**

**Tablica 12.** *Tablični prikaz troškova projektiranja*

| Opis troškova | Mjera | Količina | Cijena | Ukupno |
|---|---|---|---|---|
| Rad dipl. ing. stroj. (2 kom.) | h | 40 | 160 Kn/h | 6.400,00 |
| Rad dipl. ing. kem. | h | 20 | 160 Kn/h | 3.200,00 |
| Rad stroj. tehničara (2 kom.) | h | 40 | 80 Kn/h | 3.200,00 |
| Trošak programskih paketa | paušal | 1 | 800 Kn | 800,00 |
| Trošak komunikacijskih sustava | paušal | 1 | 400 Kn | 400,00 |
| **TROŠAK PROJEKTIRANJA UKUPNO** (Kn): | | | | **14.000,00** |

**3. Troškovi konstruiranja**

**Tablica 13.** *Tablični prikaz troškova konstruiranja*

| Opis troškova | Mjera | Količina | Cijena | Ukupno |
|---|---|---|---|---|
| Rad dipl. ing. stroj. (2 kom.) | h | 96 | 160 Kn/h | 15.360,00 |
| Rad ing.stroj. | h | 32 | 120 Kn/h | 3.840,00 |
| Rad stroj. tehničara (3 kom.) | h | 96 | 80 Kn/h | 7.680,00 |
| Trošak programskih paketa | paušal | 1 | 1.500 Kn | 1500,00 |
| Trošak komunikacijskih sustava | paušal | 1 | 200 Kn | 200,00 |
| **TROŠAK KONSTRUIRANJA UKUPNO** (Kn): | | | | **28.580,00** |

## 4. Troškovi naručivanja *materijala i opreme*

**Tablica 14.** *Tablični prikaz troškova naručivanja materijala i opreme*

| Opis troškova | Mjera | Količina | Cijena | Ukupno |
|---|---|---|---|---|
| Rad ing. stroj. | h | 14 | 120 Kn/h | 1.680,00 |
| Rad radnika SSS | h | 14 | 80 Kn/h | 1.120,00 |
| Trošak informacijskih sustava | paušal | 1 | 300 Kn | 300,00 |
| Trošak komunikacijskih sustava | paušal | 1 | 400 Kn | 400,00 |
| **TROŠAK NARUČIVANJA UKUPNO** (Kn): | | | | **3.500,00** |

## 5. Troškovi izrade

**Tablica 15.** *Tablični prikaz troškova izrade*

| Opis troškova | Mjera | Količina | Cijena | Ukupno |
|---|---|---|---|---|
| Rad ing. stroj | h | 63 | 120 Kn/h | 7.560,00 |
| Rad radnika SSS | h | 63 | 80 Kn/h | 5.040,00 |
| Rad radnika KV (8 kom.) | h | 480 | 55 Kn/h | 26.400,00 |
| Rad radnika PKV (2 kom.) | h | 30 | 40 Kn/h | 1.200,00 |
| Trošak amortizacije alata i opreme | - | - | - | 8.500,00 |
| Trošak korištenja vanjskih usluga | - | - | - | 3.000,00 |
| Trošak energenata | - | - | - | 5.500,00 |
| Trošak potrošnog materijala | - | - | - | 800,00 |
| Trošak transportnih i prijenosnih sredstava | - | - | - | 2.000,00 |
| Trošak zaštitne opreme radnika | - | - | - | 450,00 |
| Trošak komunikacijskih sustava | paušal | 1 | 200 Kn | 200,00 |
| **TROŠAK IZRADE UKUPNO** (Kn): | | | | **60.650,00** |

## 6. Troškovi probnog rada

**Tablica 16.** *Tablični prikaz troškova probnog rada*

| Opis troškova | Mjera | Količina | Cijena | Ukupno |
|---|---|---|---|---|
| Rad radnika KV (6 kom.) | h | 144 | 55 Kn/h | 7.920,00 |
| Rad radnika PKV (2 kom.) | h | 144 | 40 Kn/h | 5.760,00 |
| Trošak transportnih i prijenosnih sredstava | - | - | - | 2.500,00 |
| Trošak pomoćnih sredstava | - | - | - | 1.000,00 |
| Trošak „mokre“ probe | - | - | - | 3.200,00 |
| **TROŠAK PROBNOG RADA UKUPNO** (Kn): | | | | **20.380,00** |

## 7. Troškovi pripreme isporuke unutar poduzeća

**Tablica 17.** *Tablični prikaz troškova pripreme isporuke*

| Opis troškova | Mjera | Količina | Cijena | Ukupno |
|---|---|---|---|---|
| Rad dipl. ing. stroj. | h | 2 | 160 Kn/h | 320,00 |
| Rad radnika SSS | h | 4 | 80 Kn/h | 320,00 |
| Trošak transportnih i prijenosnih sredstava | - | - | - | 800,00 |
| Trošak informacijskih sustava | paušal | 1 | 200 Kn | 200,00 |
| Trošak komunikacijskih sustava | paušal | 1 | 100 Kn | 100,00 |
| **TROŠAK ISPORUKE UKUPNO** (Kn): | | | | **1.740,00** |

### 5.4.2. Izračun cijene proizvoda finog sita

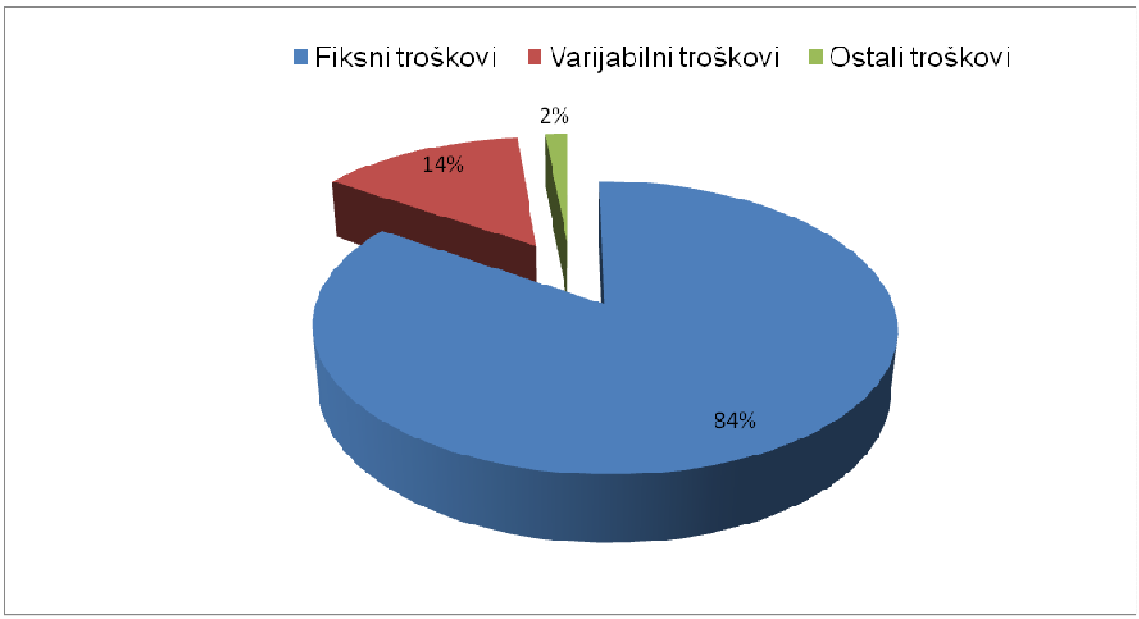
Prilikom izračuna tržišne cijene proizvoda moramo uzimamo u obzir sve troškove koji se pojavljuju u proizvodnom procesu (fiksni i varijabilni troškovi), te uključiti i ostale čimbenike (ostale troškove) koji utječu na konačnu cijenu proizvoda. Pomoću tablice 18. prikazana je struktura troškova i ostalih čimbenika koji ulaze u kalkulaciju cijene finog sita.

**Tablica 18.** *Tablični prikaz izračuna cijene finog sita*

| Popis troškova | Postotak uvećanja | Cijena | Ukupno |
|---|---|---|---|
| ***FIKSNIH TROŠKOVA PROIZVODNJE*** | | | |
| Troškovi proizvodnje (poglavlje 5.4.1.) | - | 136.250,00 | 136.250,00 |
| Troškovi materijala | - | 39.150,00 | 39.150,00 |
| Troškovi opreme | - | 27.400,00 | 27.400,00 |
| Troškovi infrastrukture i logistike | - | 5.600,00 | 5.600,00 |
| **FIKSNIH TROŠKOVA PROIZVODNJE UKUPNO:** | | | **208.400,00** |
| ***VARIJABILNI TROŠKOVI PROIZVODNJE*** | | | |
| Troškovi bankovnih garancija plaćanja materijala i opreme | 0,5% | 208.400,00 | 1.042,00 |
| Troškovi transporta materijala i opreme | 1% | 208.400,00 | 2.084,00 |
| Troškovi marketinga i prezentacije | 1,5% | 208.400,00 | 3.126,00 |
| Troškovi razvoja i unapređenja | 2% | 208.400,00 | 4.168,00 |
| Troškovi održanja zaliha | 3% | 208.400,00 | 6.252,00 |
| Troškovi obrta kapitala | 5% | 208.400,00 | 10.420,00 |
| Zarada | 10% | 208.400,00 | 20.840,00 |
| **VARIJABILNI TROŠKOVI PROIZVODNJE UKUPNO:** | | | **47.932,00** |
| ***OSTALI TROŠKOVI PROIZVODNJE*** | | | |
| Faktor osiguranja proizvodnje | 0,5% | 208.400,00 | 1.042,00 |
| Faktor promjene nabavne cijene materijala i opreme | 0,5% | 208.400,00 | 1.042,00 |
| Faktor kašnjenja isporuke | 0,5% | 208.400,00 | 1.042,00 |
| Faktor rizika naplate | 1% | 208.400,00 | 2.084,00 |
| **OSTALI TROŠKOVI PROIZVODNJE UKUPNO:** | | | **5.210,00** |
| **CIJENA FINOG SITA UKUPNO (Kn):** | | | **261.542,00** |

U obliku varijabilnih troškova prikazane su dvije bitne stavke, a to su trošak obrta kapitala i zarada poduzeća. U praksi te stavke nisu trošak u pravom smislu, ali zbog pojednostavljenja izračuna tako ih obračunavamo i prikazujemo. Bitna karakteristika obrta kapitala i zarada je što može varirati ovisno o zahtjevima menadžmenta i tržišta.

Strukturu troškova iz tablice 18. možemo prikazati i pomoću dijagrama, slika 32., iz koje je vidljivi postotni udio pojedinih troškova koji utječu na kalkulaciju cijene.




**Slika 32.** *Grafički prikaz udjela troškova na cijenu proizvoda*

Fiksni troškovi proizvodnje zauzimaju najveći udio (*84%*) u izračunu cijene proizvoda. Na fiksne troškove proizvodnje prilikom kalkulacije cijene proizvoda ne možemo utjecati, jer su ti troškovi plod postojeće strukturne i operativne organizacije proizvodnog procesa poduzeća. Za smanjenje i racionalizaciju fiksnih troškova potrebno je primijeniti metode za unapređenje (poboljšanje) procesa (reinženjering metoda, Lean metoda ili …), a to će detaljnije biti objašnjeno u narednim poglavljima.

Utjecaj varijabilnih troškova na konačnu cijenu proizvoda ovisi o ukupnom iznosu fiksnih troškova. Razloga tome je što se varijabilni troškovi ovise, a i izračunavaju se postotno u odnosu na kumulativan (ukupan) iznos fiksnih troškova. Takav način izračuna daje mogućnost strategijske manipulacije pojedinim troškovima kao što su trošak obrta kapitala i zarada poduzeća. Postotak utjecaja varijabilnih troškova (*14%*) na konačnu cijenu proizvoda stoga se može mijenjati, te ovisi i o kretanjima na tržištu, strateškim interesima poduzeća, te zahtjevima menedžmenta i sl..

Zadatak ostalih čimbenika (troškova) na konačnu cijenu je da obuhvate sve troškove i parametre koji nisu obuhvaćeni prethodnim grupama troškova. Glavni im je cilj da uključe faktore rizike i osiguranja, te ostale nepredvidive financijske čimbenike poslovanja.

## 5.5. Analiza slabih strana proizvodnje i upravljanja zalihama – postojeći proces

### 5.5.1. Analiza slabih strana proizvodnje - postojeći proces

Prilikom svakodnevnog promatranja proizvodnih aktivnosti finog sita uočili su se određeni nedostaci, koje izdvajamo i opisujemo po odjelima:

**PROJEKTIRANJE:**

- projektantski odjel odgađa obradu zaprimljene narudžbe,
- projektantski tim istovremeno obrađuje samo jednu narudžbu,
- projektantski odjel ne koristi nikakvu bazu podataka (stara projektna dokumentacija se ne arhivira u digitalnom obliku),
- tehnološki proračun finog sita izvodi se pomoću program Excal-a, koji može samo djelomično zadovoljiti potrebe za izvođenje proračuna,

**KONSTRUIRANJE:**

- konstrukcijski i projektantski odjeli ne koriste kompatibilne alate za crtanje,
- 3D alat za crtanje koji se koristi nema mogućnosti izvođenja mehaničkih naprezanja i simulacija načina rada proizvoda,
- tipski konstrukcijski elementi samo su djelomično arhivirani u digitalnom obliku,
- napredna IT tehnolog u konstrukcijskom odjelu je nedovoljno iskorišten,

**KOMERCIJALA:**

- ne provodi se strateška nabava potrebnih elemenata za sklapanje,
- dugi vremenski tijek obrade naručenih materijala i sklopnih elemenata,
- nedovoljna iskorištenost zaposlenika,

**PROIZVODNJA:**

- proizvode se elementi za koje ne postoje odgovarajuća tehnologija,
- premala iskoristivost radnika, puno čekanja, zastoja i nepotrebnog unutarnjeg transporta u proizvodnji,
- nedovoljan broj specijaliziranih radnika za određena područja proizvodnje,
- ne postoji unutarnja kontrola proizvodnje i ugrađenih elemenata,
- svaki proizvodni elementi proizvodi se u zasebnom pogonu, a konstrukcija sita transportira se od pogona do pogona – sastavni dijelovi ne dolaze u pogon gdje se izrađuje glavna konstrukcija sita, već konstrukcija sita odlazi u pogone gdje se izrađuju pojedini sklopni elementi,

**PROBNI RAD:**

- probnog rada traje predugo – previše utrošenog vremena za faze testiranja i uhodavanja,
- izdvojenost pogona u odnosu na proizvodne pogone,
- nedovoljna opremljenost ispitnog pogona,
- vrlo skupi postupak izvođenja „mokre“ probe,
- nedovoljan broj specijaliziranih radnika,

### 5.5.2. Analiza slabih strana upravljanja zalihama - postojeći proces

Upravljanje zalihama iziskuje vrlo veliku iskustvo i stručnost. Pažljivim promatranjem postojećeg procesa upravljanja zalihama uočeni su slijedeći nedostaci:

- ne postoji jedno skladište za skladište materijala i opreme, već više manjih skladišta na raznim lokacijama unutar poduzeća;
- vrlo loša komunikacija između nabavnog referenta, skladišta i proizvodnog pogona;
- vrlo se malo koriste informacijski sustavi, u većini slučajeva štete ukupnom proizvodnom ciklusu;
- električna i mehanička oprema skladišti se u neprikladnim skladišnim prostorima, dolazi do velikog broja oštećenja i uništenja oprema uslijed djelovanja prašine, vlage i drugih atmosferskih utjecaja;
- električna i mehanička oprema kupuje se od različitih proizvođača i dobavljača, pa se javlja problem kompatibilnosti prilikom ugradnje;
- prilikom nabave električne i mehaničke opreme ne vodi se računa o njihovoj naknadnoj potrebi za servisom i održavanjem;
- ciklusi naručivanje materijala i opreme u toku godine provode se prema individualnom nahođenju nabavnog referenta, tj. prilikom naručivanja ne vodi se računa o stvarnim potrebama, odnosno o financijskim troškovima;

## 5.6. Financijska analiza troškova održavanja zaliha materijala i opreme - postojeći proces

Financijska analiza ***ukupnog troška*** C održavanja zaliha materijala i opreme postojećeg procesa obuhvaća slijedeće troškove:

- **ukupni trošak držanja zaliha**

Prije samog izračuna ukupnog trošak držanja zaliha moramo izračunati vrijednost troška držanja zaliha. Izračun *troška držanja zaliha* Ch provodimo na osnovi mase potrebnog materijala za jedan proizvod, vrijednosti prikazujemo pomoću tablice 19. Zaliha Q u toku godine iznose ≈ 600,00 kg (četiri sita godišnje x 150 kg).

**Tablica 19.** *Tablični prikaz izračuna troška držanja zaliha*

| **Oblik troška** | **Iznos** [Kn/kg] |
|---|---|
| Trošak skladištenja (održavanje objekta, režije i sl.) | 6,50 |
| Rizik od nemogućnosti iskoristivosti zaliha | 2,50 |
| Rizik od oštećenja, uništenja, propadanja i sl. | 1,00 |
| Trošak obrta kapitala | 0,85 |
| **Trošak držanja zaliha Ch UKUPNO:** | **10,85** |

Slijedi da je **ukupni trošak držanja zaliha** = Ch x Q/2= 10,85x300= **3.255,00 kn**

- **ukupni trošak naručivanja**

Za izračun ukupnog troška naručivanja potrebno je izračunati vrijednost troška naručivanja (Co), kojeg ćemo prikazati pomoću tablice 20:

**Tablica 20.** *Tablični prikaz izračuna troška naručivanja*

| **Oblik troška** | **Iznos** [Kn/kg] |
|---|---|
| Trošak transporta | 1,50 |
| Trošak dobave | 1,00 |
| Trošak logistike | 0,50 |
| **Trošak naručivanja Co UKUPNO:** | **3,00** |

Postojeći proces je organizirani da s narudžbe D izvršavaju šest puta godišnje

Proizlazi da je **ukupni trošak naručivanja** = Co x Q/D= 3,00x 600/6= **300,00 Kn**

***Ukupan trošak*** C je zbroj ukupnog trošak držanja zaliha i ukupnog troška naručivanja:

C= 3.255,00+300,00= **3.555,00 Kn**

# 6. PRIMJENA REINŽENJERING METODE U PROIZVODNJI FINOG SITA

## 6.1. Primjena reinženjering metode u procesu proizvodnje

Nakon uočenih i opisanih nedostataka u poglavlju koje smo nazvali „Analiza slabih strana proizvodnje i upravljanja zaliha postojećeg procesa“, predlažem nekoliko reinženjering elemenata, kojima ćemo unaprijediti postojeće proizvodne faze, a posebno sam proces proizvodnje.

**PROJEKTIRANJE:**

- napraviti bazu projekata; kompletnu dosadašnju i buduću projektnu dokumentaciju pohraniti u digitalnom obliku (omogućiti će brzo pretraživanje po različitim parametrima),
- za izradu tehnološkog proračuna finog sita upotrijebiti specijalizirani softwarski program za „Aqua Design“ (programski paket uključuje i sve ostale proračune i analize podataka iz područja pročišćavanja otpadnih voda korištenjem gotovih matrice za proračune),
- kontrola točnosti projektne dokumentacije u fazi izrade,

- struktura radnika: dva projektanta (dipl. ing stroj., dipl.ing.kemije), dva projektanta suradnika (stroj. teh.)
- trajanje: 2 dana

**KONSTRUIRANJE:**

- napraviti bazu konstrukcijske dokumentacije,
- alati za crtanje konstrukcijske i projektne dokumentacije trebaju biti kompatibilni (projektni nacrt može poslužiti kao podloga za razvijanje konstrukcijske dokumentacije),
- uvođenje naprednog 3D program za crtanje Inventor 2010 (omogućuje izradu konstrukcijskih proračuna, kodova za CNC strojeve, simulacija naprezanja i sl.)
- izrada konstrukcijske dokumentacije dijeli se u dvije grupe, osnovna konstrukcija i oprema; kada je dokumentacija osnovne konstrukcije gotova, odmah se šalje u odjel proizvodnje – početak proizvodnje,
- tehnolog u konstrukcijskom odjelu naručuje potreban materijal za izradu, komercijala dovršava započeti proces nabave
- kontrola točnosti i usklađenosti izrađene konstrukcijske dokumentacije,

- struktura radnika: konstruktor (dipl. ing stroj.), tehnolog (ing stroj.), dva tehničara (stroj. teh.)
- trajanje: 3 dana

**KOMERCIJALA:**

- ugovoriti s dobavljačima materijala i opreme potrebne količine za određeno vremensko razdoblje (tri godine) – primjena strateške nabave: smanjuje se nabavna cijena materijala i opreme cca. 8 – 10%, te troškovi nabave i upravljanja zalihama;
- održavati zalihe materijala tako da na skladištu uvijek ima materijala za početak izrade sita,

- struktura radnika: ekonomski radnik (SSS)
- trajanje: 14 dana

**PROIZVODNJA:**

- izradu konstrukcijski zahtjevnijih dijelova prepustiti specijaliziranim poduzećima – eliminira se problem u pogledu točnosti centriranja bubnja i pužnice,
- proizvodnju sita preseliti u jedan pogon i uvesti pokretnu liniju sklapanja,
- specijalizirati radnike za izvođenje pojedinih poslova,
- kontrola kvalitete proizvodnje,

- struktura radnika: voditelj proizvodnje (ing. stroj.), poslovođa grupe (SSS), pet KV radnika, dva pomoćna radnika
- trajanje: 21 dana

**PROBNI RAD:**

- testiranje i uhodavanje sita izvršiti u pogonu proizvodnje,
- kontrola rada sita samo „suhom“ probom,

- struktura radnika: dva KV radnika, jedan pomoćni radnik
- trajanje: 3 dana

Navedeni prijedlozi za uštedu i unaprjeđenje procesa dolaze u kombinaciji s povećanjem cijene sati rada radnika u rasponu od 6 – 10 %, te smanjenju utrošenih radnih sati za izvođenje pojedinih operacija unutar procesa proizvodnje. Iz toga proizlazi da dobivamo učinkovitu i motiviranu radnu snagu na svim razinama.

Također skraćenjem vremenskog ciklusa izrade proizvoda dobiva se brži protok novčanih sredstava (kapitala), što je izrazito važno s ekonomskog i financijskog gledišta.

## 6.2. Faze procesa nakon primjene reinženjering metode

Primjena reinženjering proces na opisani (postojeći) proces proizvodnje finog sita može prikazati i pomoću četiri reinženjering faze, vidi tablicu 21. Svaka faza predstavlja svoje područje djelovanja:

- pokretanje procesa (analizira stanja postojećeg procesa);
- razumijevanje procesa (otkrivanje nedostataka postojećeg procesa);
- oblikovanje novih procesa (prijedlozi poboljšanja i unapređenja postojećeg procesa);
- prijelaz na nova rješenja (mjerljivi rezultati uspješnosti unaprijeđenog procesa);

**Tablica 21.** *Faze procesa reinženjering metode*

| FAZE PROCESA | POTREBE PROCESA | RAZUMIJEVANJE PROCESA | OBLIKOVANJE NOVOG PROCESA | PRIJELAZ NA NOVI PROCES |
|---|---|---|---|---|
| **PROJEKTIRANJE** | - potreba za većom realizacijom;<br>- potreba korištenje prednosti IT sustava;<br>- proširenje usluga unutar odjela; | - ne postoji baza podataka;<br>- obrađuje se samo jedna narudžba;<br>- nedovoljno korištenje odgovarajućih IT alata; | - upotreba specijaliziranih programskih alata;<br>- korištenje prednosti baze podataka; | - povećanje produktivnosti;<br>- povećanje kvalitete;<br>- smanjivanje troškova; |
| **KONSTRUIRANJE** | - potreba izrade preciznijih proračuna;<br>- potreba za korištenjem kompatibilnih IT aplikacija; | - ne postoji baza podataka;<br>- konstrukcija ne koristi modularno konstruiranje; | - korištenje sustava modularnog parametriziranja konstrukcijske dokumentacije; | - povećanje produktivnosti;<br>- povećanje kvalitete;<br>- uvođenje proračunskih analiza; |
| **KOMERCIJALA** | - potreba za smanjenjem rokova naručivanja;<br>- potreba za smanjenjem troškova naručivanja; | - dugi rokovi nabave;<br>- nema dovoljne kontrole stanja raspoložive robe na skladištu; | - primjena sustava strateške nabave;<br>- kontrola stanja robe na skladištu u svakom trenutku; | - povećanje učinkovitosti;<br>- skraćivanje rokova realizacije narudžbi;<br>- povećanje kvalitete naručivanja; |
| **PROIZVODNJA** | - potreba za smanjenjem rokova izrade proizvoda;<br>- korištenje modela modularne proizvodnje sklopova; | - nedovoljan broj specijaliziranih radnika;<br>- zastarjela tehnologija;<br>- neodgovarajući radni prostor; | - zahtjevnije dijelove proizvoda izvode specijalne firme;<br>- primjena sklapanja u obliku pokretne linije; | - povećanje učinkovitosti;<br>- skraćivanje rokova proizvodnje;<br>- povećanje kvalitete; |
| **PROBNI RAD** | - potreba smanjenja broja radnika;<br>- potreba za kraćim vremenom izvođenja probnog rada; | - nedovoljan broj specijaliziranih radnika;<br>- neodgovarajući radni prostor; | - povećana kontrola prilikom montaže;<br>- korištenje specijaliziranih radnika za kontrolu; | - povećanje učinkovitosti;<br>- skraćivanje rokova probnog rada;<br>- manji broj reklamacija proizvoda |

## 6.3. Proces aktivnosti faze izrade finog sita – BPR metoda

Na temelju primjene predloženih poboljšanja i ušteda proces aktivnosti faza rada unaprijeđene proizvodnje poprima novi strukturu. Bitna karakteristika je značajno smanjenje kretanje i potrebnog vremena između izvršavanja faza rada unutar procesa proizvodnje, tablica 22.

**Tablica 22.** *Tablični prikaz aktivnosti izrade finog sita BPR metodom*

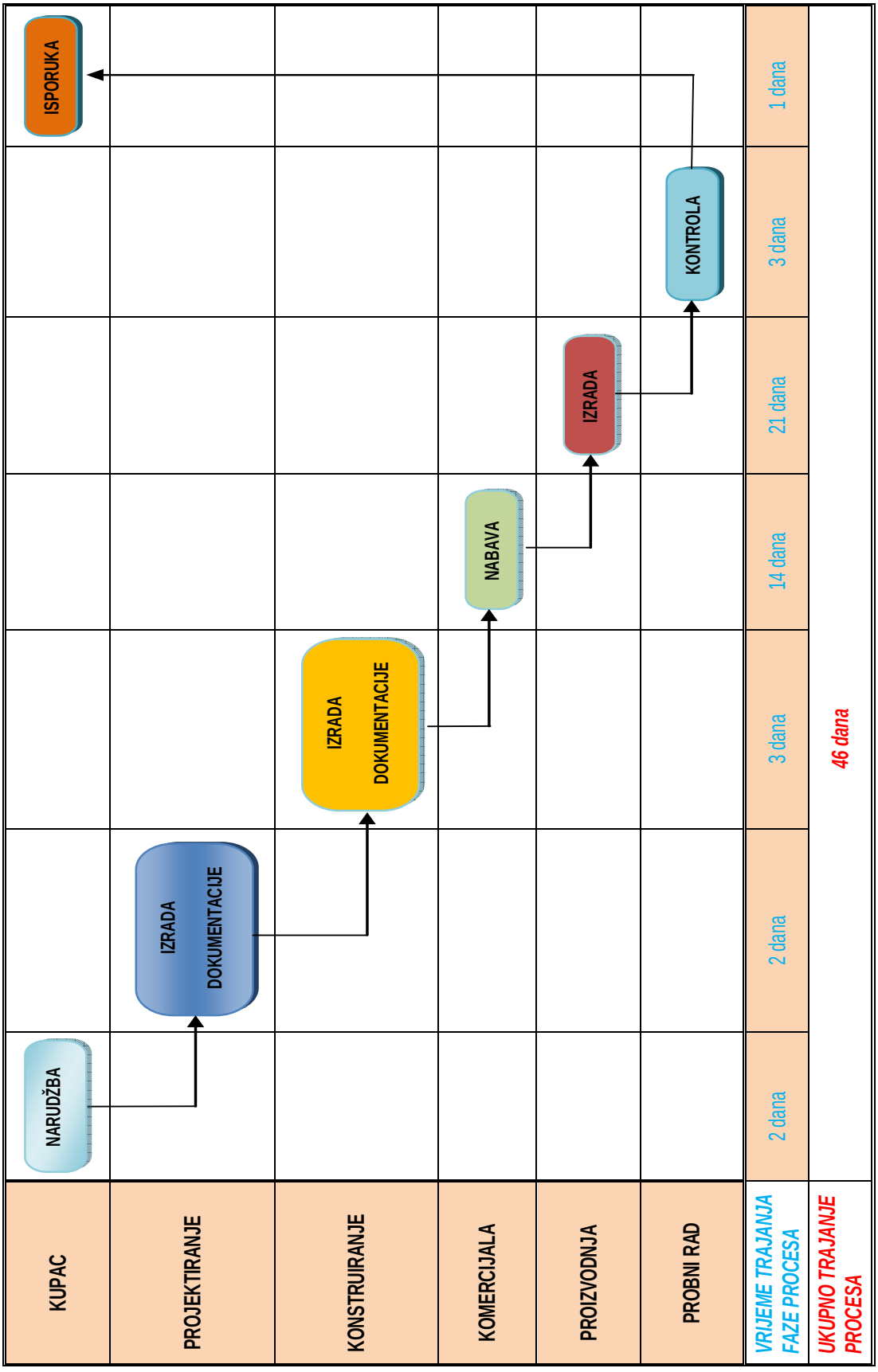
| KRETANJE [m] | VRIJEME [dan] | SIMBOLI PROCESA | OPIS PROCESA |
|---|---|---|---|
| 0 | 0 |  | Inox materijal na skladištu |
| 82 | 1 | | Transportiranje inox materijala u proizvodni pogon |
| - | 14 | | Izrada bubnja, konstrukcije finog sita |
| - | 7 | | Montaža strojarskih i elektro opreme |
| - | 3 | | Probni rad finog sita |
| - | 0,5 | | Kontrola finalnog proizvoda |
| 172 | 0,5 | | Transportiranje gotovog sita na skladište |
| - | - | | Fino sito spremno za isporuku |
| **254** | **26** | **3 2 1 - 2** | **UKUPNO** |
| **ISKORISTIVOST VREMENA η** (%)= vrijeme operacija/ukupno vrijeme = ( 14+7+3 )/ 26 = **92%** | | | |
|  | | | |



Iz tablice 22. također je vidljivo da se operacije izrade izvršavaju jedna iza druge (u liniji), što znatno utječe na poboljšanje kvalitete i brzinu izrade. Usporedbom podataka iz tablice 9. i 22., vidljivo je učinkovitost primjene elemenata unapređenja (reinženjeringa) procesa proizvodnje.

Kao jedan od ključnih mjerljivih parametara izdvajamo ***η iskoristivost vremena*** (%), koji iznosi u starom procesu ***76%,*** a u unaprijeđenom procesu iznosi ***92%***.

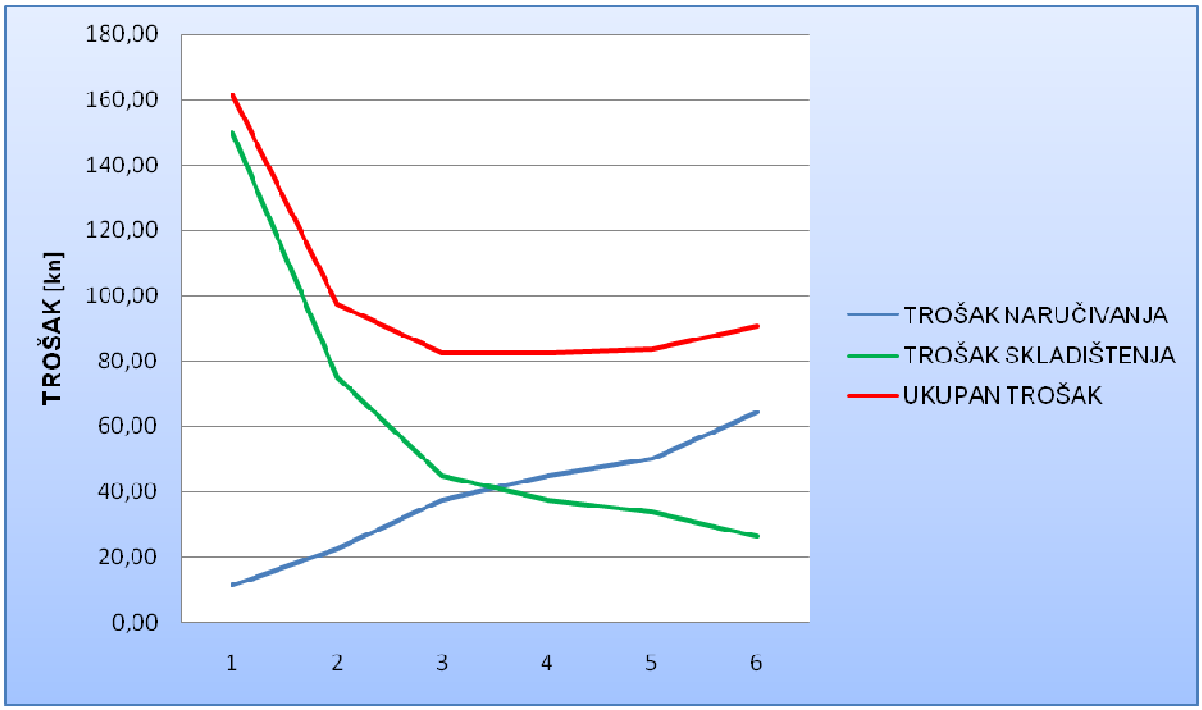
## 6.4. Mapiranje proizvodnje finog sita – BPR metoda




**Slika 33.** *Mapiranje procesa BPR metoda*

## 6.5. Proces upravljanja zalihama – BPR metodom

Postojeći proces upravljanja zalihama je prakticirao naručivanje materijala i opreme približno šest puta godišnje. Da bi se analizirao postojeći broj cikluseva naručivanja materijala i opreme moramo upotrijebiti metodu ekonomske analize broja cikluseva naručivanja. Upotrebom BPR metode i poznatih podataka za naručivanje i skladištenje na godišnjoj razini može se izraditi funkcijski prikaz parametara koji opisuju ciklus naručivanja, slika 34.




**Slika 34.** *Dijagram ekonomske analize isplativosti zaliha*

Glavna karakteristika ekonomske analize isplativosti zaliha je prikazati da povećanjem količine robe (materijala i opreme) na skladištu troškovi skladištenja se smanjuju na godišnjoj razini. Također moramo naručivanje svesti u što manji broj cikluseva u toku godine, jer time padaju troškove naručivanja.

Iz slike 34. možemo jasno zaključiti da se poželjan broj cikluseva naručivanja materijala i opreme tijekom godine kreće između tri i četiri. Prema dobivenim rezultatima moramo prilagoditi strategiju naručivanja tijekom godine, ako želimo postići što bolju ekonomsku isplativost zaliha.

## 6.6. Karakteristike reinženjering metode u procesu upravljanja zalihama

U cilju povećanja kvalitete i efikasnosti, a uz smanjenje financijskih sredstava te utrošenog ljudskog angažmana potrebnog za vođenje proces upravljanja zalihama, primjenjujem nekoliko konkretnih elemenata reinženjering metoda za uštedu i unapređenje procesa upravljanja zalihama, a to su:

- oblikovanje samo jedno (centralnog) skladišta za materijal i opremu u kojem postoje odgovarajući klimatski parametri i ostali potrebni uvjeti za pravilan način skladištenja – time se izbjegavaju moguća oštećenja materijala i neispravnosti opreme;
- ujedinjenjem skladišta postižemo uštedu u pogledu održavanja objekta u cjelini;
- kada je materijal i oprema na jednoj lokaciji možemo brže, točnije i preglednije pretraživati i voditi skladišno poslovanje;
- uvođenje programa za praćenje i nadzor količina materijal i opreme u skladištu;
- što je moguće više smanjiti broja cikluseva naručivanje materijala i opreme tijekom godine;
- primjena „strateške nabave“, fokusiranje na ključne partnere (2-3) za dobavu materijala i opreme;
- potpisivanje dugoročnih ugovora koji daju mogućnost dobivanja dodatnih popusta i pogodnosti prilikom plaćanja (odgoda plaćanja), ostvarenje bržih rokove isporuke, postizanje poslovnog povjerenje i sl.;
- uređenjem lokacije skladišta, primjenom „strateške“ nabave na duži period (3-5 godina) te skladišnog poslovanja također postižemo smanjenje zaliha, a time i financijskog iznosa održanja zaliha s 6.252,00 kn/god., na 2.597,00 kn/god., odnosno s 10,42 kn/kg na 4.39 kn/kg;

## 6.7. Analiza troškova proizvodnje finog sita – BPR metoda

Primjenom elemenata BPR metoda za unaprjeđenje postojećeg procesa postigle bi se značajne uštede u pogledu smanjenja utrošenih satova rada, broja radnika, vremenom potrebnog za izradu proizvoda, te smanjenja broja faza rad unutra proizvodnog procesa.
Osim ušteda i smanjenja, unaprijeđeni proces otvara prostor za povećanje cijene satnice radnicima (~10%), koje se opravdavaju većom učinkovitošću i motivacijom radnika prema radu. Također, primjenom elemenata unapređenja otvara se prostor za konkurentniju cijenu proizvoda na tržištu. Financijsku strukturu troškova proizvodnje primjenom unaprijeđenog procesa možemo prikazati pomoću sljedećih tablice:

### 1. Troškovi naručivanja

**Tablica 23.** *Tablični prikaz troškova naručivanja*

| Opis troškova | Mjera | Količina | Cijena | Ukupno |
|---|---|---|---|---|
| Rad dipl. ing. stroj. | h | 20 | 170 Kn/h | 3.400,00 |
| Rad stroj. tehničara | h | 20 | 85 Kn/h | 1.700,00 |
| Trošak službenog vozila | km | 400 | 2,50 Kn/km | 1.000,00 |
| Trošak komunikacijskih sustava | paušal | 1 | 400 Kn | 400,00 |
| **TROŠAK NARUČIVANJA UKUPNO** (Kn): | | | | **6.500,00** |

### 2. Troškovi projektiranja

**Tablica 24.***Tablični prikaz troškova projektiranja*

| Opis troškova | Mjera | Količina | Cijena | Ukupno |
|---|---|---|---|---|
| Rad dipl. ing. stroj. | h | 25 | 170 Kn/h | 4.250,00 |
| Rad dipl. ing. kem. | h | 10 | 170 Kn/h | 1.700,00 |
| Rad stroj. tehničara (2 kom.) | h | 34 | 85 Kn/h | 2.890,00 |
| Trošak programskih paketa | paušal | 1 | 2.000 Kn | 2.000,00 |
| Trošak komunikacijskih sustava | paušal | 1 | 200 Kn | 200,00 |
| **TROŠAK PROJEKTIRANJA UKUPNO** (Kn): | | | | **11.040,00** |

### 3. Troškovi konstruiranja

**Tablica 25.** *Tablični prikaz troškova konstruiranja*

| Opis troškova | Mjera | Količina | Cijena | Ukupno |
|---|---|---|---|---|
| Rad dipl. ing. stroj. | h | 56 | 170 Kn/h | 9.520,00 |
| Rad ing.stroj. | h | 20 | 130 Kn/h | 2.600,00 |
| Rad stroj. tehničara (2 kom.) | h | 56 | 85 Kn/h | 4.760,00 |
| Trošak programskih paketa | paušal | 1 | 3.000 Kn | 3.000,00 |
| Trošak komunikacijskih sustava | paušal | 1 | 200 Kn | 200,00 |
| **TROŠAK KONSTRUIRANJA UKUPNO** (Kn): | | | | **20.080,00** |

## 4. Troškovi naručivanja materijala i opreme

**Tablica 26.** *Tablični prikaz troškova naručivanja materijala i opreme*

| Opis troškova | Mjera | Količina | Cijena | Ukupno |
|---|---|---|---|---|
| Rad radnika SSS | h | 20 | 85 Kn/h | 1.700,00 |
| Trošak informacijskih sustava | paušal | 1 | 500 Kn | 500,00 |
| Trošak komunikacijskih sustava | paušal | 1 | 400 Kn | 400,00 |
| **TROŠAK NARUČIVANJA UKUPNO** (Kn): | | | | **2.600,00** |

## 5. Troškovi izrade

**Tablica 27.** *Tablični prikaz troškova izrade*

| Opis troškova | Mjera | Količina | Cijena | Ukupno |
|---|---|---|---|---|
| Rad ing. stroj | h | 54 | 130 Kn/h | 7.020,00 |
| Rad radnika SSS | h | 58 | 85 Kn/h | 4.930,00 |
| Rad radnika KV (5 kom.) | h | 300 | 60 Kn/h | 18.000,00 |
| Rad radnika PKV (2 kom.) | h | 26 | 45 Kn/h | 1.170,00 |
| Trošak amortizacije alata i opreme | - | - | - | 9.000,00 |
| Trošak korištenja vanjskih usluga | - | - | - | 4.500,00 |
| Trošak energenata | - | - | - | 4.000,00 |
| Trošak potrošnog materijala | - | - | - | 500,00 |
| Trošak transportnih i prijenosnih sredstava | - | - | - | 1.000,00 |
| Trošak zaštitne opreme radnika | - | - | - | 350,00 |
| Trošak komunikacijskih sustava | paušal | 1 | 200 Kn | 200,00 |
| **TROŠAK IZRADE UKUPNO** (Kn): | | | | **50.670,00** |

## 6. Troškovi probnog rada

**Tablica 28.** *Tablični prikaz troškova probnog rada*

| Opis troškova | Mjera | Količina | Cijena | Ukupno |
|---|---|---|---|---|
| Rad radnika KV (2 kom.) | h | 90 | 60 Kn/h | 5.400,00 |
| Rad radnika PKV | h | 60 | 45 Kn/h | 2.700,00 |
| Trošak transportnih i prijenosnih sredstava | - | - | - | 1.000,00 |
| Trošak pomoćnih sredstava | - | - | - | 1.000,00 |
| Trošak „mokre“ probe | - | - | - | 3.200,00 |
| **TROŠAK PROBNOG RADA UKUPNO** (Kn): | | | | **13.300,00** |

## 7. Troškovi pripreme isporuke unutar poduzeća

**Tablica 29.** *Tablični prikaz troškova pripreme isporuke*

| Opis troškova | Mjera | Količina | Cijena | Ukupno |
|---|---|---|---|---|
| Rad dipl. ing. stroj. | h | 1 | 170 Kn/h | 170,00 |
| Rad radnika SSS | h | 3 | 85 Kn/h | 255,00 |
| Trošak transportnih i prijenosnih sredstava | - | - | - | 500,00 |
| Trošak informacijskih sustava | paušal | 1 | 200 Kn | 200,00 |
| Trošak komunikacijskih sustava | paušal | 1 | 100 Kn | 100,00 |
| **TROŠAK ISPORUKE UKUPNO** (Kn): | | | | **1.225,00** |

## 6.8. Izračun cijene proizvoda finog sita – BPR metoda

Kako je bilo opisano u poglavlju 8.2., glavni cilj je smanjenje iznosa fiksnih troškova proizvodnje. Na temelju opisanih i predloženih ušteda i unapređenja proizvodnih procesa, nakon primjene BPR-a, prema poglavlju 10.1., dobivamo novi kalkulacijski prostor za izračun konačne cijene finalnog proizvoda.

Unaprijeđeni proces proizvodnje omogućava taktički utjecaj menadžmenta poduzeća na cijenu proizvoda, taj utjecaj prevenstveno se odnosi na određivanje postotka obrta kapitala i zarade prilikom kalkulacije cijene.

Pomoću tablice 29. prikazujemo kalkulacijski izračun cijene proizvodnje proizvoda nakon primjene metoda za unapređenje procesa (reinženjering metoda).

**Tablica 30.** *Tablični prikaz izračuna cijene finog sita BPR metodom*

| Popis troškova | Postotak uvećanja | Cijena | Ukupno |
|---|---|---|---|
| ***FIKSNIH TROŠKOVA PROIZVODNJE*** | | | |
| Troškovi proizvodnje | - | 105.415,00 | 105.415,00 |
| Troškovi materijala | - | 36.018,00 | 36.018,00 |
| Troškovi opreme | - | 25.208,00 | 25.208,00 |
| Troškovi infrastrukture i logistike | - | 6.500,00 | 6.500,00 |
| **FIKSNIH TROŠKOVA PROIZVODNJE UKUPNO:** | | | **173.141,00** |
| ***VARIJABILNI TROŠKOVI PROIZVODNJE*** | | | |
| Troškovi bankovnih garancija plaćanja materijala i opreme | 0,5% | 173.141,00 | 866,00 |
| Troškovi transporta materijala i opreme | 0,5% | 173.141,00 | 866,00 |
| Troškovi marketinga i prezentacije | 1,5% | 173.141,00 | 2.597,00 |
| Troškovi održanja zaliha | 1,5% | 173.141,00 | 2.597,00 |
| Troškovi razvoja i unapređenja | 3% | 173.141,00 | 5.194,00 |
| Troškovi obrta kapitala | 3,5% | 173.141,00 | 6.060,00 |
| Zarada | 12% | 173.141,00 | 20.777,00 |
| **VARIJABILNI TROŠKOVI PROIZVODNJE UKUPNO:** | | | **38.957,00** |
| ***OSTALI TROŠKOVI PROIZVODNJE*** | | | |
| Faktor osiguranja proizvodnje | 0,5% | 173.141,00 | 866,00 |
| Faktor promjene nabavne cijene materijala i opreme | 0,5% | 173.141,00 | 866,00 |
| Faktor kašnjenja isporuke | 0,5% | 173.141,00 | 866,00 |
| Faktor rizika naplate | 1% | 173.141,00 | 1.732,00 |
| **OSTALI TROŠKOVI PROIZVODNJE UKUPNO:** | | | **4.330,00** |
| **CIJENA FINOG SITA UKUPNO (Kn):** | | | **216.428,00** |

# 7. PRIMJENA LEAN METODE U PROCESU PROIZVODNJE FINOG SITA

## 7.1. Primjena LEAN metode u procesu proizvodnje

Postojeći proizvodni proces može se poboljšati i usavršiti primjenom LEAN metode. Glavni smjer unapređenja temelji se na eliminaciji svih gubitaka u proizvodnom procesu te povećanja učinkovitosti i produktivnosti zaposlenika. Implementacijom navedene metode postigle bi se slijedeće uštede:

**PROJEKTIRANJE:**

- napraviti računalnu bazu dosadašnjih projekata i podataka pomoću brzih i preciznih pretraživača, kako bi se postigla što brža i pouzdana dostupnost podataka,
- maksimalno korištenje kompatibilnih softwarski program,
- izraditi bazu tipske projektne dokumentacije, koja pokriva veći dio zahtjeva kupaca/klijenata ,

- struktura radnika: projektant (dipl. ing stroj. ili dipl.ing.kemije), dva projektanta suradnika (stroj. teh.)
- trajanje: 1 dana

**KONSTRUIRANJE:**

- napraviti bazu konstrukcijske dokumentacije,
- razviti modularni način konstruiranja, tako da se uvijek koriste već postojeće provjerene komponente u konstrukcijskoj dokumentaciji, uz minimalne promjene i dorađivanja,
- uvođenje naprednog 3D program za crtanje koji omogućuje izradu konstrukcijskih proračuna, kodova za CNC strojeve, simulacija naprezanja i sl.)
- izrada konstrukcijske dokumentacije dijeli se u dvije grupe, osnovna konstrukcija i oprema; kada je dokumentacija osnovne konstrukcije gotova, odmah se šalje u odjel proizvodnje – početak proizvodnje,
- tehnolog u konstrukcijskom odjelu naručuje potreban materijal za izradu, komercijala dovršava započeti proces nabave,
- uska suradnja sa projektantskim odjelom, te neprestana kontrola proizvodnih faza;

- struktura radnika: konstruktor (dipl. ing stroj.), tehnolog (ing stroj.), jedan tehničar (stroj. teh.)
- trajanje: 2 dana

**KOMERCIJALA:**

- ugovoriti s dobavljačima materijala i opreme potrebne količine za određeno vremensko razdoblje (tri - pet godina) – primjena strateške nabave: smanjuje se nabavna cijena materijala i opreme cca. 10 - 12%, te troškovi nabave i upravljanja zalihama;
- održavati zalihe materijala tako da na skladištu uvijek ima materijala za početak izrade sita,

- struktura radnika: ekonomski radnik (SSS)
- trajanje: 7 dana

**PROIZVODNJA:**

- izradu konstrukcijski zahtjevnijih dijelova prepustiti specijaliziranim poduzećima – eliminira se problem u pogledu točnosti centriranja bubnja i pužnice,
- proizvodnju sita preseliti u jedan pogon i uvesti pokretnu liniju sklapanja,
- specijalizirati radnike za izvođenje pojedinih poslova,
- kontrola kvalitete proizvodnje,
- probni rad ukomponirati na kraju faze proizvodnje, testiranje i uhodavanje sita izvršiti u pogonu proizvodnje,

- struktura radnika: voditelj proizvodnje (ing. stroj.), poslovođa grupe (SSS), šest KV radnika, dva pomoćna radnika
- trajanje: 19 dana

**PROBNI RAD:**

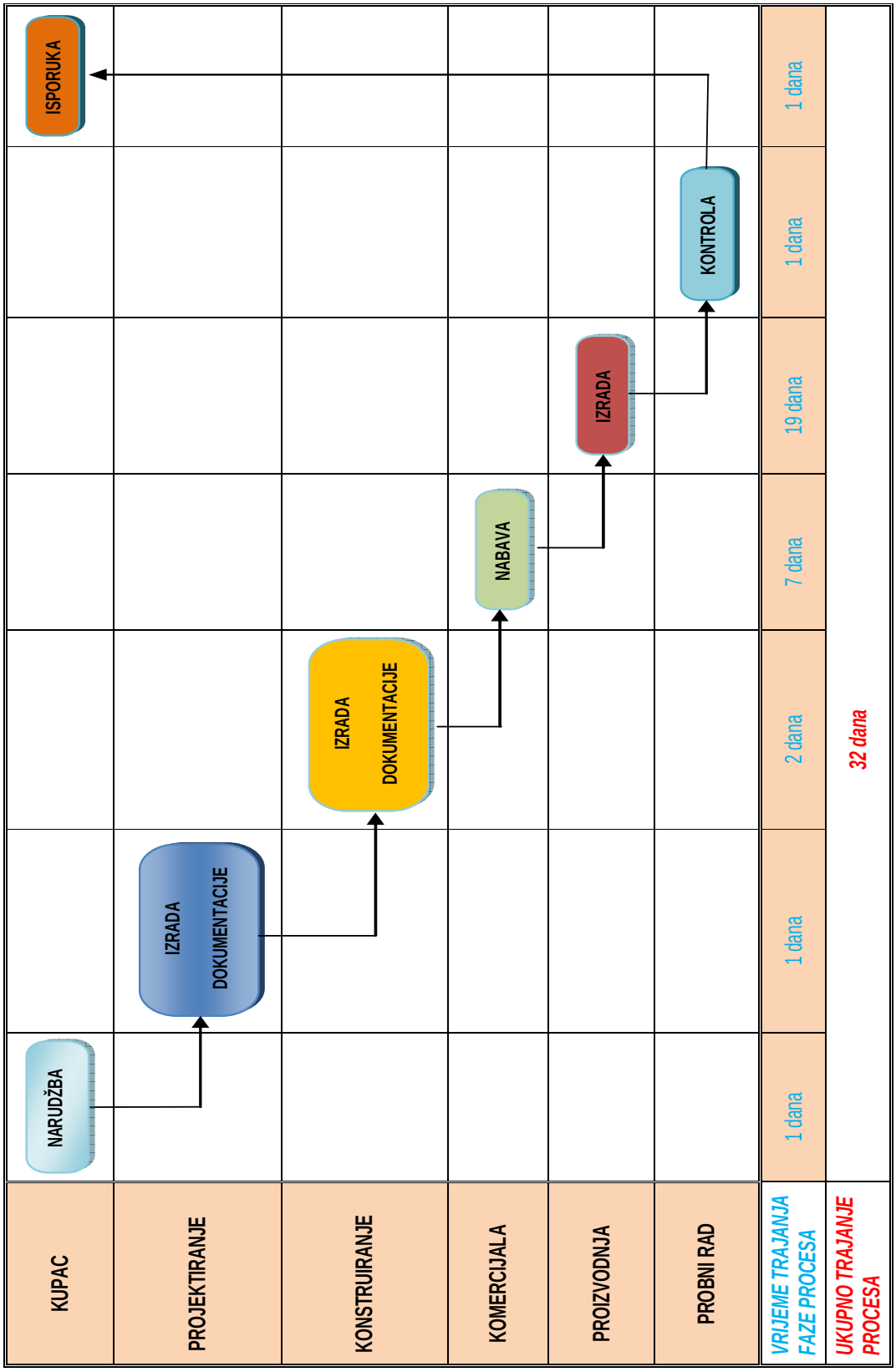
- kontrola rada sita samo „suhom“ probom,

- struktura radnika: jedan KV radnika, jedan pomoćni radnik
- trajanje: 1 dana

Navedeni prijedlozi za uštedu i usavršavanje procesa dolaze u kombinaciji s povećanjem cijene sati rada radnika u rasponu od 10 - 12 %, te smanjenju utrošenih radnih sati za izvođenje pojedinih operacija unutar procesa proizvodnje.

Također, skraćenjem vremenskog ciklusa izrade proizvoda dobiva se brži protok novčanih sredstava (kapitala), te skraćivanjem rokova ukupne proizvodnje sita od naručivanja do isporuke. Skraćivanjem rokova isporuke u prvi plan dolazi zadovoljstvo kupaca/klijenta.

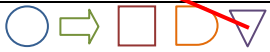
## 7.2. Aktivnosti faze izrade finog sita – LEAN metoda




**Slika 35.** *Mapiranje procesa nakon primjene LEAN metode*

Pomoću tablice 31 možemo prikazati neke od ključnih mjerljivih parametara poboljšanja proizvodnog procesa, kao što je kretanje [m], vrijeme trajanja [dan], te iskoristivost vremena [%].

**Tablica 31.** *Tablični prikaz aktivnosti izrade finog sita LEAN metode*

| **KRETANJE** [m] | **VRIJEME** [dan] | **SIMBOLI PROCESA** | **OPIS PROCESA** |
|---|---|---|---|
| 0 | 0 |  | Inox materijal na skladištu |
| 67 | 0,5 |  | Transportiranje inox materijala u proizvodni pogon |
| - | 13 |  | Izrada bubnja, konstrukcije finog sita |
| - | 7 |  | Montaža strojarskih i elektro opreme |
| - | 1 |  | Probni rad finog sita |
| - | 0 |  | Kontrola finalnog proizvoda |
| 139 | 0,5 |  | Transportiranje gotovog sita na skladište |
| - | - |  | Fino sito spremno za isporuku |
| **208** | **22** | **3 2 1 - 2** | **UKUPNO** |
| **ISKORISTIVOST VREMENA η** (%)= vrijeme operacija/ukupno vrijeme = ( 13+7+1 )/ 22,5 = **95%** | | | |
|  =operacija; =transport; =kontrola; =zastoj; =skladište; | | | |

Također, iz tablice 31 vidljiva je „protočnost“ proizvodnog ciklusa, gdje su sva nepotrebna kretanja svedena na minimum, a iskoristivost vremena unutar procesa povećana na vrlo visoku razinu učinkovitosti.

## 7.3. Izračun cijene proizvoda finog sita – LEAN metoda

Primjenom LEAN metode na opisani proizvodni proces pridaje se važnost na svaki segment procesa koji može smanjiti fiksne ili varijabilne troškove proizvodnje, odnosno s druge strane povećati profit (%) koji ostaje kompaniji po jedinici (komada) prodanog sita.

Pomoću tablice 32. prikazujemo kalkulacijski izračun cijene proizvodnje proizvoda nakon primjene LEAN metode.

**Tablica 32.** *Tablični prikaz izračuna cijene finog sita LEAN metode*

| Popis troškova | Postotak uvećanja | Cijena | Ukupno |
|---|---|---|---|
| ***FIKSNIH TROŠKOVA PROIZVODNJE*** | | | |
| Troškovi proizvodnje | - | 97.610,00 | 97.610,00 |
| Troškovi materijala | - | 34.830,00 | 34.830,00 |
| Troškovi opreme | - | 22.304,00 | 22.304,00 |
| Troškovi infrastrukture i logistike | - | 6.000,00 | 6.000,00 |
| **FIKSNIH TROŠKOVA PROIZVODNJE UKUPNO:** | | | **160.744,00** |
| ***VARIJABILNI TROŠKOVI PROIZVODNJE*** | | | |
| Troškovi bankovnih garancija plaćanja materijala i opreme | 0,3% | 160.744,00 | 482,00 |
| Troškovi transporta materijala i opreme | 0,5% | 160.744,00 | 803,00 |
| Troškovi marketinga i prezentacije | 1,0% | 160.744,00 | 1.607,00 |
| Troškovi održanja zaliha | 0,8% | 160.744,00 | 1.285,00 |
| Troškovi razvoja i unapređenja | 2,5% | 160.744,00 | 4.018,00 |
| Troškovi obrta kapitala | 2,5% | 160.744,00 | 4.018,00 |
| Zarada | 14,00% | 160.744,00 | 22.500,00 |
| **VARIJABILNI TROŠKOVI PROIZVODNJE UKUPNO:** | | | **34.710,00** |
| ***OSTALI TROŠKOVI PROIZVODNJE*** | | | |
| Faktor osiguranja proizvodnje | 0,5% | 160.744,00 | 803,00 |
| Faktor promjene nabavne cijene materijala i opreme | 0,3% | 160.744,00 | 482,00 |
| Faktor kašnjenja isporuke | 0,2% | 160.744,00 | 320,00 |
| Faktor rizika naplate | 0,5% | 160.744,00 | 803,00 |
| **OSTALI TROŠKOVI PROIZVODNJE UKUPNO:** | | | **2.408,00** |
| **CIJENA FINOG SITA UKUPNO (Kn):** | | | **197.862,00** |

Iz tablice 32 je vidljiv strateški utjecaj menadžmenta koji prevenstveno utječe varijabilne troškove, i to u pogledu smanjivanja postotka tzv. „mrtvog“ kapitala (garancije plaćanja materijala, opreme, transporta, zaliha … i sl.)

# 8. POKAZATELJI USPJEŠNOSTI PROIZVODNIH PROCESA

Uspješnost opisanih proizvodnih procesa (postojećeg, BPR i LEAN) možemo usporediti pomoću nekoliko mjerljivih karakterističnih parametara uspješnosti. Glavna svrha usporedbe proizvodnje je analiza rezultata promjenjivih parametara uspješnosti svakog procesa zasebno, izraženih u postocima, vidi tablicu 33.

**Tablica 33.** *Usporedba postojeće i poboljšane proizvodnje*

| ***PARAMETRI USPJEŠNOSTI*** | ***POSTOJEĆA PROIZVODNJA*** | ***BPR METODA*** | ***LEAN METODA*** | ***UŠTEDA [%]*** | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | | ■ / ■ | ■ / ■ |
| ***VRIJEME*** [t] *(dan)* | 77 | 46 | 32 | 40 | 58 |
| ***PRODUKTIVNOST*** [P] *(komada/godini)* | 4 | 6 | 9 | 50 | 125 |
| ***WIP*** [W] *(radni proces)* | 10 | 7 | 6 | 30 | 40 |
| ***RADNI TAKT*** [T] *(h)* | 616 | 368 | 329 | 40 | 46 |
| ***BROJ LJUDI*** [$N_H$] | 31 | 21 | 19 | 32 | 38 |
| ***KRETANJE*** [K] *(m)* | 440 | 254 | 208 | 42 | 52 |
| ***POTREBNI PROSTOR*** [A] *($m^2$)* | 550 | 350 | 300 | 36 | 45 |
| ***ČEKANJE*** [Z] *(h)* | 78 | 44 | 25 | 43 | 68 |
| ***MASA FINOG SITA*** [m] *(kg)* | 1240 | 1120 | 1050 | 10 | 18 |
| ***CIJENA FINOG SITA*** [$C_S$] *(kn/komadu)* | 261 542,00 | 216 428,00 | 197 862,00 | 18 | 24 |
| ***ULAGANJE U TEHNOLOGIJU*** [$U_T$] *(kn/godini)* | 207 400,00 | 221 100,00 | 247 000,00 | -7 | -19 |

Iz prikazane tablice 33, u prvom redu mogu se jasno iščitati pozitivan i učinkoviti napredak upotrijebljenih metoda za unaprjeđenje procesa (BPR, LEAN). Iskazani rezultati daju konkretnu projekciju vrijednosti za svaki mjerljivi dio procesa. Takva jasna projekcija rezultati može biti vrlo korisna menadžmentu poduzeća pri donošenju strateških odluka.

Dobiveni rezultati za *postojeći proces* su stvarni i dobiveni su mjerenjem i izračunom stvarnih vrijednosti. Također, važno je naglasiti da su prikazani rezultati proizvodnje pomoću metoda za unaprjeđenje procesa (BPR, LEAN) projekcije, te se temelje na procjenama i pozitivnih efekata spomenutih metoda.

# 9. ZAKLJUČAK

Planiranje, praćenje i unapređenje proizvodnje sastavni je dio upravljanja proizvodnjom, tj. tehnička, logistička i informacijska potpora proizvodnji. Sve to zajedno je ključni element organizacije proizvodnje, pa ga tako treba i prihvatiti. Učinkovitost proizvodnje je plod koordiniranog rada svih sudionika proizvodnje. Također, preporučljivo je uvažiti karakteristike poznatog trinoma: ***prodaja, nabava i proizvodnja*** odnosno planiranje proizvodnje. Zadatak proizvodnje je ispunjen tek kada se uz što manje napora i uloženih resursa postigne kvalitetan proizvod koji može zadovoljiti (naći) kupca, a poduzeću donijeti željeni profit.

Analiza upravljanja proizvodnjom i zalihama postojećeg procesa finog sita pokazuje mnoge nedostatke koji se u svakodnevnom radnom okružju ne mogu zapaziti. Iz razloga da pokušamo poboljšati postojeći način upravljanja proizvodnjom i zalihama predložili smo moguća poboljšanja u cilju skraćivanja vremena proizvodnje i smanjenju troškova po jedinici proizvoda kao što je proizvod pod nazivom „fino sito“.

Prilikom implementacije metode za unaprjeđenje, potrebno je obratiti pažnju kakav učinak (efekt) želimo postići u konačnici, jer svaka metoda ima drugačiji pristup i efekt poboljšanja/unapređenja. Reinženjering metoda (BPR) kreće u promjene drastično (fundamentalno), te se fokusira na rješavanje gorućih problema i nedostataka unutar procesa. Primjenom takve metode na proces dobivaju se pozitivni rezultati u kratkom roku, ali djelovanje metoda ne obuhvaća sve sustave unutar procesa.
S druge strane LEAN metoda kreće u rješavanje problema temeljito (sustavno, korak po korak), te pokušava otkloniti nedostatke i gubitke u svakom djelu (segmentu) procesa. LEAN metoda često u praksi postiže nešto bolje rezultate, ali na efekt pozitivnih rezultate treba duže čekati, a i ulaganja u poboljšanje procesa su nešto veća, zahtjevnija i složenija.

Nakon primjene reinženjering metode (BPR i LEAN) na postojeći proces dobivaju se značajni pozitivni pomaci (rezultati) u pogledu radnog učinka zaposlenika, skraćivanja vremena proizvodnje, poboljšanja kvalitete izrađenog proizvoda, te povoljniji financijski rezultati. Pozitivni učinci ne mogu se realizirati bez dodatnog ulaganja, koja se prvenstveno odnose na zamjenu postojećih softverskih sustava i tehnoloških linija za proizvodnju, te edukaciju zaposlenika. Vrlo je važno prilikom primjene metoda unaprjeđenja odabrati povoljan omjer dodatnih uloženih sredstava u odnosu na stvarne rezultate koje proces može nakon rekonstrukcije (preoblikovanja) ostvariti.

## POPIS LITERATURE


1. Vila, A., Leicher, Z.,: Planiranje proizvodnje i kontrola rokova, Informator Zagreb, 1982.;
2. Roger, G., Schroeder,: Upravljanje proizvodnjom – odlučivanje u funkciji proizvodnje, Mate d.o.o. Zagreb 1993.;
3. Čala, I.: Vođenje projekata, skripta s predavanja, Zagreb, 2008.;
4. Čala,I.: Planiranje i praćenje proizvodnje, skripta s predavanja, Zagreb, 2009.;
5. Hammer, M., Champy, J., „Reinženjering tvrtke“, Mat d.o.o. Zagreb, 2009.;
6. Štefanić, N.: Menadžment, skripta s predavanja, Zagreb, 2006 / 2007.;
7. Štefanić, N., Tošanović, N.: prezentacija „LEAN proizvodnja“, 2010.;
8. James P. Womack, Daniel T. Jones; „Lean thinking“, Free Press, NY, 2003;
9. Hawkins, B., Smith, R.: Lean Maintenance, USA 2004;
10. Bloomberg, D.J., Lemay, S., Hanna, J.B., „Logistika“, Mate d.o.o. Zagreb, Zagreb 2006.
11. Nikolić, G., Čala, I., Kostešić, V.,: Metode planiranja u proizvodnji odjeće, Zrinski d.d. Zagreb 2010.;
12. Segetlija, Z., “Uvod u poslovnu logistiku”; Ekonomski fakultet Osijeku 2008.,
13. Zelenika, R., Pupovac, D., Menadžment logističkih sustava, Ekonomski fakultet Sveučilišta u Rijeci, Rijeka, 2005.
14. Ferišak, V., „Nabava: politika-strategija organizacija-managment“ 2., aktualizirano i dopunjeno izdanje – Zagreb: vlast. nak., 2006.,
15. Bosilj Vukšić, V., Hernaus, T., Kovačič, A. (2008), Upravljanje poslovnim procesima, organizacijski i informacijski pristup, Školska knjiga, Zagreb;
16. ISO 9001, CONING GRUPE;
17. www.poslovniforum.hr/management/rjecnik.asp;
18. www.scribd.com;
19. www.supply-chain.org;
20. www.emeraldinsight.com
21. www.googel.com

# ŽIVOTOPIS

*OSOBNI PODACI:*


| | |
|---|---|
| Ime i prezime: | Zoran Bahunek |
| Datum i mjesto rođenja: | 05. studeni 1980., 42 000 Varaždin |
| Adresa: | Kralja Tomislava 49, 42 223 Var. Toplice |
| E- mail: | zoranbahunek@yahoo.com |


*OBRAZOVANJE:*

| | |
|---|---|
| 1999.-2005. | Fakultet strojarstva i brodogradnje Zagreb<br>smjer: Konstrukcije, motori i vozila |
| 1995.-1999. | Strojarska škola Varaždin |

*RADNO ISKUSTVO:*

| | |
|---|---|
| 2006.-2009. | građevinska tvrtka, Varaždin<br>voditelj strojarstva; |
| 2009.-2012. | građevinska tvrtka, Varaždin<br>voditelj projekta, projektant; |

*VJEŠTINE:*

- ovlašteni inženjer strojarstva, strukovni smjer za grijanje ventilaciju, klimatizaciju, rashladnu tehniku, pripremu i obradu vode;
- položeni stručni ispit za obavljanje poslova prostornog uređenja i građenja;
- položeni stručni ispit za stručnjaka zaštite na radu (opći i posebni dio);
- položeni ispit za koordinatora I (u fazi izrade projekta) i koordinatora II (u fazi izvođenja radova);
- položeni inženjerski seminar iz protueksplozijske zaštite uređaja i instalacija (PEX);
- položeni ispit za Auto Cad specijalistu;
- korištenje 3D programskog paketa Inventor;

# BIOGRAPHY

*PERSONAL DATA:*


| | |
|---|---|
| Name and surname: | Zoran Bahunek |
| Date and place of birth: | 05. studeni 1980., 42 000 Varaždin |
| Address: | Kralja Tomislava 49, 42 223 Var. Toplice |
| E-mail: | zoranbahunek@yahoo.com |


*EDUCATION:*

| | |
|---|---|
| 1999.-2005. | Faculty of Mechanical Engineering and Naval Architecture, Zagreb<br>direction: construction, engines and vehicles |
| 1995.-1999. | Engineering schools Varaždin |

*WORK EXPERIENCE:*

| | |
|---|---|
| 2006.-2009. | Construction company, Varaždin<br>Manager of Engineering |
| 2009.-2012. | Construction company, Varaždin<br>Project manager, Mechanical design enginer |

*PERSONAL SKILLS AND COMPETENCES:*

- member of the Croatian Chamber of Mechanical Engineers;
- passed professional examination for Physical Planning and Construction;
- passed professional examination of safety at work;
- passed professional examination of coordinator I and II (Safety at Work);
- passed professional examination of explosion protection equipment and installations;
- passed the test for Auto Cad specialist;
- use Inventor 3D software package;