

**UNIVERZITET U BEOGRADU  
TEHNIČKI FAKULTET U BORU  
ODSEK ZA INŽENJERSKI MENADŽMENT**

*Ivan Mihajlović   Nenad Milijić   Aca Jovanović*

# **UPRAVLJANJE PROIZVODNJOM**

**- Bor -  
2016.**

# **UPRAVLJANJE PROIZVODNJOM**

*Autori:*

Dr Ivan Mihajlović, Vanredni profesor  
Tehničkog fakulteta u Boru Univerziteta u  
Beogradu

Dr Nenad Milijić, Docent Tehničkog  
fakulteta u Boru Univerziteta u Beogradu

Dr Aca Jovanović, Vanredni profesor  
Fakulteta za projektni i inovacioni  
menadžment, Beograd

*Izdavač:*

Tehnički fakultet u Boru

*Za izdavača:*

Prof. dr Dragana Živković, dekan

*Urednik:*

Prof. dr Svetlana Ivanov, Predsednik komisije za  
izdavačku delatnost – Tehničkog fakulteta u Boru

*Tiraž:*

100 primeraka

*Štampa: Elektronsko CD izdanje*

ISBN: 978-86-6305-039-6

*Recenzenti:*

Prof. Dr Živan Živković, redovni profesor  
Tehničkog fakulteta u Boru Univerziteta u Beogradu,

Prof. Dr Vesna Spasojević Brkić, vanredni profesor  
Mašinskog fakulteta, Univerziteta u Beogradu.

**SADRŽAJ:**

Poglavlje 1.0. Uvod	5
Poglavlje 2.0. Proizvodni sistemi u interakciji sa poslovnim okruženjem – poslovno proizvodni sistemi	7
2.1. Efektivnost i efikasnost PPS-a	13
Poglavlje 3.0. Portfolio proizvoda kompanije - Proizvodni program	22
3.1. Potrebe tržišta	26
3.2. Proizvodni kapaciteti	32
3.3. Metode i tehnike utvrđivanja korišćenja proizvodnih kapaciteta	40
3.4. Alternativni planovi kapaciteta	48
3.5. Četiri V	49
Poglavlje 4. Razvoj i proučavanje proizvoda	51
4.1. Razvoj proizvoda	51
4.2. Proučavanje proizvoda	68
4.3. Brz razvoj proizvoda	74
4.4. Brz razvoj prototipa	79
4.5. Matrice razvoja proizvoda	82
4.6. Konkurentno inženjerstvo	85
Poglavlje 5.0. Kvalitativni i kvantitativni aspekt proizvodnje - Tipovi proizvodnje	88
5.1. Kvantitativni aspekt proizvodnje	89
5.2. Kvalitativni aspekt proizvodnje	90
5.3. Optimizacija veličine proizvodne serije	91
Poglavlje 6.0. Planiranje proizvodnje	98
6.1. Aktivnosti planiranja proizvodnog procesa	102
6.2. Normiranje potrebne količine materijala	106
6.3. Projektovanje i konstruisanje	108
6.4. Projektovanje tehnoloških procesa i detaljna razrada tehnoloških postupaka	111
6.5. Planiranje procesa uz podršku računara -CAPP	119
Poglavlje 7.0. Organizacija neposredne pripreme procesa proizvodnje	123
7.1. Operativno planiranje i terminiranje	125
7.2. Lean/resursno štedljiva proizvodnja	143
7.3. Obezbeđivanje uslova za proizvodnju u okviru neposredne pripreme	155
7.4. Raspored organizacionih celina PPS-a sa aspekta tokova materijala - Layout	168
7.5. Održavanje proizvodne opreme	197
Poglavlje 8.0. Upravljanje vremenom	200

8.1.	Tipovi organizacije toka redosleda operacija	203
Poglavlje 9.0.	Just-in-time (pravovremena) proizvodnja	210
Poglavlje 10.0.	Realizacija i regulisanje proizvodnje	217
10.1.	Lansiranje proizvodnje	219
Poglavlje 11.0.	Organizacija proizvodnje na makro i mikro nivou	222
11.1.	Projektovanje radnih mesta – Job Design	224
Poglavlje 12.0.	Klima bezbednosti na radu kao značajan segment ergonomije radnog mesta	236
12.1.	Klima bezbednosti	236
12.2.	Bezbednost na radu	237
12.3.	OHSAS 18000 standard	250
Poglavlje 13.0.	Kontrola kvaliteta u proizvodnji	255
13.1.	Osnovne metode kontrole kvaliteta u proizvodnji	256
Poglavlje 14.0.	Troškovi karakteristični za proizvodne procese	262
14.1.	Analiza kritične tačke	272
	Literatura	274

## **POGLAVLJE 1.0. UVOD**

Upravljanje proizvodnjom (manufacturing management) bavi se kreiranjem produkata kompanije te je, samim time, jezgro poslovanja kompanije. Iz tih razloga je neophodno poznavati ulogu, obaveze i oblasti uključene u upravljanje proizvodnjom.

Međutim, kako savremeni menadžment operacija podrazumeva da je u modernom tržišnom okruženju nemoguće formirati finalni proizvod bez istovremenog kreiranja usluge, koja taj proizvod prati, najčešće se kao finalni ishod operacija proizvodnje javlja paket proizvod-usluga. S tim u vezi, sam proizvodni proces je razmatran kao širi koncept operacija unutar Poslovno Proizvodnih Sistema (PPS).

U okviru kompanija – PPS, funkcija proizvodnje je organizovanje resursa kompanije usmereno ka proizvodnji finalnih produkata. Pri tome, upravljanje proizvodnjom uključuje sve aktivnosti, odluke i obaveze menadžera proizvodnje.

Sve navedene aktivnosti usmerene su ka konačnom proizvodu kompanije i profitu koji se na taj način ostvaruje. Naime, osnovna svrha postojanja bilo kojeg PPS-a je upravo u generisanju finalne vrednosti, realizacijom proizvoda na tržištu, koja je veća od vrednosti investicije u proizvodni ciklus. Samim time, svrha je stvaranje konačnog profita. Pri tome, pod vrednošću ne posmatramo proizvod kao fizičku pojavu, već pod vrednošću podrazumevamo ono za šta je krajnji korisnik – potrošač – spreman da da svoj novac.

Da bi se sa sigurnošću tvrdilo da se proizvodne operacije odvijaju efektno i efikasno i da su proizvedeni produkti u skladu sa zahtevima modernog tržišta, primenjuje se savremeni koncept planiranja proizvodnje i kontrole (PP&C). Prema ovom konceptu, proizvodnja mora organizovati svoje resurse tako da su oni dostupni: U odgovarajućoj količini; u odgovarajućem momentu vremena; na odgovarajućem nivou kvaliteta.

Da bi ovo ispunili, poslovno proizvodni sistemi moraju uzeti u obzir sledeća dva elementa:

- Operaciono dostupne resurse kao što su: radna snaga, mašine, materijal, itd – interni uslovi – definisani ponudom,
- Opšte i specifične zahteve stvarnih i potencijalnih kupaca – eksterni uslovi – definisani potražnjom. Pri čemu se pod stvarnim kupcima podrazumevaju klijenti koji su naručili određene proizvode od PPS-a (koncept poslovanja za poznatog kupca), dok

pod potencijalnim kupcima podrazumevamo one segmente tržišta koji bi bili zainteresovani za naš proizvodni program – definisane na osnovu istraživanja tržišta i marketing plana.

PP&C obezbeđuje sisteme, procedure i odluke da spoji ova dva uslova (interni i eksterni) i na taj način poveže Ponudu i Potražnju.

Uloga upravljanja proizvodnjom je da na osnovu generisanih odluka u sistemu PP&C vrši planiranje, sprovođenje, kontrolu i optimizaciju svih aktivnosti u okviru proizvodnih operacija PPS-a. Pri tome, obzirom na sveobuhvatnost i kompleksnost savremenih proizvodnih operacija, posebno u većim PPS – ima, analiza i optimizacija procesa proizvodnje se ne odvija globalno, već se izdvajaju pojedini segmenti kao zasebne operacione celine, te vrši njihova optimizacija. Naravno, u svakom momentu treba imati u vidu da je svaka organizaciona celina procesa proizvodnje u isto vreme i deo veće celine ukupnog PPS-a, te rezultati optimizacije moraju biti komplementarni.

Pri tome, u cilju upravljanja i optimizacije, menadžerima proizvodnje su na raspolaganju i brojni alati razvijeni u savremenoj praksi menadžmenta proizvodnje. U toku obrade pojedinih oblasti, u ovoj knjizi, biće predstavljene savremene tehnike, metode i alati svetske prakse upravljanja proizvodnjom.

Neke od osnovnih oblasti kojima se u svakodnevnoj praksi bave menadžeri proizvodnje su: Razvoj proizvoda; Planiranje procesa proizvodnje; Definisanje layout-a proizvodnih postrojenja (raspored proizvodne opreme); Planiranje ljudskih resursa u okviru planiranja proizvodnog procesa (job design); Planiranje i kontrola kvaliteta; Unapređenje performansi proizvodnje; Menadžment održavanja proizvodnih postrojenja; Kontrola kvaliteta proizvodnje. U ovoj knjizi će detaljno biti obrađena svaka od oblasti rada menadžera proizvodnje, kao i vrste interakcija koje oni mogu imati sa ostalim nivoima menadžmenta, kao i sa samim operaterima u proizvodnim procesima.

## POGLAVLJE 2.0. PROIZVODNI SISTEMI U INTERAKCIJI SA POSLOVNIM OKRUŽENJEM – POSLOVNO PROIZVODNI SISTEMI

Prema opšte prihvaćenoj definiciji, proizvodnja predstavlja svrhishodnu delatost u kojoj se određeni skup materijalnih elemenata i raznih vidova energije transformiše u određena materijalna dobra (takođe i nematerijalna, usluge-šire posmatrano) a koje zadovoljavaju određene iskazane potrebe.

Proizvodnja u bilo kojoj kompaniji ima na raspolaganju različite resurse neophodne za odvijanje procesa proizvodnje. Priroda i ograničenja ovih resursa se određuje strategijskim planiranjem i operativnim planom proizvodnje.

Obzirom na gore datu definiciju proizvodnje, dolazi se do zaključka da proizvodnju možemo predstaviti modelom transformacionog procesa, čiji je jednostavniji slučaj predstavljen na slici 1, dok je nešto složeniji model transformacionog procesa dat na slici 2.

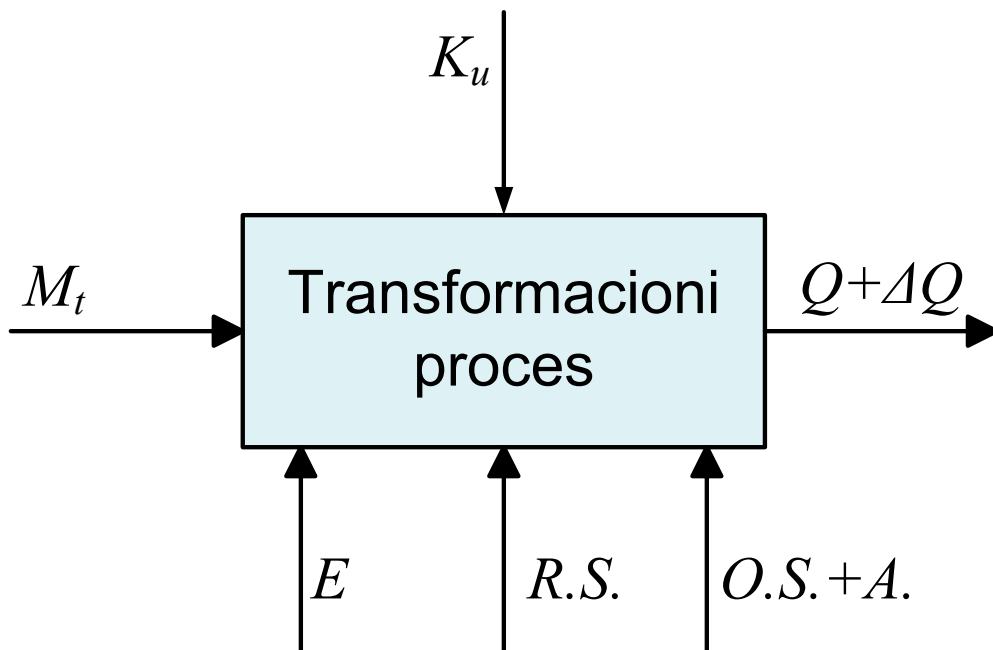


Slika 1. Proizvodnja prikazana modelom transformacionog procesa

Pri čemu ulazne veličine u procesu transformacije  $\Sigma X_i$  predstavljaju: energiju, materiju, rad i informacije, dok izlazne veličine  $\Sigma Y_i$  predstavljaju proizvode i usluge kao osnovni motiv za organizovanje proizvodnje i egzistenciju PPS-a.

Sama proizvodnja se realizuje kroz brojne tehnološke procese. Proces proizvodnje predstavlja jedan dinamički sistem u kome postoji kretanje materijala (materijalni tokovi) i kretanje informacije (informacioni tokovi). Kod složenijih proizvodnih sistema ovi tokovi mogu biti veoma kompleksni, te zahtevaju adekvatne sistemske alate za njihovo upravljanje.

Sistem upravljanja proizvodnjom funkcioniše po principu povratne sprege (slika 1), na taj način što se vrši ocena kvaliteta finalnog proizvoda-Y, u kojoj meri ona zadovoljava planirane vrednosti. Ako postoji odstupanje, onda se na osnovu dobijenih informacija vrši korekcija polaznih parametara (materijal, tehnološki proces i drugo) da bi se dobio željeni rezultat Y. Takođe, povratna sprega se može odnositi i na zatvaranje ciklusa proizvodnje realizacijom proizvoda na tržištu, odnosno prodajom. Ukoliko se ostvare sredstav prodajom, vraća se pozitivna informacija za početak novog ciklusa proizvodnje.



Slika 2. Kompleksni prikaz transformacionog procesa

( $M_t$ -sirovina(materijal);  $Q$  gotovi proizvodi;  $\Delta Q$ -otpadni materijal (škart);  $E$ -energija;  $R.S.$ -radna snaga;  $O.S.$ -osnovna sredstva;  $A$ -alati (standardni, nestandardni, pomoćni pribor);  $K_u$ -ugrađeni proizvodni kapacitet

Prema slici 2, ulazi u proces ( $\sum X_i$ ) su materijal, energija, radna snaga, osnovna sredstva i različiti alati. Takođe, postojeći – ugrađeni proizvodni kapacitet se javlja kao bitan faktor za obezbeđenje uslova proizvodnje. Na izlazu se javljaju ( $\sum Y_i$ ) koji uključuju gotove proizvode i otpadni materijal, odnosno škart. Pod škartom se podrazumeva procenat defektnih proizvoda, koje kompanija usvaja kao prihvatljiv. Međutim u ovu klasu  $\Delta Q$  spadaju i različiti nusprodukti proizvodnje i otpadni materijal. Naime, u proizvodnji se gotovo nikada sav ulazni materijal neće upotrebiti za izradu finalnih proizvoda, već se deo gubi kao rastur materijala. Osim toga, deo ulaznih materijala se ponekad



transformiše u prateće – nusprodukte, koji se možda ne mogu direktno upotrebiti već se odbacuju, posebno u procesnoj industriji.

Svakodnevno odvijanje proizvodnje se oslanja na aktivnosti sistema za planiranje proizvodnje i kontrolu (PP&C). Osnovna svrha (PP&C) je da obezbedi efikasni tok proizvodnje i da su konačni proizvodi u svakom pogledu izrađeni prema potrebama tržišta.

U tom smislu, proizvodnja mora organizovati svoje resurse tako da su oni dostupni:

1. U odgovarajućoj količini
2. Na odgovarajućem nivou kvaliteta
3. U odgovarajućem vremenu

Pri tome naravno treba imati u vidu da se u gornjim stavkama javlja pojam “odgovarajuće” količine, vremena i nivoa kvaliteta. Nikako ne treba posmatrati da je odgovarajuće u isto vreme i maksimalno. Naime, odgovarajuća količina proizvoda, nije i istovremeno maksimalna količina koju omogućuju proizvodni kapaciteti. Takođe, odgovarajući nivo kvaliteta se definiše potrebom segmenata tržišta kojima se proizvod nudi i nije obavezno maksimalni mogući nivo kvaliteta.

Da bi ostvarili navedene ciljeve operateri moraju uzeti u obzir sledeća dva elementa:

Prvi element su resursi dostupni operateru kao što su: radna snaga, mašine, materijal, itd – koji definišu potencijalnu ponudu PPS-a.

Drugi element su opšti i specifični zahtevi stvarnih i potencijalnih kupaca, koji definišu potražnju.

PP&C obezbeđuje sisteme, procedure i odluke za spajanje navedena dva elementa i na taj način povezuje Ponudu i Potražnju. I ponuda i potražnja se moraju posmatrati kao dinamički aspekti samog procesa proizvodnje, te samim time vreme igra značajnu ulogu u procesima planiranja i kontrole proizvodnih operacija PPS-a. O svakom od navedena tri elementa (količina, kvalitet i vreme), biće više reči u narednim poglavljima.

Ono što je važno istaći je da sve operacije proizvodnje zahtevaju planiranje i kontrolu, iako međusobne veze i detalji samog načina proizvodnje mogu varirati.

Neke operacije je teže planirati od drugih. Teško je planirati one operacije koje imaju visok nivo nepredvidljivosti. Neke je teže kontrolisati u odnosu na druge. Postoje principi i tehnike koje su razvijene da pomognu menadžerima proizvodnje u planiranju i

kontroli proizvodnih operacija. Neke od njih, kao MRP, MRPII, ERP, JIT i LEAN concept sinhronizacije proizvodnje, su razvijene do nivoa širokog koncepta pa čak i filozofije.

Današnje konkurentsko poslovanje u mnogome zahteva (PP&C) sisteme u kompaniji i njihovo stalno unapređenje. Postoje mnogi faktori koji izazivaju potrebu za boljim i efektivnijim (PP&C) sistemima, među najvažnijim su:

1. *Konkurencija*. Naime, teško je u današnje vreme selektovati proizvod bilo koje vrste koji proizvodi samo i isključivo jedan proizvođač. Najčešće se bilo koji tip proizvoda istovremeno proizvodi u proizvodnim pogonima većeg broja kompanija. Takođe je količina ukupnih raspoloživih proizvoda na svetskom tržištu (ponuda) znatno veća od realne potrebe potrošača (potražnja), te se samim time javlja konkurencija. Adekvatna produktivnost i koncept upravljnja proizvodnjom je važan način poboljšanja konkurentskog položaja kompanije.

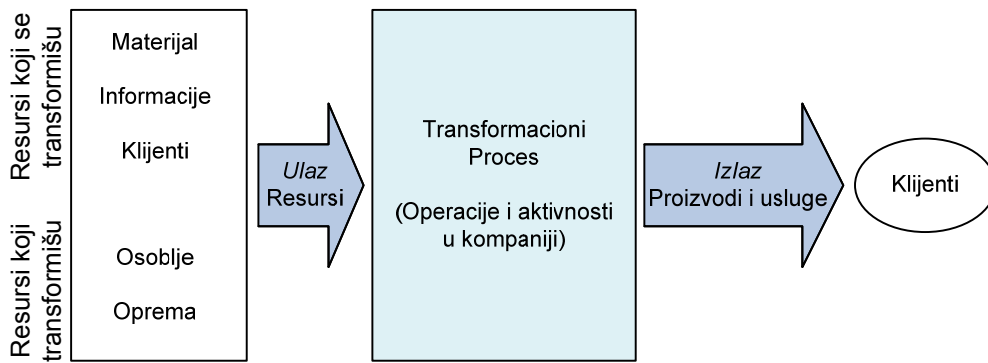
2. *Povećana kompleksnost proizvedenih produkata ali i tržišta koje apsorbuju ove produkte*. Naime, obzirom na veću ponudu, savremeni kupci mogu imati i specifične zahteve u pogledu kvaliteta proizvoda za koje su spremni da daju svoj novac. Pored toga, postoje i izvesni trendovi razvoja proizvoda, kod kojih je određena kompleksnost sada već standardna forma. Same ove promene, generisane na tržištu, su postavile veće zahteve operacijama proizvodnje, koje se moraju planirati i kontrolisati efikasnije i sa većom odgovornošću.

Indikatori napredka u ovom procesu su da kompanija povećava opseg proizvodnje i da ima ambicioznije tržišne planove.

Mnoge proizvodne kompanije dobijaju ili gube svoje konkurentske prednosti zasnovano na tome kako pristupaju (PP&C), odnosno:

- Kako je dizajniran (PP&C) sistem,
- Kako se primenjuje,
- Kako funkcioniše,
- Kako se poboljšava.

U savremenoj teoriji i praksi menadžmenta, upravljanje proizvodnjom se smatra značajnom oblašću menadžmenta operacija PPS-a. Te će se do kraja ovog poglavlja, transformacioni proces posmatrati iz ugla posmatranja menadžmenta operacija kompanije. Iz ugla menadžmenta operacija, sve operacije bilo koje kompanije, mogu se predstaviti opštim modelom transformacionog procesa, predstavljenim na slici 3. Ukoliko bi se u obzir uzele i sve druge funkcije kompanije, i njigova interakcija sa transformacionim procesom, dobio bi se kompleksniji prikaz dat na slici 4.



Slika 3. Transformacioni proces PPS-a

Interakcija transformacionog procesa sa ostalim funkcijama kompanije, biće detaljno obrađena u narednim poglavljima. Ovde će biti predstavljen transformacioni proces prema aspektima predstavljenim na slici 3.

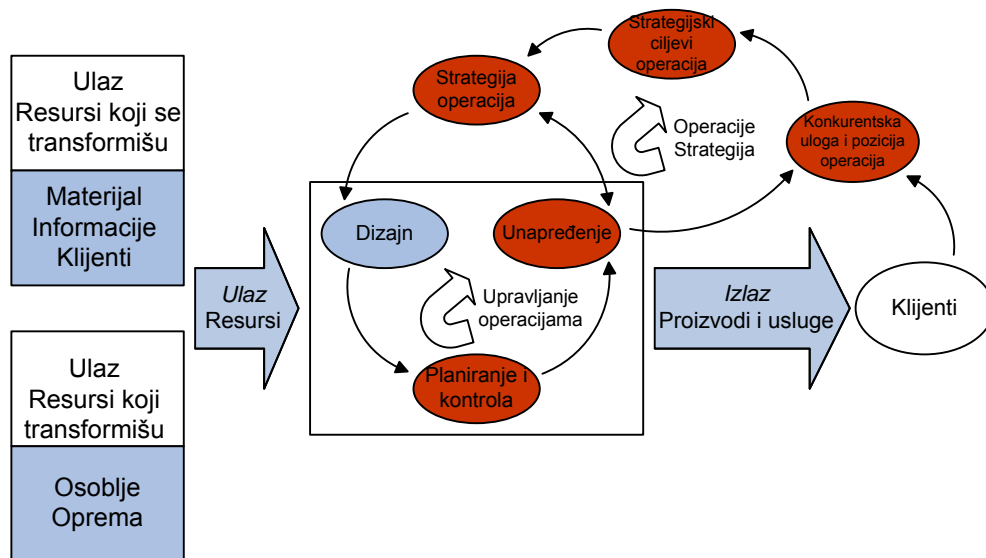
Naime, na ulazu u bilo koji proces proizvodnje ili stvaranja usluga, javljaju se ulazni resursi. Sami ulazni resursi se dele na resurse koji se transformišu i resurse koji transformišu. U resurse koji se transformišu spadaju materijal, informacije i klijenti. Obično nije teško zamisliti transformaciju materijalnih resursa u toku procesa proizvodnje ili stvaranja usluga. Ipak, često je teže zamisliti transformaciju informacija a posebno klijenata. Međutim, ukoliko se kao primer uzme marketing agencija. U ovakvom PPS-u, ulazi u proces transformacije su upravo informacije, koje marketing stručnjaci sakupljaju na terenu i od njih formiraju adekvatnu bazu podataka. U transformacionom procesu se ova baza podataka obrađuje do finalnih izveštaja koji se nude klijentima. Na taj način, očigledno je da je u ovakvim PPS-ima upravo informacija ulazna veličina u transformacioni proces. S druge strane, ukoliko se razmatra transformacioni proces koji se odvija u klinici ili frizerskom salonu, na ulazu procesa su sami klijenti. U toku transformacionog procesa klijent dobijaju adekvatni tretman, te na izlazu imamo iste klijente kojima je kroz transformacioni proces pružena adekvatna usluga. Samim time, jasno je da u pojedinim slučajevima i klijenti mogu biti resursi koji se transformišu.

Što se tiče resursa koji transformišu, ovde spadaju osoblje i oprema. Zavisno od toga o kakvom se procesu radi i tipu kompanije, razlikujemo različite vidove opreme koja se koristi kao i osoblje različitih nivoa stručnosti i veština. U pojedinim granama privrede, za transformacioni proces su značajnije kompetencije zaposlenih (osoblja), kao što je slučaj kod npr. marketing agencija

ili konsultantskih kuća. U automatizovanoj proizvodnji (npr. savremene fabrike automobila), značajnija je investicija u sofisticiranu proizvodnu opremu, dok su zaposleni operateri često nižeg stepena obuke. U pojedinim operacijama, podjednako su značajne investicije u opremu i ljudstvo, kao što je npr. slučaj u savremenim klinikama ili u ugostiteljstvu.

Unutar samog transformacionog procesa kompanija, nalaze se sve faze i aktivnosti koje treba obavljati na ulaznim resursima, kako bi se od njih generisali proizvodi i/ili usluge, koje će se ponuditi krajnim korisnicima. Obzirom na kompleksnost operacija koje su uključene u transformacioni proces, ovaj udžbenik će se najvećim delom upravo baviti opisivanjem procesa dizajna, planiranja, kontrole, sprovođenja i unapređenja aktivnosti samog transformacionog procesa. Na izlazu iz transformacionog procesa kompanije javljaju se proizvodi i/ili usluge. Međutim, u savremenom menadžmentu se najčešće razmatraju proizvodi i usluge, kao paket proizvod – usluga. Svakako, tip proizvoda – usluge, koji kompanija generiše zavisi od tipa kompanije kao i od segmenta tržišta kojima su namenjeni. O tome će više reći biti u narednim poglavljima ove knjige. Ipak, iako se u praksi sve više govori o paketu proizvod – usluga, ovde će se istaći pojedini značajni elementi karakteristični za same proizvode ili usluge.

1. **Materijalnost** (proizvodi su obično materijalni, usluge se nematerijalne po prirodi).
2. **Mogućnost skladištenja** (proizvodi se mogu skladištiti, usluge ne).
3. **Transportabilnost** (produkti se mogu transportovati, usluge ne na klasičan način sredstvima unutrašnjeg i spoljašnjeg transporta).
4. **Sinhronizovanost** (proizvodi se mogu proizvesti pre njihove upotrebe, usluge se najčešće koriste – konzumiraju u toku njihovog kreiranja).
5. **Kontakt sa kupcima** (usluge kao izlazi procesa se konzumiraju simultano i imaju visok nivo kontakta sa korisnicima u toku nastanka)
6. **Kvalitet** (za proizvode, korisnici ocenjuju kvalitet na osnovu samog proizvoda, oni najčešće nisu u kontaktu sa transformacionim procesom formiranja proizvoda u kompanijama. Za usluge, korisnici ocenjuju kvaliteta preko više aspekata jer su najčešće sami prisutni u procesu nastanka usluge).



Slika 4. Interakcija transformacionog procesa sa ostalim funkcijama u PPS-u

## 2.1. Efektivnost i efikasnost PPS-a

Efektivni PPS su oni koji imaju efektne PP&C sisteme. Kako je već rečeno, PP&C sistem ne može biti dizajniran za efikasnu proizvodnju ukoliko u obzir nisu uzeta razmatranja proizvodnje na višem nivou, kao i međusobna systemska povezanost pojedinih procesnih celina.

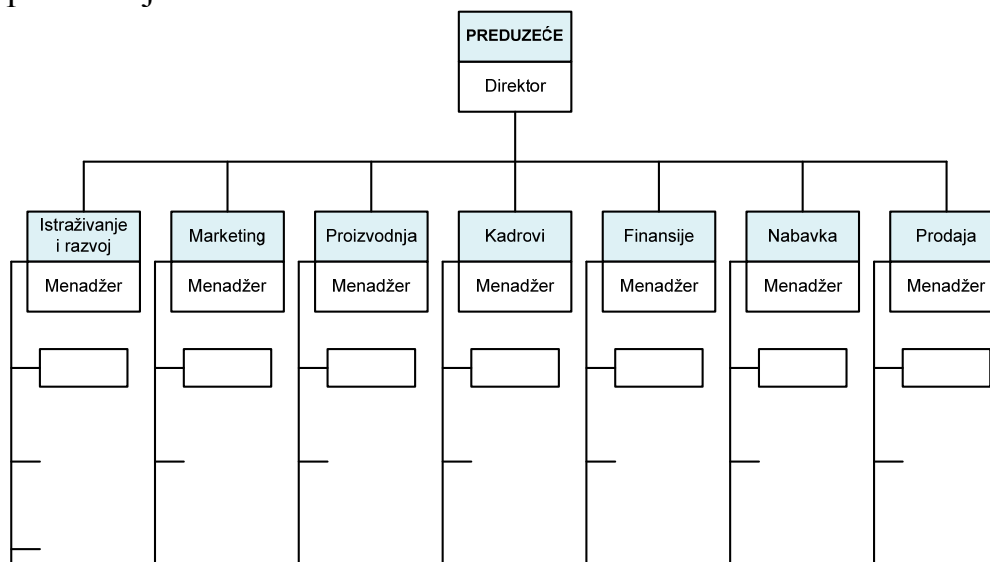
Dobar pristup je zasnovan na pregledu i ispitivanju da li PP&C sistem odgovara planu strategijskog razvoja kompanije. PP&C sistem mora omogućiti proizvodnim operacijama da ispune ciljeve postavljene u okviru strategijskog plana u celini i tržišnim planovima u velikom delu. Iz tih razloga prodajna predviđanja moraju biti u vezi sa PP&C sistemom.

Moderni i efektni pristupi PP&C-u povećali su zahteve za višim nivoom znanja i profesionalizma u polju proizvodnje poslovnog sistema. PP&C se ne može sprovoditi kao kancelarijska funkcija već mora biti pravilno postavljen profesionalni odsek, podržan pravilno obučanim personalom iz različitih oblasti kompetencija, koji je opremljen odgovarajućim softverskim sistemima.

### 2.1.1. Stadijumi u uspostavljanju efikasnih PP&C sistema u okviru PPS-a

Prva i osnovna stvar kojom se mora baviti PP&C odeljenje bilo koje kompanije je u postavljanju neophodnih uslova za neometano odvijanje procesa proizvodnje i ostvarivanje strategijskih ciljeva

kompanije. Jedan od značajnih elemenata je i izbor adekvatnog organizacionog modela poslovanja, odnosno organizacione strukture kompanije. Ova odluka je od značaja, kako kod formiranja nove kompanije, tako i kod transformacije organizacionog modela već postojećih kompanije. Tipičan primer najčešćeg organizacionog modela industrijskog preduzeća, prikazan je na slici 5.



Slika 5. Klasična hijerarhijska organizacija preduzeća (funkcionalna)

Poslovno proizvodni sistem se nalazi u tržišnom okruženju te kao takav mora imati adekvatan i pravovremeni odgovor na relne promene okruženja u smislu brze transformacije u smeru tržišne konkurentnosti.

Iz tih razloga PPS mora imati unapred definisanu strategiju tržišnog nastupa. Izbor odgovarajuće organizacione strukture je prvi korak u realizaciji definisane strategije.

Definisanje organizacione strukture određenog preduzeća otpočinje analizom i definisanjem ukupnog proizvodnog zadatka, koji bi svojim celokupnim poslovanjem trebalo da realizuje, a zatim dekompozicijom, ukupnog zadatka na parcijalne i pojedinačne zadatke. Ovom dekompozicijom se definiše veći broj parcijalnih zadataka koje bi u PPS trebalo realizovati, i prema kome treba strukturirati sistem, znači definisati odgovarajuće organizacione jedinice tako, da se omogući optimalna realizacija celokupnog poslovnog procesa.

Organizaciona struktura PPS-a povezuje sve ljudske i fizičke resurse u skladnu celinu (sistem), koja ima mogućnosti da funkcionše na najbolji način. Uloge pojedinaca su pravilno određene, zadaci tačno definisani i određeni, načini obavljanja zadataka propisani, ovlašćenja i odgovornosti delegirani i sistem

je sposoban da valjano funkcionira.

Postoji veliki broj modela formiranja organizacione strukture koji su uslovljeni prema različitim kriterijumima. Svaki od ovih modela karakteriše se, između ostalog, načinom interakcije sistema u odnosu na okruženje. Savremeni pristupi predlažu sledeće tipove organizacionih struktura:

**Prema funkcijama**, predviđa grupisanje aktivnosti i definisanje organizacionih jedinica prema pojedinim funkcijama. Funkcije se najčešće definišu prema osnovnim specijalizovanim oblastima poslovanja. U ovom slučaju, pojedinci su svrstani u organizacione jedinice – departmane – prema svojoj obrazovnoj strukturi i oblasti delatnosti. Osnovne prednosti funkcionalne organizacione strukture su u tome što su kadrovi grupisani na osnovu specijalnosti i uvek raspoloživi za korišćenje. Ovakva organizacija nije osetljiva na odsustvo pojedinaca. Osnovni nedostaci funkcionalne organizacije su vezani za sporo donošenje odluka, neadekvatne tokove komunikacije, sukob interesa pojedinih funkcija i preduzeća u celini, kao i za stvaranje menadžera koji su usko specijalizovani za određenu funkciju i nemaju osećaj za preduzeće kao celinu.

**Prema proizvodima**, predviđa da se organizacione jedinice formiraju za svaku vrstu proizvoda. Ovakva organizaciona struktura se najčešće formira kod velikih organizacija koje u svom asortimanu imaju više proizvoda. Za svaki proizvod formira se posebna organizaciona jedinica koja obuhvata sve funkcije potrebne za proizvodnju tog proizvoda. Prednost ovakve organizacione strukture je mogućnost specijalizovane proizvodnje, takođe ovakva organizacija omogućava diverzifikaciju proizvodnje i brzo uvođenje tehnoloških promena. Osnovni nedostatak je što se dupliraju organizacione jedinice i kadrovi, što je posebno nepovoljno kod malih preduzeća.

**Prema procesima**, predviđa da se organizacione jedinice definišu za svaku vrstu procesa ili za svaku fazu rada koja postoji u preduzeću. U ovim organizacionim jedinicama grupisani su svi potrebni specijalisti za realizaciju osnovnog procesa. Prednost ovakvog načina organizovanja je u tome što se grupišu specijalisti za jedan proces ili fazu rada i što su oni usmereni na realizaciju ovog procesa. Nedostaci se ogledaju u postojanju potrebe za većom koordinacijom celokupnog posla, da problemi u jednom procesu ne bi izazvali probleme u celokupnom poslu.

**Prema teritoriji**, podrazumeva da se organizacione jedinice formiraju prema geografskim područjima koja opslužuju. Ovaj način formiranja organizacione strukture je veoma pogodan za velike firme koje se prostiru široko na nacionalnom ili internacionalnom planu. Problemi mogu nastati kod troškova transporta, kao i kod potrebe za velikim brojem kadrova i menadžera za svako geografsko područje.

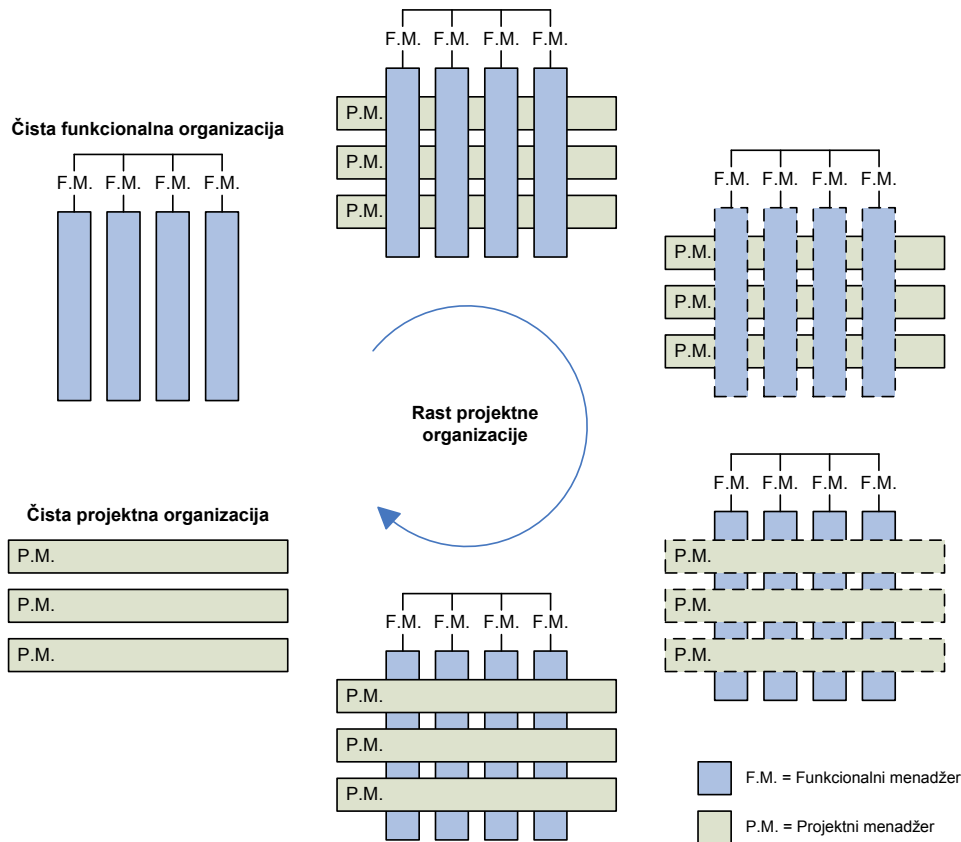
**Divizionarna organizaciona struktura** predstavlja kombinaciju organizacionih struktura geografskog, proizvodnog i funkcionalnog principa. Ovde organizacionu strukturu čine divizije koje su formirane na proizvodnom i/ili geografskom principu. Divizije se mogu formirati i na funkcionalnom principu, ali glavna uprava kompanije zadržava neke ključne funkcije (planiranje, finansije i kadrovi).

**Projektna organizaciona struktura**, u okviru koje se stvara posebna, najčešće privremena organizaciona jedinica, projektni tim, čiji je zadatak da realizuje određeni poduhvat ili projekat. Projektni tim ima sve organizacione delove potrebne za rad na projektu i može biti funkcionalno organizovan. Prednost ovakve organizacione strukture je u tome što je ona direktno usmerena na realizaciju projekta i omogućava efikasniju realizaciju projekata i upravljanje projektom, a nedostaci su, pre svega, dupliranje kadrovskih resursa i problemi sa kadrovima nakon završetka projekta i raspuštanja projektnog tima. Ovakav vid organizacije resursa postaje sve češći u savremenim kompanijama, ukoliko se uzme u obzir da su razvoj i osvajanje proizvodnje bilo kog proizvoda zapravo poduhvati koji se odvijaju uz ograničene resurse i tokom definisanih vremenskih perioda. Takvi poduhvati u suštini predstavljaju projekte.

**Matrična organizaciona struktura** predstavlja kombinaciju funkcionalne i projektne organizacije. Ideja je da se iskoriste prednosti a smanje nedostaci projektne i funkcionalne organizacije. Ovakvu strukturu koriste ona preduzeća koja imaju u portfoliju nekoliko projekata koje treba realizovati istovremeno, a nemaju dovoljno kadrova da organizuju čisto projektnu organizacionu strukturu. Prednosti ovakve organizacione strukture su što omogućava efikasno upravljanje velikim brojem projekata i efikasno korišćenje resursa. Nedostaci su vezani za složenije komunikacije, potrebno izveštavanje o realizaciji projekta, kao i



za mogućnosti pojave konflikta između rukovodioca projekta i funkcionalnih rukovodioca u vezi alokacije resursa. Sam koncept matrične organizacione strukture, u sprezi sa funkcionalnom i projektnom organizacionom strukturom, predstavljen je na slici 6.



Slika 6. Koncept matrične organizacione strukture

Pri tome, kod matrične organizacione strukture, zaposleni može u isto vreme biti i deo svoje funkcionalne organizacione celine ali i deo pojedinačnih projektnih aktivnosti. Nivo pripadnosti jednom ili drugom timu, kao i nivo odgovornosti ka rukovodiocu organizacione celine ili ka menadžeru projekta, definiše da li se radi o jakoj ili slaboj matričnoj organizaciji. Kod jake matrične organizacije, veća je odgovornost pojedincu ka rukovodiocu projekta i projektnom timu nego prema rukovodiocu funkcionalne celine i samoj funkcionalnoj grupaciji. U tom slučaju, menadžer projekta ima veća ovlašćenja ali i veću odgovornost, dok su funkcionalni rukovodioci zaduženi za podršku projektnih aktivnosti. Kod slabe matrične strukture je situacija obratna.

U realizaciji usvojene strategije koja vodi preduzeće u budućnost i novo kvalitetnije stanje sa boljom konkurentskom pozicijom, potrebno je najpre analizirati postojeću organizacionu strukturu i utvrditi da li ona omogućuje realizaciju projektovane strategije. Pri tome postojeća organizaciona struktura može biti adekvatna

realizaciji nove strategije. Može biti potrebno da pretrpi male korekcije da bi omogućila uspešnu realizaciju predložene strategije. Moguće je da postojeća organizaciona struktura ne omogućava realizaciju predložene strategije, već je potrebna sasvim nova organizaciona struktura. U poslednjem slučaju radi se o reinžinjeringu koji podrezujeva korenitu promenu svega postojećeg u preduzeću.

Sledeća činjenica koje odeljenje za PP&C mora biti svesno je da portfolio proizvoda samoga PPS-a oduhvata proizvode i usluge koje definišu:

- Neposredni proizvodni program posmatranog PPS-a, odnosno komponente koje PPS proizvodi u celini i
- Komplementarni program komponenti koje se dobavljaju nabavkom od odgovarajućeg isporučioaca.

Pri tome, treba imati u vidu da gotovo da nema kompanije koja može celokupni broj komponenti, koje uključuje u svoje finalne proizvode, sama da proizvede. Samim time, deo komponenti se nabavlja kao komplementarni program, što gotovo svaku kompaniju stavlja u manje ili više zavistan položaj, te dodatno utiče na kompleksnost planiranja proizvodnog procesa.

Proizvod savremenih PPS-a treba tretirati kao generator razvojnih i proizvodnih zbivanja, jer se u njemu prelamaju glavne linije uticaja:

- Primene naučnih dostignuća,
- Tehnoloških i proizvodnih zbivanja,
- Zadovoljavanje rastućih potreba korisnika po strukturi i po količini.

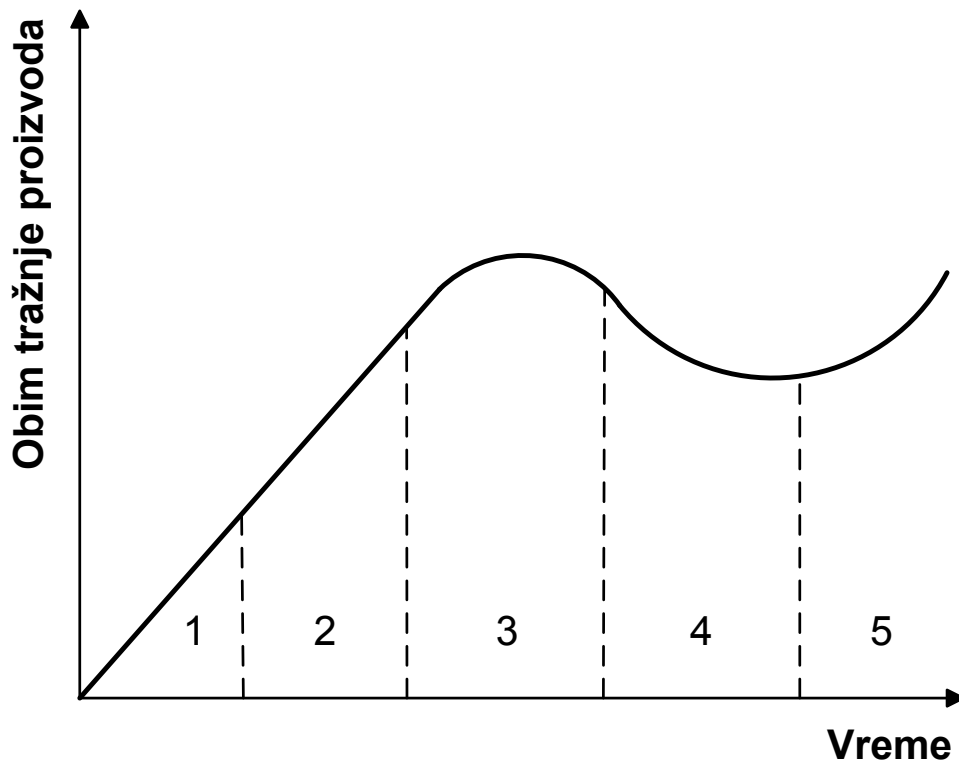
Izuzetna dinamičnost inovacija postojećih proizvoda, kao i brzo kreiranje novih, potvrđuje tezu o izuzetnoj ulozi proizvoda u okviru tekuće delatnosti i razvoja poslovno-proizvodnog sistema. Kao pokazatelj navedenog stanovišta, karakterističan je podatak da 95% industrijskih proizvoda u SAD nisu stariji od 5 godina. Visoka frekvencija zamene proizvoda nameće potrebu ubrzanog rešavanja brojnih problema, od kojih zavisi snižavanje troškova proizvodnje i unapređenje kvaliteta proizvoda.

Samim time, treba imati u vidu da svaki proizvod ima određeni životni ciklus. Pozicija proizvoda u okviru pojedinih faza životnog ciklusa, od velikog je značaja u planiranju aktivnosti u okviru planiranja i kontrole procesa proizvodnje. Jedan od korisnih instrumenata dugoročnog planiranja razvoja preduzeća je kriva životnog ciklusa proizvoda. To je instrument koji može i treba da

inicira proizvodnu orijentaciju, a na osnovu marketing istraživanja. Konkretno ova kriva je osnov preduzeća za kontrolu prilagođenosti proizvodnog i prodajnog programa, kao i asortimana preduzeća tržištu i potražnji na njemu.

Pod životnim ciklusom proizvoda, podrazumeva se vremenski period od uvođenja proizvoda na tržište, pa sve do njegovog povlačenja iz prometa, sa stanovišta njegove realizacije, a posmatrano po fazama kretanja proizvoda na tržištu. Prema teorijskom – idealnom - obliku krive životnog veka proizvoda, u životnom veku jednog proizvoda treba razlikovati sledeće faze (Slika 7): fazu «uvođenja» (1), fazu «rasta» (2), fazu «zrelosti» (3), fazu «opadanja» (4) i eventualno fazu «preporoda» (5), tj «regeneracije» proizvoda. Ovakav vid krive životnog veka proizvoda, predstavljen je na slici 7.

Elementi koji utiču na dužinu životnog ciklusa proizvoda, odnosno brzinu kojom proizvod prolazi kroz pojedine faze, iz ugla potrošača se mogu definisati stavom: nabaviti što kvalitetniji proizvod odgovarajućih karakteristika, po što nižoj ceni.



Slika 7. Idealni oblik krive životnog ciklusa proizvoda

Samim time, trgovačka mreža ima za cilj, da uz svoje postojeće elemente što bolje plasira proizvod.

Naglašena težnja da se zadovolje potrebe korisnika u uslovima izdiferenciranih individualizovanih zahteva, vodi ka proizvodnji

odgovarajućih proizvoda koji će se u većoj ili manjoj meri međusobno razlikovati. Sa stanovišta organizacije i upravljanja proizvodnjom ova se različitost odražava na sniženje masovnosti. U takvim uslovima, proizvodnja je uslovljena sa pronalaženjem rešenja koje bi za manje količine obezbeđivala postizanje zadovoljavajućeg kvaliteta i nizak nivo troškova proizvodnje.

Svojevrsan organizaciono-tehnološki preobražaj proizvodnje u datom smeru nastaje primenom fleksibilnih proizvodnih sistema, formiranjem proizvodnih ćelija i adekvatnim korišćenjem kompjuterski upravljanim mašinama.

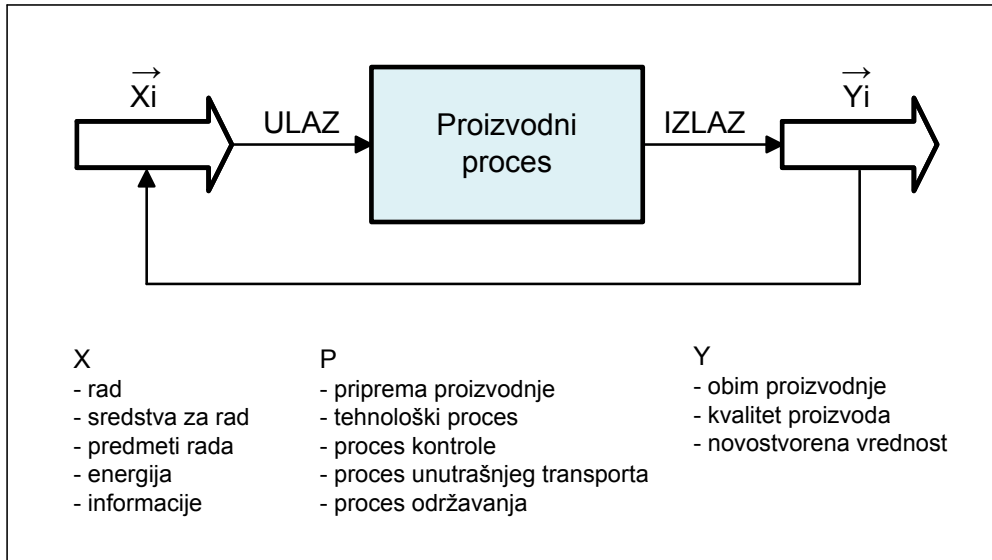
Saglasno tome, savremena organizacija i priprema proizvodnje, kroz aktivnosti PP&C kao odgovor na postavljene zahteve koristi sledeće mogućnosti:

- Omasovljenje proizvodnje u slučajevima gde nema ograničenja plasmana čime se postiže ekonomski efekat sniženja troškova proizvodnje i omogućuje olakšana kontrola kvaliteta gotovih proizvoda.
- U uslovima ograničene masovnosti, korišćenje adaptivnih tehničko-tehnoloških i organizacionih rešenja (Fleksibilni Proizvodni Sistemi FPS, Kombinovani Obradni Centri CNC i dr.). Na ovaj način se obezbeđuje da se i u maloserijskoj proizvodnji zadrži dostignut nivo kvaliteta i troškova proizvodnje.
- Svestrano uključenje naučno-tehnoloških saznanja na svim nivoima projektovanja i proizvodnje proizvoda sa naglašenim efektom u odnosu na sniženje troškova i unapređenje kvaliteta proizvoda.

Taksativno nabrojanje prethodnih mogućnosti kao zasebnih celina ne znači da one jedna drugu isključuju. Naprotiv, moguće je njihovo kombinovanje kako bi se u datim uslovima našlo odgovarajuće rešenje.

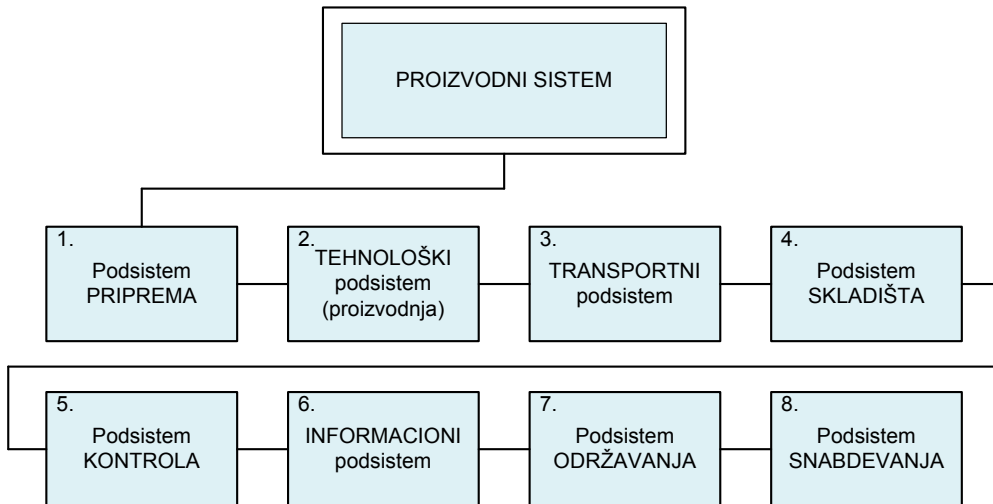
Na osnovu svega napred rečenog, već iznete definicije proizvodnje, kao i uloge sistema za PP&C, može se izvesti definiciju Poslovno Proizvodnog Sistema (PPS). PPS je složena celina komponenti koja ima za osnovni cilj svrsishodnu transformaciju materijalnih elemenata i raznih vidova energije u određenu novoostvarenu vrednost a koje zadovoljavaju određene iskazane potrebe tržišta. Pri tome ta novoostvarena vrednost materijalnih ili nematerijalnih dobara ima odgovarajući kvalitet i ostvarena je uz odgovarajuće ukupne troškove poslovanja u okviru proizvodnog procesa.

Šematski prikazano navedena definicija data je na slici 8.



Slika 8. Šematski prizaz poslovno proizvodnog sistema

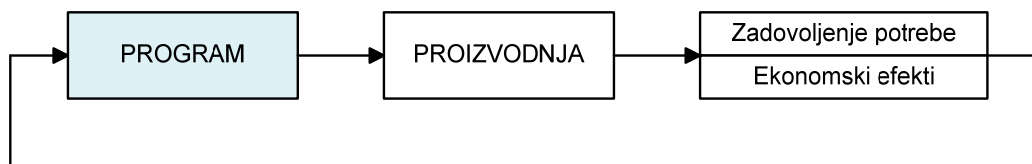
Obzirom da se proizvodni sistem posmatra kao skup elemenata koji definišu sve aktivnosti koje se dešavaju sa predmetom rada od ulaska repromaterijala u proizvodnju do izlaska gotovog proizvoda, onda se on može predstaviti kao skup podsistema, kako je dato na slici 9. Pri tome, da bi se izvršila optimizacija celokupnog proizvodnog sistema, neophodno je vršiti optimizaciju u svakom od navedenih podistema.



Slika 9. Neki od najčešćih podsistema unutar proizvodnog sistema

### **POGLAVLJE 3.0. PORTFOLIO PROIZVODA KOMPANIJE - PROIZVODNI PROGRAM**

Veoma značajni aspekt poslovanja svakog poslovnog sistema je proizvodni program. U najširem smislu proizvodni program se definiše vrstom i količinom pojedinih proizvoda koje PPS, odnosno kompanija, ima u sopstvenoj ponudi. U savremenoj literaturi, proizvodni program se javlja i kao portfolio proizvoda kompanije. Kako je već ranije naglašeno, proizvod se javlja u funkciji «generatora» poslovnih tokova, koji su usmereni ka ostvarenju proizvodnje, da bi se podmirile odgovarajuće potrebe potrošnje i postigli ekonomski efekti koji bi obezbedili permanentnost cikličnog poslovnog procesa u sistemu po šemi datoj na slici 10.



*Slika 10. Blok dijagram sprege proizvodnje i proizvodnog programa*

Prema slici 10, ekonomski efekti poslovanja se ostvaruju tek realizacijom proizvoda na tržištu, odnosno prodajom. Time se ostvaruju ekonomski efekti, koji omogućuju nastavak cikličnog procesa proizvodnje u budućnosti. Naime, kod većine savremenih koncepta poslovanja, kao što su JiT i LEAN, tek pošto se ostvari prodaja prethodno proizvedene serije realno je planirati novi ciklus proizvodnje.

Obzirom da proizvodni program najčešće obuhvata veći broj različitih proizvoda, tokom proučavanja i praćenja generišuće linije proizvoda neophodno je uključiti brojne interakcije koje nastaju između pojedinih proizvoda kroz sve faze životnog ciklusa, jer se u ovoj sferi nalaze značajne mogućnosti za razne vidove racionalizacije pojedinih segmenata procesa proizvodnje.

Opšti ciljevi poslovnog sistema orijentišu njegovu sveukupnu delatnost. Na osnovu opštih ciljeva poslovnog sistema definiše se odgovarajuća strategija i taktika. Pri tome, strategija kompanije je dugoročni plan, dok se taktički planira na srednjoročnom nivou. Programska orijentacija jedan je od ključnih elemenata u nastojanjima poslovnog sistema ka ostvarenju ciljeva definisanih strategijskim planiranjem. Tokom vremena programska orijentacija je podložna dodatnim uticajima, koji proističu iz promenljivog karaktera pojedinih uticajnih činilaca i uslova u kojima se ostvaruje.

Samim time, i strategijski plan kompanije je podložan izvesnim promenama u toku planskog perioda. U procesu nastanka konkretnog proizvodnog programa razlikuju se tri nivoa:

1. Predviđanje budućih zbivanja u okruženju PPS-a, na tržištu, koji su od uticaja na programsku orijentaciju sa utvrđivanjem ključnih elemenata ka kojima treba usmeriti delatnost poslovnog sistema – dugoročno planiranje;
2. Izrada polaznog proizvodnog programa na bazi elemenata predviđanja sa ciljem da se konkretizuju odgovarajući elementi u vremenu i prostoru – izrada plana proizvodnje za duži vremenski period (npr. 3-5 godina);
3. Kratkoročno planiranje proizvodnog programa u skladu sa postavkama dugoročnog plana i realno sagledanih mogućnosti u cilju definisanja neposrednog proizvodnog programa kao podloge za akciju, odnosno, operativno delovanje – kratkoročno planiranje, odnosno izrada operativnog plana proizvodnje.

Prema tome, očigledno je da odeljenje za PP&C poslovno proizvodnog sistema prvenstveno vrši analizu tržišta i definiše potrebe za određenim proizvodom u budućem periodu, koji može biti 3 – 5 godina. Potom, zavisno od izabranog tipa proizvodnje (o tipovima proizvodnje će biti više reči u narednim poglavljima), definiše dugoročni plan proizvodnje za taj vremenski period. Potom, vrši se segmentacija dugoročnog plana proizvodnje do nivoa vremena trajanja jednog ciklusa proizvodnje. Odnosno, pravi se operativni plan proizvodnje za svaki pojedinačni ciklus.

Sam proces proizvodnje se potom realizuje upravo na osnovu operativnog plana. Razlog za to leži u činjenici da je budućnost neizvesna, te se ne mogu sa velikim nivoom tačnosti predvideti tržišna kretanja za period od 5 ili više godina. Samim time, zavisno od opštih i specifičnih uslova u kojima se ostvaruje poslovanje, postoje relativne razlike u pogledu egzaktnosti primenjivanih metoda i tehnika predviđanja, odnosno planiranja. To ima dalje posledice i u pogledu vremenskog horizonta, dugoročnog, odnosno srednjoročnog planiranja koje se razlikuje od slučaja do slučaja. Dugoročni planovi imaju sadržaje na bazi predviđanja, pored onih koji su posledica primena metoda i tehnike planiranja.

Projektovanje programa proizvodnje sažima i prelama u sebi sve stvarne i prividne protivurečnosti savremenog poslovanja, a koje se pretežno odnose na:

- veoma visoko izraženu neizvesnost budućih zbivanja zbog intenzivne promene uslova na tržištu,
- neophodnost dugotrajnih priprema radi ostvarenja kompleksnih

zadataka,

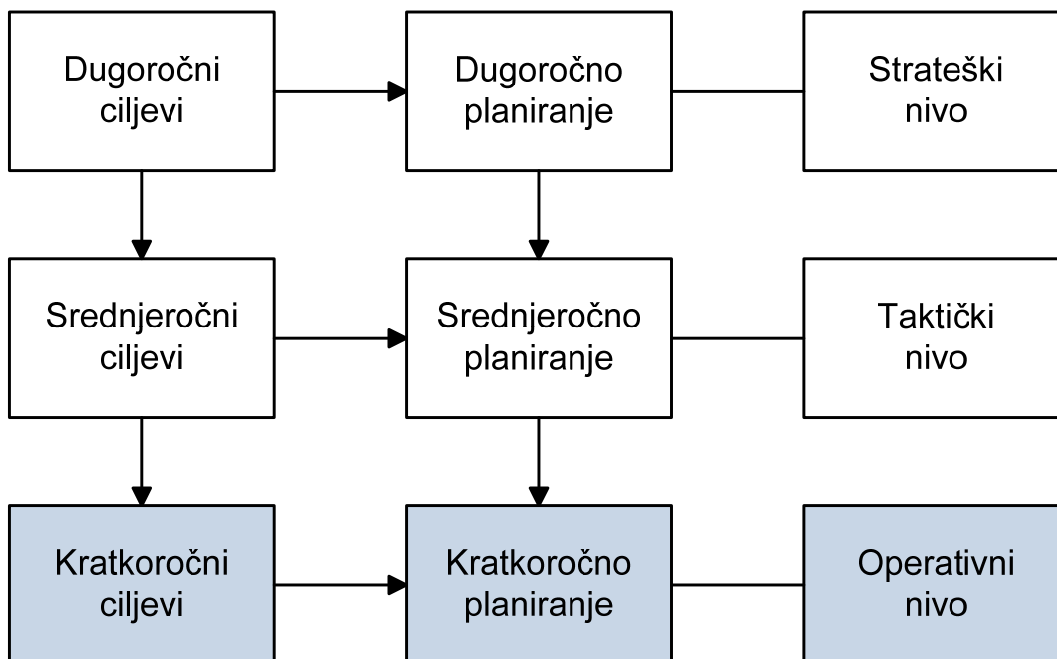
- neophodnost uključivanja različitih vidova ulaznih materijala i energenata u proces proizvodnje, pre početka realizacije planova, koji generišu troškove poslovanja.

Samim time, dugoročna programska orijentacija, predstavlja u izvesnom smislu interpretaciju dugoročne razvojne koncepcije preduzeća, a što je u neposrednijoj sprezi sa stratejskim ciljevima. Prema tome, dugoročni program proizvodnje, deo je stratejskog planiranja u okviru PPS-a i rezultat je vizije definisane od strane top menadžmenta kompanije.

Proizvodni program srednjeročno i kratkoročno, predstavlja dalju razradu u smislu konkretizacije stratejskog koncepta razvoja poslovnog sistema, na nivou srednjih i nižih hijerarhija menadžment struktura.

Realizacija srednjeročnih i kratkoročnih proizvodnih programa povratno utiče na koncepte dugoročnih programa. Naime, kada se krene sa realizacijom procesa proizvodnje na nivou proizvodnih ciklusa, može se doći do zaključka da se proces ne odvija prema planu, te se ta povratna informacija koristi za korekciju procesa proizvodnje u narednim ciklusima, što na kraju može dovesti i do korekcija dugoročnog plana.

Putem planiranja (dugoročnog, srednjeročnog i kratkoročnog) postiže se prevođenje PPS-a iz trenutnog u novo željeno stanje. Na slici 11., data je šema sprege ciljeva, i nivoa planiranja PPS-a.



Slika 11. Sprega ciljeva, planiranja i nivoa menadžmenta koji odlučuje u okviru PPS-a



Veoma je značajno istaći razliku u pogledu prirode i ponašanja pojedinih elemenata (resursi, potrebe tržišta) koji se koriste na pojedinim nivoima predviđanja, odnosno planiranja.

Za sve kategorije proizvodnih programa zajednički su, kao najznačajniji, elementi u vezi resursa - prvenstveno proizvodni kapaciteti, zatim potrebe korisnika - do kojih se dolazi proučavanjem tržišta. Uspešan plan proizvodnje podrazumeva se u programu proizvodnje (portfoliju proizvoda) nalaze oni proizvodi za kojima ima dugoročne potrebe na tržištu (potražnja) ali i za koje postoje realne mogućnosti proizvodnje sa postojećim proizvodnim kapacitetima kompanije (ponuda). Potom se na osnovu tih dugoročnih planova, kreiraju operativni planovi proizvodnje, do nivoa jednog proizvodnog ciklusa.

Prema tome, efikasno upravljanje poslovnim operativom obično pretpostavlja postojanje jasne koncepcije povezivanja ponude i potražnje. Jedan od pristupa hijerarhiji upravljanja poslovnim operativnim sistemom je prema vremenskim rokovima odlučivanja:

- Strateške odluke - uskladiti razvoj proizvodnog sistema s dugoročnom poslovnim koncepcijom preduzeća.
- Taktičke odluke - organizovati efikasnu politiku sprovođenja specifičnih aktivnosti planiranja: planiranje proizvodnje, planiranje skladišta i transporta, prilagođavanje i održavanje opreme, upravljanje kvalitetom, projektovanje radnih mesta i zaštita na radu.
- Operativne odluke - tekuće upravljanje i adaptaciono prilagođavanje.

U tabeli 1 su date osnovne odluke u PPS-u, koje se odnose na resurse, tehnologiju i upravljanje, segmentisane na nivou strateškog, taktičkog i operativnog odlučivanja.

*Tabela 1. Osnovne odluke u operativnom menadžmentu*

Odluke	Strateške	Taktičke	Operativne
Resursi	Kakvi su resursi potrebni?	Kako bi resursi trebali biti alocirani u organizaciji?	Kako se resursi mogu efikasno iskoristiti?
Tehnologija	Koje bi tehnologije trebalo razviti u budućnosti?	Koje bi od raspoloživih tehnologija trebalo koristiti?	Kako se tehnologija može produktivno koristiti?

Upravljanje	Kakav organization okvir bi trebalo razviti?	Kako mogu menadžeri najbolje reagovati na promenjivu okolinu?	Koji je najbolji način sprovođenja i kontrole planova?
-------------	--	---	--

Odnos Strateškog, Taktičkog i Operativnog odlučivanja je predstavljen i na slici 12. Prema ovoj slici, očigledno je da se strategijsko odlučivanje bavi odlukama koje su dugoročno značajne i imaju uticaj na nivou čitave kompanije. Kod taktičkih odluka se period vremena skraćuje ali i njihov uticaj je do nivoa odeljenja i pogona. Operacione odluke se bave kraćim vremenskim periodom, do nivoa jednog ciklusa proizvodnje i bave se stilom proizvodnje kao i odlukama koje se odnose na operativno upravljanje u radionicama i pojedinačnim radnim mestima.



Slika 12. Nivo uticaja strategijskog, taktičkog i operativnog donošenja odluka

### 3.1. Potrebe tržišta

U prethodnom tekstu je na više mesta napomenuto da se savremena proizvodnja realizuje kao rezultat potrebe stvarnih i potencijalnih kupaca. Pod stvarnim kupcima se podrazumevaju oni koji su naručili određeni broj i vrstu proizvoda iz proizvodnog asortimana PPS-a. Kao potencijalni kupci, smatraju se delovi segmenata tržišta koji bi mogli biti zainteresovani za postojeće ili buduće proizvode PPS-a. Broj potencijalnih kupaca i njihove želje u smislu kvantitativnih i kvalitativnih karaktera proizvoda, određuju se istraživanjem tržišta. Sam razvoj novih koncepta proizvodnje pratio je promene i razvoj tržišta. Prema tome, razvoj industrijske proizvodnje kroz

povećanje raznovrsnosti proizvoda kao i odgovarajućih količina, tekao je u skladu sa razvojem potreba ljudi. Između proizvodnje i potrošnje, odnosno korišćenja proizvoda saglasno uslovima, uspostavljeni su «kanali» kako bi se oživotvorila osnovna svrha proizvodnje: zadovoljenje potrebe korisnika. Tržište sa svojim aktivnostima i zakonima se istorijski javlja kao instrument odnosa između proizvođača i potrošača. Nastalo u ranijim društveno-ekonomskim formacijama u znatno primitivnijem izdanju, doživljava kulminaciju u kapitalističkom društveno-ekonomskom sistemu, da bi se njegova evolucija značajno ubrzala globalizacijom i razvojem interneta i elektronske trgovine.

Pri tome treba imati u vidu da poslovno proizvodni sistem (PPS) na tržištu ima dvojaku ulogu. Tako da se se u fazi projektovanja proizvodnog programa nalazi permanentno suočen sa zadacima:

- Obezbeđenja potrebnih količina reprodukcionog materijala i drugih sredstava za proizvodnju,
- Obezbeđenja plasmana gotovih proizvoda.

To znači da PPS kontaktira sa tržištem i u ulozi kupca ali i u ulozi ponuđača svojih proizvoda.

Još sa pojavom industrijske revolucije, i potom industrijalizacije globalne privrede, došlo je do porasta raspoloživih proizvodnih kapaciteta. Sa umnožavanjem proizvodnih kapaciteta raste ponuda, koja na određenim delovima tržišta prevazilazi po obimu potražnju, te se razvija konkurencija. U takvim uslovima plasman gotovih proizvoda postaje težišna preokupacija u poslovnim sistemima, utoliko više naglašena ukoliko su teškoće sa plasmanom veće. Time sve više na značaju dobija koncept marketinga.

Posebno treba pomenuti da se u savremenom konceptu proizvodnja ne može zamisliti kao operativna aktivnost bez njene jake sprege sa marketing funkcijom PPS-a. Koncept marketinga je prvenstveno započeo u industrijski najrazvijenijim zemljama. Uloga marketinga u svom izvornom obliku bila je da prati ali i da stvara osećaj potreba za proizvodima kod krajnjih korisnika, na sistematski način sa u tu svrhu razvijenim metodama. Prema tome marketing igra značajnu ulogu u kontekstu uspostavljanja i razvoja potrošačkog društva.

Iako je marketing koncept teško definisati jedinstvenom definicijom, prema izvorima Američkog udruženja za marketing, ovaj koncept se može posmatrati na sledeći način:

- *Kao operativna aktivnost:* «Marketing predstavlja obavljanje poslovnih aktivnosti koje usmeravaju tokove proizvoda i usluga od proizvođača ka potrošačima ili korisnicima».
- *Kao aktivnost u smislu proučavanja potreba potrošača:*

»marketing je sistematsko sakupljanje, registrovanje i analiza podataka u vezi sa stvarnim ili planiranim plasmanom proizvoda i usluga».

Samim time, u razvoju proizvodnog programa kompanije, neizostavnu ulogu ima i koncept marketing aktivnosti PPS-a. Na taj način, sa aspekta razvoja proizvodnog programa poseban naglasak je potrebno staviti na proučavanje potreba korisnika, koje obuhvata:

- Proučavanje svojstva proizvoda,
- Proučavanje potreba i kupovne moći potrošača,
- Proučavanje distributivne mreže.

#### *Proučavanje svojstva proizvoda*

Svaki proizvod poseduje izvesna svojstva, koja uslovljavaju njegov povoljniji ili manje povoljan plasman na tržištu. Pored razmatranja sopstvenih proizvoda, takođe, kroz upoređenje svojstva različitih proizvoda namenjenih istom segmentu tržišta, može se doći do elemenata koji su presudni za plasman pojedinih proizvoda konkurenata. Bilo da su posredi tehničke karakteristike, oblik, boja, cena itd., ovakvi zaključci mogu biti veoma korisni za proizvođače, jer im to omogućava usredsređivanje napora na unapređenju postojećih ili formiranju novih proizvoda koji bi imali bolji plasman kod kupaca. Kroz ovakva proučavanja R&D, PP&C, i odeljenje marketinga dolaze do veoma dragocenih elemenata za dalji rad na usavršavanju proizvoda. Ovakav sistematski rad obezbeđuje zadržavanje postojećih ali i privlačenje novih potrošača, a time se obezbeđuje poslovni uspeh preduzeća.

#### *Proučavanje potreba potrošača*

Cilj proučavanja potreba potrošača je da se ustanovi:

- Koliko potrošača već kupuje proizvode naše kompanije,
- Koliko potrošača kupuje konkurentske proizvode,
- Koliko ima potrošača koji bi mogli kupovati proizvode, a ne kupuju i koji su razlozi za to,
- Mogućnost pridobijanja novih potrošača pomoću snižavanja cene, akcija, promocija, unapređenja karakteristika proizvoda i sl.

Prikupljanje potrebnih podataka za proučavanje ove vrste je veoma složen problem. Ali korišćenjem podataka iz sopstvene distributivne mreže, podataka sa redovnog servisa proizvoda (ukoliko je za dati proizvod predviđeno servisiranje), podataka o reklamaciji proizvoda, raznih statističkih izveštaja, anketa i direktnim kontaktom sa klijentima, može se prikupiti potrebna dokumentacija. Razne forme obaveštenja, direktno i indirektno, omogućavaju pružanje pomoći

potrošačima u njihovom opredeljenju, kultivisanju ukusa i usmeravanju interesa.

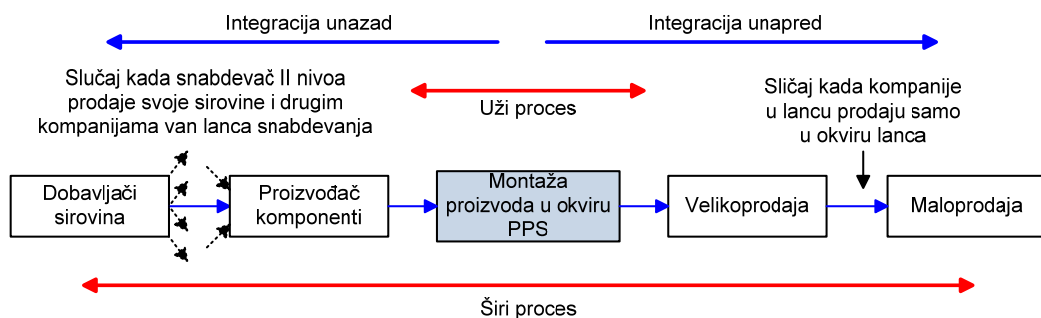
U celokupnom procesu analize potreba potrošača treba imati u vidu da više ne postoji jedinstveno tržište. Naime, u analizi treba imati u vidu postojanje segmenata tržišta. Na taj način, predstavnici tržišta iz različitih segmenata mogu imati i različite potrebe u smislu karakteristika proizvoda.

### *Proučavanje distributivne mreže*

Veoma važan element za uspešan plasman gotovih proizvoda je i distribucija istih do krajnjih korisnika. Sam neposredni akt prodaje ostvaruje se:

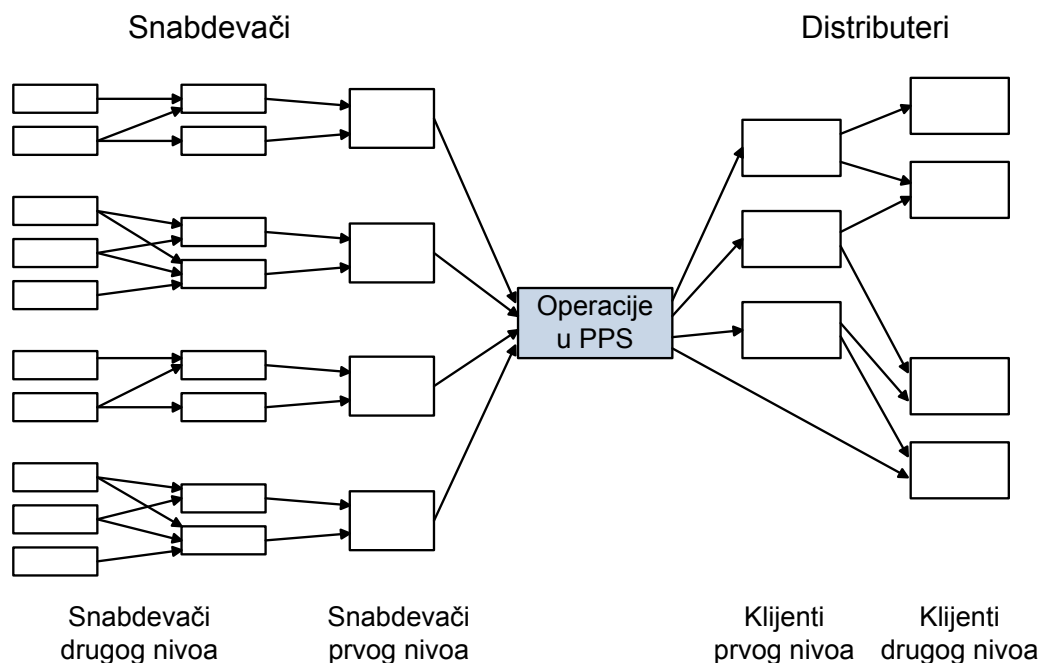
- Direktno preko sopstvene trgovačke mreže,
- Preko trgovačkih kuća,
- preko posrednika.

Primer logističke mreže predstavljen na klasični način, iz ugla menadžmenta operacija je dan na slici 13. '.



Slika 13. Logistička mreža PPS-a

Na ovoj slici je očigledno da se PPS, nalazi u centru logističke mreže. Sa leve strane, koja se zove strana snabdevanja – „upstream“ strana operacija, nalaze se snabdevači neophodnim komponentama i repromaterijalom za izradu finalnih proizvoda. Sa desne strane, koja je strana distribucije – „downstream“ strana, nalaze se velikoprodajni i/ili maloprodajni objekti za plasman gotovih proizvoda kompanije. U suštini, kompanije mogu u isto vreme imati i više od jednog snabdevača, kao i više od jednog distrigutera finalnih proizvoda, slika 14.



Slika 14. Razvijena logistička mreža PPS-a

Svi snabdevači neophodnih komponenti i repromaterijala za operacije u PPS-u, nalaze se sa leve strane. Oni koji su najznačajniji su snabdevači prvog nivoa. Snabdevači snabdevača, su snabdevači drugog nivoa, itd. Sa desne strane, najznačajniji distributeri su klijenti prvog nivoa, dok su nakon njih klijenti koji se snabdevaju indirektno i to su klijenti drugog nivoa.

Značajnost i jake veze pojedinih snabdevača i klijenata u odnosu na PPS, su veoma važni. Samim time o mogućim vezama unutar logističke mreže treba razmišljatido nivoa formiranja tzv. „lanaca snabdevanja“.

U suštini, svrha postojanja PPS-a je da zadovolji potrebe krajnjih korisnika, bez obzira da li su to klijenti prvog ili drugog nivoa. Od načina i forme kontaktiranja sa potrošačima mnogo zavisi i mogućnost proučavanja njihovih želja i potreba. Pored neophodnosti osluškivanja njihovih želja i predloga, za uspešno vršenje prodaje i osvajanje tržišta, od posebnog je značaja delovanje na potencijalne i sadašnje kupce preko sredstava ekonomske propagande. Savremena sredstva komunikacije pružaju u tom smislu izvanredne mogućnosti. Neke od metoda i tehnika, koje se koriste u svrhe proučavanja potreba korisnika su:

- statističke metode proučavanja proteklih tokova proizvoda na tržištu,
- metode anketiranja,
- metode intervjuisanja,
- metode snimanja i posmatranja,
- metode uzorkovanja.

Korišćenjem matematičke analize u smislu statističke obrade podataka i metoda operacionih istraživanja značajno se podiže kvalitet dobijenih rezultata u pogledu određivanja mogućih potreba korisnika.

Sve gore navedene aktivnosti proučavanja proizvoda, proučavanja potreba potrošača i proučavanja distributivne mreže, imaju za cilj poboljšani plasman konačnih proizvoda, ali i tačnije definisanje proizvodnog programa kompanije. Korišćenjem pouzdanih podataka o potrebama korisnika u projektovanju proizvodnog programa dobija se kvalitetnija orijentacija poslovnog sistema i manja mogućnost greške predviđanja.

Potrebe korisnika, posmatrane kroz logističku mrežu ili lanac snabdevanja PPS-a, pomaže kompaniji i da se fokusira na svoju dugoročnu poziciju u mreži ali i na tržištu. Naime, može se naći odgovor na pitanje kako direktni snabdevači/kupci (iz prvog reda na slici 14) reaguju u slučajevima problema u operacijama kompanije. Takođe, može se raditi analiza značaja svake od povezanih kompanija u lancu snabdevanja i shodno tome zaključivati o mogućnosti zamene pojedinih snabdevača/distributera, nekim drugim kompanijama, u budućem periodu.

Na taj način, odluke koje treba donositi za logističku mrežu kompanija, zasnovane su na predviđanjima budućih potreba i one se zasnivaju na:

1. Kako se mreža treba konfigurirati? U okviru ovoga treba odlučiti kako sam PPS može uticati na oblik mreže i koliko delova mreže sam PPS treba da poseduje (kroz outsourcing, akviziciju ili verikalnu integraciju). Naime, ukoliko se ustanovi da je neki od distributera strateški važan za dalje poslovanje samog PPS-a, često se kompanije opredeljuju da izvrše preuzimanje – kupovinu – akviziciju takvog snabdevača, ukoliko je u pitanju manja distributerska kompanija. U slučaju veće kompanije distributera, može doći do spajanja sa onovnim PPS-om, u kojem se odvija operacija proizvodnje, kroz vertikalnu integraciju.
2. Gde treba locirati svaki od delova logističke mreže u lancu snabdevanja? Ova odluka se bavi izborom lokacije svake od kompanija koje se nalaze u lancu snabdevanja. Logično je da se distribicioni deo mreže treba da približi krajnjim korisnicima – odnosno tržištu. Takođe, treba birati snabdevače ulaznim repromaterijalima koji se nalaze što bliže samom PPS-u. Ponekad, kada nije moguće premeštanje kompanija iz lanca snabdevanja, efekat se postiže i kroz izgradnju sopstvenih centralnih i distributivnih skladišnih kapaciteta.
3. Koliku količinu i vrstu proizvodnih kapaciteta treba svaki od

delova logističke mreže da poseduje? Ovde se donosi odluka o tome koliko velika treba da je sama kompanija, da li treba planirati zalihe, da li treba imati u rezervi raspoložive proizvodne kapacitete ili treba pratiti potražnju.

Kod odlučivanja o lokaciji same kompanije, kako u okviru lanca snabdevanja, tako i generalno, u razmatranje treba uzeti kako elemente koji utiču sa strane snabdevanja tako i one koji su od uticaja sa strane potražnje.

Na taj način, sa strane snabdevanja neophodnim inputima procesa, treba razmišljati o:

- Raspoloživosti i troškovima radne snage u razmatranom regionu,
- Troškovima kupovine građevinskog zemljišta,
- Troškovima energije,
- Postojanju infrastrukture i troškovima transporta,
- Komunalnim troškovima.

Sa strane potražnje, faktori tržišta, koji utiču na izbor lokacije su:

- Postojanje adekvatne radne snage za promociju i prodaju finalnih proizvoda,
- Pogodnost lokacije za vršenje prodaje finalnih proizvoda,
- Takozvani „image“ (imidž), koji data lokacija može imati kod krajnjih korisnika,
- Pogodnost pristupa lokaciji za kupce.

### **3.2. Proizvodni kapaciteti**

U prethodnom poglavlju su karakteristike proizvodnog programa povezane sa potražnjom, odnosno potrebama krajnjih korisnika u smislu kvaliteta i kvantiteta proizvoda. Sa druge strane, nalaze se realne mogućnosti PPSa da odgovori na date potrebe tržišta, kako kvalitetom, tako i količinom. S tim u vezi, značajan element proizvodnih mogućnosti u industrijskoj proizvodnji predstavlja kapacitet proizvodne opreme. Složen karakter proizvodnih procesa u savremenim uslovima pretpostavlja raznovrsno kombinovanje pojedinačnih uređaja i mašina. U datim uslovima međusobnih kvalitativnih i kvantitativnih odnosa kao sintetizovan efekat dobija se proizvodni kapacitet.

U savremenoj literaturi postoje brojni predlozi za kvantifikaciju kapacitivnih mogućnosti proizvodnje. Adekvatan pristup problematici proizvodnih kapaciteta podrazumeva odvajanje projektovanog – proračunatog od stvarnog – ostvarenog kapaciteta .



Sa metodološkog stanovišta ima dosta problema prilikom izračunavanja projektovanog kapaciteta pojedinačno za mašinu i još više u slučaju izračunavanja za fabriku kao celinu. Posebno se ističe značaj adekvatnog određivanja projektovanog kapaciteta, jer isti služi kao osnova za utvrđivanje iskorišćenosti kapaciteta. Takođe, prilikom određivanja ostvarenog kapaciteta nailazi se na niz poteškoća. Obimnost i složenost ove problematike u praktičnim uslovima proizvodnje, zahteva mnogo više mesta no što je programom ovog kursa predviđeno, pa će se u nastavku pažnja usredsrediti na najbitnije elemente određivanja kapaciteta.

U cilju sistematizacije kategorije kapaciteta proizvodne opreme moguće je koristiti sledeće kategorije:

**Projektovani kapacitet:**

- projektovani kapacitet shodno tehničkim karakteristikama opreme - **tehnički kapacitet**,
- projektovani kapacitet shodno eksploatacionim i organizacionim uslovima - **eksploatacioni kapacitet**,

**Stvarni - ostvareni kapacitet:**

- Kapacitet korišćenja opreme koji se realno ostvari u toku realizacije proizvodnog ciklusa. Ovaj kapacitet se ne proračunava niti projektuje, već se vrši njegovo direktno merenje, nekom od metoda koje će biti opisane u daljem tekstu.

Prilikom određivanja kapaciteta proizvodnje, treba imati u vidu da složena priroda uzajamnih odnosa mašina i uređaja u sistemskom skupu, uslovljava razlikovanje kapaciteta mašine od kapaciteta fabrike prilikom određivanja odgovarajuće kategorije kapaciteta.

### ***3.2.1 Kapacitet mašine***

Kapacitet mašine predstavlja njenu radnu sposobnost da u okviru određenog vremenskog perioda (uobičajeno godinu dana) izvrši izvestan broj određenih operacija. Za adekvatno utvrđivanje kapaciteta jedne mašine bitan je uslov poznavanja njenih tehničkih i eksploatacionih karakteristika. Tehničke karakteristike mašine determinišu mogućnost upotrebe date mašine za obavljanje određenih poslova - operacija. Eksploatacione karakteristike mašine odnose se na adekvatni režim korišćenja, rukovanja, održavanja, što u celini određuje radnu sposobnost mašine kroz mogućnost obavljanja određenog broja operacija u okviru jednog vremenskog intervala.

Karakteristike mašina sa izuzetkom specijalizovanih, dopuštaju

obavljanje različitih radnih operacija, što onemogućava izražavanje kapaciteta preko broja izvršenih istovrsnih operacija. Stoga se u većini slučajeva kao pogodna jedinica za izražavanje kapaciteta usvaja vremenska jedinica - mašinski čas ili mašina čas: [MČ].

### ***Tehnički kapacitet mašine***

U okviru projektovanog kapaciteta u skladu sa tehničkim karakteristikama uočavaju se dve osnovne kategorije:

- *idealni tehnički kapacitet* -  $C_{mi}$  koji karakterise kontinuirani rad mašine. U idealnom slučaju mašina bi radila tokom čitave godine, bez prekida:

$$C_{mi} = 365 \cdot 24 [\text{MČ/god}] \quad (3.1)$$

Naravno, ovakav rad mašine u praksi nije realan, te se stoga uzima samo kao teorijska veličina- idealni tehnički kapacitet.

- *realni tehnički kapacitet* -  $C_{mt}$  pod kojim se podrazumeva fond MČ u kome je mašina u stanju da proizvodi. To, drugim recima, znači kalendarski fond časova umanjeno za onaj broj časova koji je neopohodan za osposobljavanje mašine za normalan rad, proizvodnju:

$$C_{mt} = 365 \cdot 24 - t [\text{MČ/god}] \quad (3.2)$$

Gde je  $t$  - projektovan ukupan broj časova godišnje za održavanje normalne radne sposobnosti mašine. Dužina vremena  $t$ , zavisi od karakteristika same mašine ali i od načina na koji je organizovano održavanje proizvodne opreme u PPS-u, o čemu će više reći biti u narednim poglavljima knjige.

### ***Eksploatacioni kapacitet mašine***

U proračunu tehničkih kapaciteta, kao osnovni podatak posmatrane su samo tehničke karakteristike mašina. S druge strane, prilikom određivanja projektovanog eksploatacionog kapaciteta mašine usvajaju su određene pretpostavke u pogledu projektovanih uslova eksploatacije mašina. Odnosno, drugim rečima, uzima se u obzir sprega mašina-ljudska radna snaga, prilikom eksploatacije mašina. Naime, uzimaju se u obzir ograničenja koja moraju da postoje kod operativnog korišćenja mašina od strane ljudi. Saglasno uobičajenim uslovima eksploatacije u industriji, u proračun projektovanog eksploatacionog kapaciteta mašine -  $C_{me}$  se ulazi sa sledećim pretpostavkama u pogledu projektovanog smanjenja realnog tehničkog

kapaciteta, i to:

- projektovan broj radnih smena,
- projektovan broj neradnih dana (praznici, nedelje, subote i sl.),
- projektovani obavezni prekidi (polučasovni odmor radnika u toku dana i sl.) i dr.

Na taj način, eksploatacioni kapacitet mašine, za slučaj rada u sve tri smene, računa se putem obrasca:

$$C_{me} = C_{mt} - N \cdot 24 - P \cdot 24 - R \cdot 1.5 \text{ [MČ/god]} \quad (3.3)$$

Kako bi se navedena formula mogla da koristi, prvenstveno je potrebno odrediti R- broj radnih dana godišnje:

$$R = 365 - N - P - t_1/24 \text{ [dana]} \quad (3.4)$$

Gde su: N – broj neradnih dana (subote, nedelje, remont i sl.), P-broj prazničnih dana, R-broj radnih dana (koeficijent od 1.5 h, predstavlja tri pauze od po 0.5 h u toku dana, za svaku smenu po jedna). t-vreme potrebno za održavanje tehničke ispravnosti (normalne radne sposobnosti) mašine.

### ***Ostvareni - stvarni kapacitet mašine***

Stvarni uslovi rada mašine se više ili manje razlikuju od projektovanih. Stoga se ostvareni kapacitet mašine  $C_{ms}$  razlikuje od  $C_{me}$  i to uglavnom iz sledećih razloga:

- pretpostavke na kojima je zasnovan projektovani eksploatacioni kapacitet se ne ostvaruju,
- deluju i drugi nepredvideni uticajni činioci, pretežno stohastičkog karaktera.

Prema tome, stvarni kapacitet mašine se može predstaviti kao:

$$C_{ms} = C_{me} - ? \quad (3.5)$$

Gde se ? odnosi na različite razloge stohastičke prirode, koje je najčešće nemoguće predvideti. Samim time, ostvareni kapacitet mašine je nemoguće izračunati već se on meri prilikom stvarne eksploatacije proizvodne opreme.

### ***Stepen iskorišćenja proizvodnog kapaciteta mašine***

U skladu sa prikazanim kategorijama proizvodnih kapaciteta mašine mogu se izračunati sledeći stepeni iskorišćenja tehničkog i

eksploatacionog proizvodnog kapaciteta mašina:

$$\eta_{mt} = \frac{C_{me}}{C_{mt}} \cdot 100\% \quad (3.6) \qquad \eta_{me} = \frac{C_{ms}}{C_{me}} \cdot 100\% \quad (3.7)$$

Za realnije sagledavanje iskorišćenja raspoloživog kapaciteta mašine u datim uslovima prikladniji je  $\eta_{me}$ . S druge strane  $\eta_{mt}$  može da posluži za utvrđivanje stepena uticaja projektovanih uslova eksploatacije, objektivno ili subjektivno uslovljenih, na iskorišćenje projektovanog tehničkog kapaciteta.

### 3.2.2 Kapacitet fabrike

#### *Tehnički kapacitet fabrike*

U skladu sa interpretacijom projektovanog tehničkog kapaciteta mašine može se za fabriku kao skup od  $n$  proizvodnih mašina i uređaja dati sledeći izraz za izračunavanje projektovanog tehničkog kapaciteta fabrike, i to za:

a) idealni tehnički kapacitet fabrike:

$$C_{fi} = \sum_{j=1}^n C_{mi_j} \quad [\text{M}\check{\text{C}}/\text{god}] \quad (3.8)$$

b) realni tehnički kapacitet fabrike:

$$C_{ft} = \sum_{j=1}^n C_{mt_j} \quad [\text{M}\check{\text{C}}/\text{god}] \quad (3.9)$$

#### *Eskploatacioni kapacitet fabrike*

Postupkom proračunavanja projektovanog eksploatacionog kapaciteta fabrike treba obuhvatiti, po analogiji sa kapacitetima mašina, sve uticajne okolnosti prisutne prilikom izračunavanja odgovarajuće kategorije kapaciteta mašine. Međutim, prilikom interpretacije projektovanog eksploatacionog kapaciteta fabrike treba uzeti u obzir činjenicu da se pod kapacitetom fabrike ne može jednostavno smatrati suma odgovarajućih kapaciteta mašina. Osnovni razlog za ovu tvrdnju leži u okolnosti da kapacitet fabrike uključuje i uticaje tehničko tehnološke strukture proizvoda - kvalitativno i kvantitativno. Odnosno, od značaja je tehnološki redosled proizvodnih operacija neophodnih za dobijanje različitih finalnih proizvoda.

Samim time, adekvatna interpretacija projektovanog eksploatacionog kapaciteta fabrike zahteva klasifikaciju svih mašina u grupe - komponentne kapacitete. Glavni kriterijum za razvrstavanje pojedinih mašina u odgovarajuću grupu, komponentni kapacitet, je utvrđivanje mogućnosti uzajamne zamenljivosti po osnovu tehničko-eksploatacionih karakteristika za obavljanje odgovarajućih operacija. Ovo je naročito značajno za uslove diskontinualne proizvodnje, o čemu će više reči biti u narednim poglavljima.

Prema tome, sama veličina pojedinačnog komponentnog kapaciteta grupacije istorodnih mašina se dobija na osnovu izraza:

$$C_{ke} = \sum_{j=1}^n C_{me_j} \quad [\text{M}\check{\text{C}}/\text{god}] \quad (3.10)$$

Prema tome, projektovani eksploatacioni kapacitet fabrike (za uslove više proizvoda i diskontinualne tehnologije proizvodnje) interpretira se kao skup od  $m$  komponentnih kapaciteta -  $C_{ke}$ .

$$C_{fe} = \sum_{j=1}^m C_{ke_j} \quad [\text{M}\check{\text{C}}/\text{god}] \quad (3.11)$$

U izvesnim, retkim slučajevima kada fabrika u proizvodnom programu ima samo jedan proizvod, ili se na prikladan način mogu različiti proizvodi preračunati na jedinstven etalon-proizvod na primer, onda se projektovani eksploatacioni kapacitet fabrike može izraziti brojem odgovarajućih jedinica proizvoda (npr. komada, metara, tona itd.). Ipak, ovakav vid proračuna kapaciteta je zaista redak.

Komponentni kapaciteti se ne mogu i ne trebaju posmatrati izolovano, jer u toku eksploatacije se obrazuju različite kombinacije da bi se ostvario dati proizvodni zadatak. Naime, i u okviru iste fabrike, ukoliko se proizvodi veći broj različitih proizvoda, često je neophodna različita kombinacija redosleda korišćenja proizvode opreme iz različitih komponentnih grupacija. Pri tome, uzajamni odnosi i međuzavisnosti komponentnih kapaciteta više ili manje se uzajamno ograničavaju.

Ono što je značajno je da mora postojati izvestan stepen usklađenosti komponentnih kapaciteta. Na taj način, prilikom projektovanja izgradnje novih ili rekonstrukcije postojećih proizvodnih kapaciteta, treba nastojati da se ostvari optimalni sklad komponentnih kapaciteta. Međutim, dinamika izmene proizvodnih programa uslovljava, ranije ili kasnije, nastanak nesklada komponentnih kapaciteta.

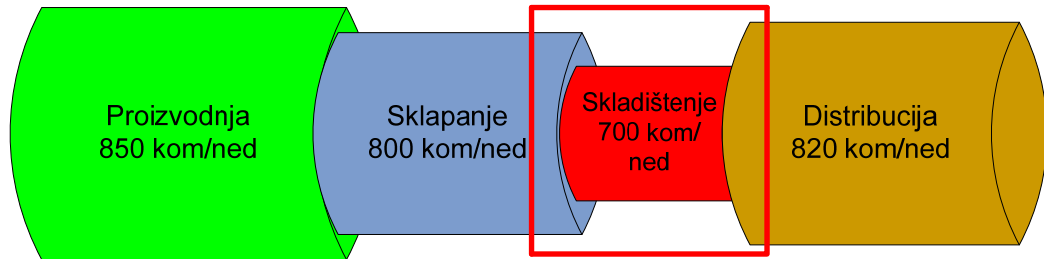
Neusklađenost komponentnih kapaciteta uslovljava pojavu tzv. "uskih grla". Pod "uskim grlom" podrazumeva se potpuno iskorišćen

u datim uslovima eksploatacije proizvodni kapacitet (mašine, odnosno grupa mašina kao tehnološki zaokružene skupine ili komponentni kapacitet).

"Usko grlo" može biti:

- grupa proizvodnih kapaciteta – mašina,
- pojedinačni kapacitet - mašina (kao specijalni slučaj).

Kako bi se dodatno pojasnio koncept „uskog grla“, na slici 15, je dat karakteristični primer.



Slika 15. Konceptualni prikaz pojma „uskog grla“ u proizvodnom procesu

Prema tome, u određenom PPS-u, proizvodi 850 komada komponenti proizvoda, na nedeljnom nivou. Potom se vrši sklapanje komponenti u finalni proizvod. Proizvodna jedinica na liniji za sklapanje može na nedeljnom nivou obraditi 800 komada komponenti. Pre finalne distribucije, potrebno je izvesno vreme skladištiti gotove proizvode. Kapacitet raspoloživog skladišta je 700 komada nedeljno. Finalno, krajnji korisnik je naručio 820 komada konačnih proizvoda u toku nedelje. Samim time, na osnovu slike 15, nije moguće izvršiti isporuku adekvatnog broja finalnih proizvoda iako je moguća proizvedena dovoljne količine, zbog uskog grla u procesu. Naime, još na liniji sklapanja se javlja nesklađenost proizvodnih kapaciteta, koja posebno dolazi do izražaja kod kapaciteta raspoloživih skladišta.

Sama "Uska grla" mogu nastati usled:

- neusklađenosti proizvodnog programa sa strukturom i veličinom proizvodnih kapaciteta, odnosno lošim planiranjem odnosa ponude i potražnje,
- niskog nivoa organizacije proizvodnih procesa,
- lošeg održavanja radnih sposobnosti osnovnih sredstava.

S obzirom na činjenicu da postojanje "uskog grla" objektivno ograničava mogućnosti korišćenja svih međusobno povezanih zavisnih kapaciteta, nužno je preduzeti odgovarajuće mere u cilju otklanjanja uočenog uskog grla.

Prema prirodi mera koje treba preduzeti razlikuju se uska grla koja se otklanjaju:

- novim investicijama uz nabavku dopunske opreme. Ova mera se može preduzeti ukoliko je razlog neusklađenih kapaciteta nepostojanje dovoljnog broja mašina, ili njihova dotrajalost.
- organizaciono-tehničkim merama. Ova mera se koristi ukoliko i pored postojanja raspoloživih proizvodnih kapaciteta, ne dolazi do njihovog optimalnog korišćenja. Tada je neophodno ustanoviti organizacioni razlog ove pojave, te intervenisati na odgovarajući način.

Nesumnjivo da u svakom konkretnom slučaju treba prevashodno ispitati mogućnosti otklanjanja uskog grla preduzimanjem organizaciono-tehničkih mera. Razlog za to je da ukoliko je usko grlo izazvano lošom organizacijom, investicija u novu opremu neće rešiti problem. Naime, i kupovina nove mašine neće dovesti do boljeg iskorišćenja kapaciteta, ukoliko imamo problem sa nestručnom radnom snagom koja upravlja mašinom ili sa lošom organizacijom procesa rada.

### ***Ostvareni kapacitet fabrike***

U skladu sa interpretacijom projektovanog eksploatacionog kapaciteta fabrike, na odgovarajući način, merenjem ili snimanjem, dobija se:  $C_{ksi}$  - ostvareni komponentni kapacitet fabrike u MČ (a u specijalnim slučajevima moguće ga je izraziti i u naturalnim jedinicama). Kao i :  $C_{fs}$  - ostvareni kapacitet fabrike u MČ ili u naturalnim jedinicama.

### ***Stepen iskorišćenja proizvodnog kapaciteta fabrike***

S obzirom na pretpostavljeno ujednačavanje jedinica za izražavanje pojedinih kategorija projektovanih i ostvarenih kapaciteta u nastavku će biti dati odgovarajući stepeni iskorišćenja proizvodnih kapaciteta fabrike odnosno komponentnih kapaciteta.

Iskorišćenje tehničkog kapaciteta fabrike:

$$\eta_{ft} = \frac{C_{fe}}{C_{ft}} \cdot 100\% \quad (3.12)$$

zatim, iskorišćenje eksploatacionog kapaciteta fabrike:

$$\eta_{fe} = \frac{C_{fs}}{C_{fe}} \cdot 100\% \quad (3.13)$$

odnosno, iskorišćenje komponentnih kapaciteta fabrike računa se na osnovu:

$$\eta_{ke} = \frac{C_{ksi}}{C_{ke}} \cdot 100\% \quad (3.14)$$

$\eta_{ft}$  - prikazuje koliko projektovani uslovi eksploatacije uslovljavaju neiskorišćenje tehničkog kapaciteta, što na svojevrsan način ukazuje na moguće rezerve raspoloživih kapaciteta, koje se mogu upotrebiti nakon bolje organizacije rada.

$\eta_{fe}$  i  $\eta_{ke}$  - pokazuju koliko se stvarno koriste projektovani eksploatacioni kapaciteti fabrike, odnosno pojedinih komponentnih kapaciteta, te kao takvi predstavljaju i najznačajniji pokazatelj korišćenja, uz pretpostavku da su projektovani uslovi eksploatacije dovoljno realno zasnovani na mogućnostima.

### **3.3 Metode i tehnike utvrđivanja korišćenja proizvodnih kapaciteta**

Obzirom da je u prethodnom tekstu naglašeno da se stvarni kapacitet ne može izračunati, već da ga je neophodno izmeriti u realnom tehnološkom procesu proizvodnje, razvijen je izvestan broj metoda i tehnika koje omogućavaju da se utvrdi stanje korišćenja kako pojedinačnih tako i ukupnih kapaciteta. Za dobijanje vrednosti stvarnih kapaciteta, tehnike merenja se mogu svrstati u grupacije koje:

- a) mere iskorišćenje proračunate veličine projektovanog eksploatacionog kapaciteta za sve postojeće mašine u pogonu;
- b) daju procenu stepena iskorišćenja kapaciteta, na osnovu statističkog praćenja procesa proizvodnje.

Obe tehnike podatke o korišćenju kapaciteta daju u procentima (čime se implicitno sa 100% označava projektovani eksploatacioni kapacitet).

U daljem tekstu će detaljnije biti opisane neke od tehnika za dobijanje vrednosti stvarnih kapaciteta proizvodnje.



### **3.3.1 Metoda snimanja korišćenja kapaciteta**

Ova metoda spada u grupu pod a). Zasniva se na sistematskom registrovanju:

- rada
- i nerada (sa eventualnim razvrstavanjem po uzrocima za svaku mašinu pojedinačno ili grupno).

S obzirom na prirodu fenomena koje treba registrovati, koji karakteriše masovnost, dislociranost objekata i stohastičnost, postavlja se pitanje kvalitetnog postupka za registrovanje, naročito kod većih pogona.

Za praktičnu primenu ove metode, postoje sledeće mogućnosti:

1. Pogonska evidencija u okviru klasičnog informacionog sistema, gde se uspostavlja "negativan" podsistem registrovanja, tj., evidentiraju se prekidi - zastoji u radu mašina, po uzrocima, da bi se sumirali po dva osnova:
  - vremenskom (npr. za mesečni period),
  - prostornom (za različito definisane grupe mašina, kao npr. komponentni kapacitet, ili proizvodno odeljenje, odnosno fabrika kao celina),
  - kombinovani, gde se vremenski i prostorni osnovi kombinuju, čime se dobijaju reprezentativni rezultati o korišćenju kapaciteta).
2. Registrirajući instrumenti kojima se automatski preuzimaju podaci o radu odnosno neradu mašina, kao što su centralograf i kientzle. Naime, u te svrhe se koriste merni uređaji koji se montiraju na samu mašinu i stepen njenog iskorišćenja računaju na osnovu merenja utroška energije ili na osnovu obrtnog momenta pokretnih delova – vratilo, osovina, itd.
3. Terminalski uređaji u koje se unose neposredno podaci o radu odnosno neradu mašina, od kojih se obrazuju datoteke, koje se u skladu sa programom obrade koriste za dobijanje rezultata o korišćenju i uzrocima nekorišćenja mašina pojedinačno i skupno. Akvizicija podataka za ovakve baze podataka se ranije radila ručnim unosom. U savremenim poslovno proizvodnim sistemima vrši se automatska akvizicija podataka, te su ovi terminali deo većih specijalizovanih MRP ili ERP sistema.

### 3.3.2 Metoda trenutnih opažanja

Ova metoda spada u grupu pod b). Njome se dobijaju podaci o stepenu korišćenja kapaciteta, kako pojedinačno tako i grupno, u okviru posmatranog vremenskog perioda, koji se usvaja u skladu sa potrebama. Sama metoda se zasniva na merenjima koja se ne vrše na svim mašinama u pogonu, već na adekvatno selektovanom statističkom uzorku.

S obzirom na stohastičku prirodu pojava u vezi sa radom, odnosno neradom mašina, može se reći da metoda trenutnih zapažanja poseduje određene prednosti u odnosu na klasičnu evidenciju.

U nastavku će biti dat prikaz metode trenutnih zapažanja u obliku i sadržaju dovoljnim za praktičnu primenu.

U savremenoj industrijskoj proizvodnji, naročito u domenu organizacije, prisutne su brojne pojave i zbivanja slučajnog ili stohastičkog karaktera. Efikasno proučavanje takvih pojava i zbivanja moguće je ukoliko se koriste odgovarajuće metode i postupci. U novije vreme, veoma je raširena primena metoda trenutnih zapažanja (u inostranstvu poznate pod nazivom Work sampling, Ratio delay, Methode des observations instantanees).

L. N. C. Tippett prvi put primenjuje ovu metodu u tekstilnoj industriji 1934. godine. Od tada na ovamo uz izvesne modifikacije i upotpunjavanje primena, metoda trenutnih zapažanja stalno se širi i postaje svestranija.

Osnovna karakteristika metode trenutnih zapažanja sastoji se u tome što se predstava o nekoj pojavi dobija na osnovu trenutnih opažanja, koja se vrše u slučajno odabranim momentima. Da bi se logika ove metode pojednostavljeno objasnila, uzmimo na primer da se posmatra rad jedne mašine. U okviru ukupnog broja posmatranja od 1.000 puta, koliko je izvršeno u periodu od nekoliko meseci, konstatovano je npr. da:

- mašina radi 600 puta,
- mašina ne radi (iz različitih razloga) 400 puta.

Zaključak koji se može izvesti je sledeći: u toku posmatranog perioda mašina je korišćena sa 60% iskorišćenja ( $\frac{600}{1000} \cdot 100 = 60\%$ ), dok 40%

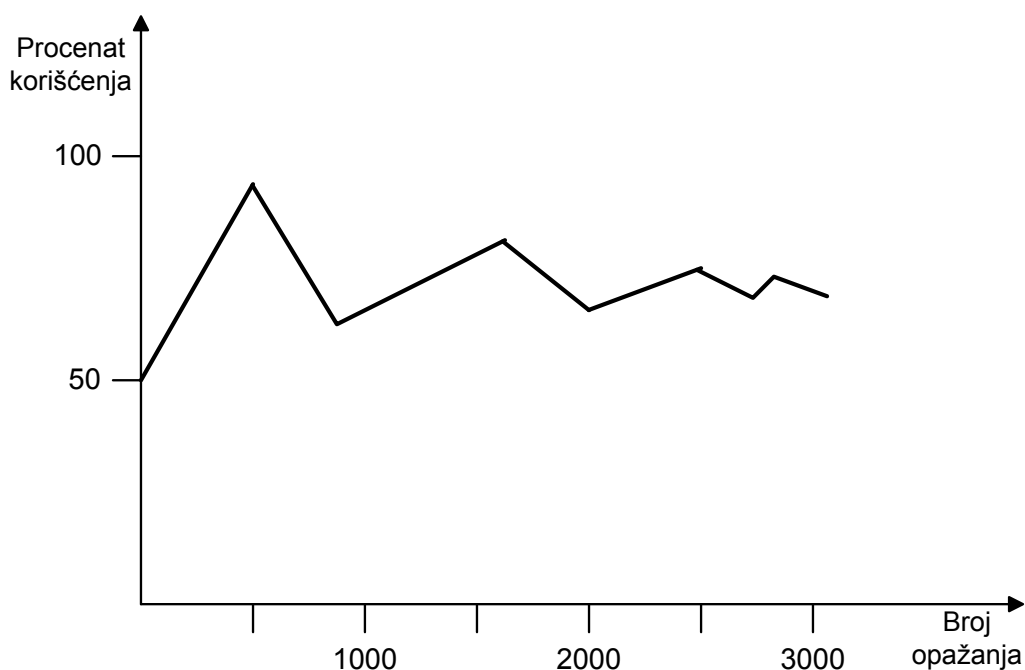
predstavljaju razni zastoji.

Kao što se iz opisa može zaključiti, snimanje uočene pojave nije bilo kontinuirano, već povremeno, u slučajno odabranim trenucima, a u okviru nekog relativno kratkog vremenskog perioda. Izveden eksperiment u proizvodnji sa pojavama rada i nerada mašine, koje su kao što je poznato pod uticajem velikog broja činilaca, s toga

neizvesne, pa su prema tome slučajnog karaktera, sličan je slučaju npr. sa bacanjem novčića.

Za određeni broj bacanja novčića dobili bismo neki odnos između dobijenih rezultata za "glavu" odnosno "pismo". Dobro je poznato da bilo jedan ili drugi ishod nije izvestan, već predstavlja slučajnu pojavu. Prema tome, analogija između dva posmatrana slučaja je očigledna, uz napomenu da se i u jednom i u drugom slučaju radi o uzorku, dakle ograničenom broju opažanja u proizvodnji, odnosno bacanja novčića. Ako se broj bacanja novčića dovoljno uveća, odnos ishoda "glava" i "pismo" težiće da bude u odnosu 50% prema 50%, tj. 0.5 prema 0.5, pod uslovom da novčić nije ni na koji način deformisan. Ovakva očekivana vrednost ishoda događaja, koji se dovoljno puta ponovi, u skladu je sa tzv. zakonom velikih brojeva.

Na sličan način, ukoliko se uvećava broj opažanja pomenute mašine, kao što je na slici 16., prikazano, pokazaće se da odnos "rada" - "nerada" mašine teži ka nekoj očekivanoj vrednosti (na slici to je 70% : 30% za oko 3.000 opažanja).



Slika 16. Odnos ishoda slučajnog događaja (rad – nerad mašine) zavisno od broja opažanja pojave

Prema tome, osnovanost korišćenja ovako dobijenih rezultata počiva na verovatnoći, odnosno zakonu velikih brojeva. Ukoliko je veći broj izvršenih zapažanja, odnosno veći uzorak, veća je verovatnoća da dobijeni rezultat odgovara stvarnom stanju posmatrane pojave, u ovom slučaju da mašina "radi" u datim proizvodnim uslovima, što predstavlja osnovni skup u odnosu na izdvojeni uzorak.

Iz rečenog proizilazi da se povećanjem ili smanjenjem broja opažanja

ili promenom veličine uzorka, može smanjivati odnosno povećavati odstupanje rezultata dobijenog trenutnim opažanjima u odnosu na stvarno stanje posmatrane pojave. Koristeći se pomenutim teorijama i zakonitostima, formulisan je obrazac za izračunavanje potrebnog broja opažanja koji glasi:

$$n = \frac{k^2 \cdot (1 - p)}{r^2 \cdot p} \quad (3.15)$$

gde je:

$n$  - ukupan broj potrebnih opažanja;

$k$  - broj koji reprezentuje očekivani stepen tačnosti;

$p$  - očekivana procentualna vrednost pojava koja se istražuje;

$r$  - predstavlja granice očekivanog odstupanja dobijenog rezultata, odnosno grešku sa kojom treba računati.

Za pojavu čija je distribucija normalna, što se uglavnom može pretpostaviti da je slučaj u proizvodnji, mada se ova pretpostavka može i proveriti u cilju izbegavanja grešaka, veličina  $k$  će biti:

1 ukoliko se usvoji da je očekivana tačnost posmatrane pojave 68%;

2 ukoliko se usvoji da je očekivana tačnost posmatrane pojave 95%;

3 ukoliko se usvoji da je očekivana tačnost posmatrane pojave 99.7%.

Za praktično korišćenje navedene formule, neophodno je usvojiti željenu - dopustivu grešku u pogledu rezultata koji će se dobiti snimanjem, odnosno preliminarnim ograničenim brojem snimanja odrediti polaznu veličinu za  $p$ .

Pretpostavljene početne vrednosti za  $r$  i  $p$  se u nastavku optimiziraju postupkom postupnog približavanja (iteracijom).

Metoda trenutnih zapažanja (MTZ) može se primeniti u sledeće svrhe:

- utvrđivanje procentualne zastupljenosti pojedinih oblika aktivnosti, odnosno zastoja u radu radnika u okviru ukupnog radnog vremena;
- utvrđivanje stepena korišćenja mašina;
- utvrđivanje procentualne zastupljenosti odmora, vremena utrošenog za fiziološke potrebe i drugih prekida u radu radnika.

Na osnovu snimanjem prikupljenih i obračunatih podataka i rezultata, isti se mogu koristiti za:

- definisanje organizacionih mera za bolje korišćenje proizvodnih kapaciteta;
- preduzimanje mera za bolje i racionalnije korišćenje raspoloživog radnog vremena zaposlenih u proizvodnji i van proizvodnje;
- adekvatno određivanje pripremno-završnih, pomoćnih i dopunskih komponentnih vremena u okviru izračunavanja normalnog

vremena izrade, o čemu će više reći biti u narednim poglavljima.

**Postupak primene MTZ** ima četiri faze:

- priprema snimanja,
- snimanje,
- sređivanje snimljenih podataka sa izračunavanjem rezultata,
- proučavanje dobijenih rezultata sa izradom izveštaja i definisanjem korektivnih mera.

U okviru *pripreme snimanja*, a na osnovu definisanog zadatka, neophodno je uraditi sledeće:

- Odrediti aktivnosti (u okviru neophodnih faza tehnološkog procesa proizvodnje konkretnih proizvoda) koje će biti podvrgnute snimanju na način koji treba da omogući jednostavnu, brzu i tačnu identifikaciju od strane snimača na licu mesta. Broj aktivnosti treba ograničiti u skladu sa mogućnostima snimača i potrebama obuhvatanja bitnih karakteristika u vezi definisanog zadatka.
- Izvršiti izbor objekata - radnih mesta koje treba obuhvatiti snimanjem. Broj i struktura izabranih objekata snimanja moraju biti reprezentativni u odnosu na postavljeni zadatak, i u skladu sa proračunatim neophodnim brojem snimanja  $n$ . Pri tome, raspored snimanja treba da je pogodan za obilazak u što kraćem vremenu.
- Napraviti vremenski program snimanja na osnovu izračunatog broja snimanja  $n$  za određeno  $p$  i usvojeno  $r$ , kao što je ranije objašnjeno, a koji mora sadržati:
  - definisan početak i prognoziran kraj snimanja (period snimanja mora biti dovoljno dug da se otklone periodične, sezonske sistematske pojave);
  - detaljno razrađen program snimanja po danima.

Vreme obilaska objekata u cilju snimanja mora biti slučajno, u kom cilju je najpogodnije koristiti tablice slučajnih brojeva ili neki od softverskih generatora slučajnih brojeva, odnosno u tu svrhu se može koristiti odgovarajući program za automatsku obradu, koji za date uslove (vreme trajanja obilaska i eventualna druga ograničenja) vrši izbor termina za obilaske i štampa program obilaska u toku dana, po danima ili satima prema potrebama. Razlog zbog kojeg treba obilaska radnih mesta vršiti u slučajno odabranim terminima, a ne u jednakim vremenskim periodima (npr. od 10 ili 20 minuta), je u tome što se pored rada mašine, ovom metodom prati i rad operatera – ljudske radne snage. Samim time, ukoliko operateri znaju termin kontrole rada, trudiće se da upravo u tom terminu rade, čak iako

relano nema potrebe za angažovanjem mašine u datom momentu vremena. Time se ne bi dobila realna slika.

- Pripremiti potreban kadar snimača i uvežbati ih kroz nekoliko probnih snimanja u cilju dobijanja što kvalitetnijih izvornih podataka.
- Obezbediti potpunu informisanost izvršioca i neposrednih rukovodioca o svrsi i načinu izvođenja snimanja, te ostvariti klimu pune saradnje svih zainteresovanih.
- Pripremiti potrebnu dokumentaciju za obavljanje snimanja:
  - Snimački list (Slika 17),
  - Zbirni obračunski list (Slika 18).

SNIMAČKI LIST br. _____ Datum _____																						
R.b.	VREME	1		2		3		4		5		6		7		8		9		10		
		+	-	x	+	-	x	+	-	x	+	-	x	+	-	x	+	-	x	+	-	x
1																						
2																						
3																						
4																						
5																						
6																						
7																						
8																						
9																						
10																						
11																						
12																						
13																						
14																						
15																						
n																						
Ukupno:																						
U %																						
SVEGA snimanje																						
		+ radi						- ne radi						x u pripremi								

Slika 17. Izgled praznog snimačkog lista – preuzet iz literature

ZBIRNI OBRAZAC REZULTATA SNIMANJA										Snimano od _____ do _____											
R.b.	Datum snimanja	Ukupan broj opažanja	RADNO MESTO																		
			1		2		3		4		5		6								
			+	-	x	+	-	x	+	-	x	+	-	x	+	-	x	+	-	x	
1																					
2																					
3																					
4																					
5																					
6																					
7																					
8																					
9																					
10																					
11																					
12																					
Ukupno:																					
U %																					
		Svega opažanja _____ od toga												+	_____	u	_____	%			
														-	_____	u	_____	%			
														x	_____	u	_____	%			

Slika 18. Izgled praznog zbirnog obrazca – preuzet iz literature

Navedeni obrasci mogu se dobiti korišćenjem odgovarajućeg programa za automatsku obradu podataka, u najjednostavnijem slučaju i MS Excel-a.

*Drugu fazu - snimanje* - treba sprovesti u svemu kako je pripremljeno, pri čemu je veoma značajno ostvariti savestan odnos snimača u obavljanju snimanja, kako u poštovanju izrađenog programa snimanja tako isto u pogledu tačnog obeležavanja konstatovanog stanja na licu mesta.

U sledećoj, *trecoj fazi*, treba sistematski srediti snimljene podatke i izračunati ukupne veličine snimanih obeležja, sa određivanjem veličine greške za dati broj snimanja. U skladu sa dobijenim rezultatima može proizaći iniciranje za produžavanjem programa snimanja kako bi se postigla zadovoljavajuća veličina greške, odnosno tačnosti.

Uz odgovarajuću kompjutersku podršku sređivanje i obrada prikupljenih podataka može se odvijati automatski, što se odnosi i na štampanje izveštaja o obavljenom snimanju koji se može prilagođavati po strukturi unetih podataka za odgovarajuće korisnike.

U *završnoj fazi* radi se izveštaj, koji treba da sadrži:

- a) opis zadatka,
- b) protokol snimanja,
- c) tabelarni i grafički prikaz dobijenih rezultata,
- d) ocenu uslova u kojima je izvršeno snimanje i pouzdanosti dobijenih rezultata,
- e) primedbe i predloge za unapređenje daljeg rada na snimanju.

Prednosti MTZ su:

1. Mnoge aktivnosti i operacije, ponekad je nemoguće a često je suviše skupo snimati kontinualno;
2. Jedan snimač može sa uspehom da snimi veći broj radnih mesta;
3. Iziskuje znatno manje rada, a troškovi su znatno manji u odnosu na troškove kad se sprovodi kontinuirano snimanje;
4. Period posmatranja se može prema potrebi dovoljno produžiti, kako bi se izbegao uticaj periodičnih i sezonskih varijacija;
5. Manji su izgledi za dobijanje netačnih podataka, jer su posmatrači oslobođeni dugotrajnog neprekidnog posmatranja koje izaziva monotoniju. Osim toga, radnici nemaju tegoban osećaj da su izloženi neprekidnom posmatranju - kontroli, pa se normalnije odnose prema radu;

6. Ne koriste se nikakvi instrumenti a za snimače nisu potrebni posebni stručnjaci, već kadar sa prethodno organizovanom obukom u okviru kompanije;
7. Primenjuje se sa unapred utvrđenim stepenom pouzdanosti u pogledu dobijenih rezultata;
8. Deo najmasovnije obrade podataka se obavlja uz kompjutersku podršku;
9. Jednom formirane baze podataka i elektronski formulari za snimanje, mogu se ponovo koristiti i u narednim proizvodnim ciklusima.

Slabosti MTZ su:

1. Neekonomična je za primenu na manjem broju radnih mesta ili pri znatnoj dislokaciji;
2. Ne daje detaljne informacije, kao što je to moguće sa kontinuiranim snimanjem;
3. Teže je razumljiva za proizvodno osoblje.

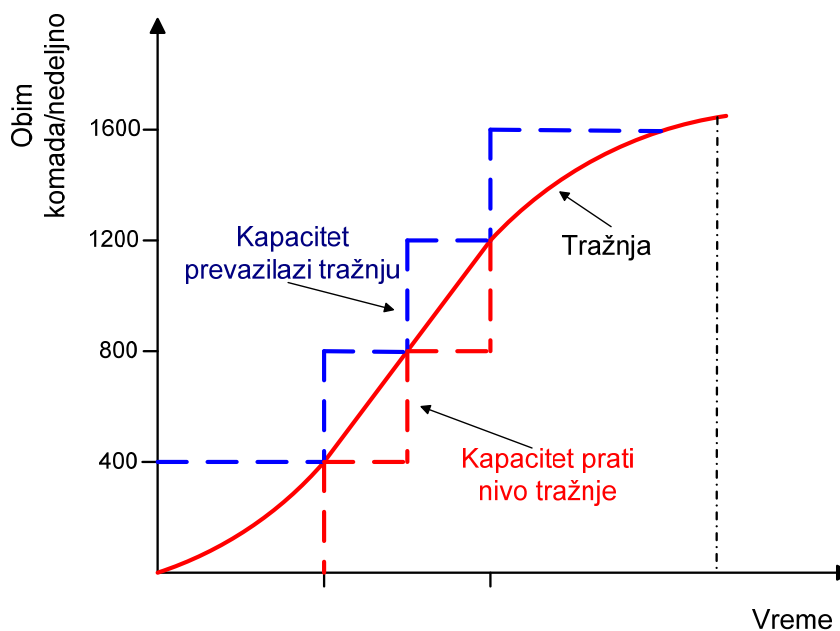
U celini posmatrana, ova metoda predstavlja veoma uspešno rešenje i omogućava pribavljanje dragocenih podataka o korišćenju kapaciteta, strukturi radnog vremena, normativima i sl.

### **3.4. Alternativni planovi kapaciteta**

Kako je već rečeno u prethodnom tekstu, prvenstveno se vrši proračun takozvanih projektovanih proizvodnih kapaciteta a potom se vrši merenje stvarnih kapaciteta kako bi se definisalo iskorišćenje kapaciteta, koje može biti od značaja za planiranje kapaciteta u narednom ciklusu proizvodnje. Pri tome, pošto je izvesno da projektovani kapaciteti neće biti identični ostvarenina, ali neće biti ni identičan potražnji za proizvodima na tržištu, treba se opredeliti za strategiju kako izvršiti njihovo usaglašavanje. Prema tome, definišu se alternativni planovi kapaciteta.

Na slici 19 predstavljeni su mogući alternativni planovi kapaciteta.





Slika 19. Alternativni planovi kapaciteta

Prema situaciji na slici 19, očigledno su moguća dva scenarija. Prvi scenario je da kapacitet prati potražnju. Naime, u svakom ciklusu proizvodnje, postojeći kapacitet je ispod nivoa potražnje na tržištu, te se periodično uvećavaju proizvodni kapaciteti, shodno uvećanju tražnje. Pri tome, količina proizvoda koja se proizvodi je uvek manja od potrebe tržišta. Samim time, iskorišćenje postojećih kapaciteta je ovde uvek maksimano. Ovaj vid proizvodnje se odvija tamo gde se kompanija opredelila za poslovanje bez zaliha, takođe i tamo gde je proizvedena roba kvarljiva. Drugi scenario je da kapacitet vodi potražnju. U ovom slučaju, uvek se planiraju veći nivoi kapaciteta nego što su potrebe tržišta, te će samim time ostvarena proizvodnja uvek biti ispod nivoa maksimalnog mogućeg iskorišćenja. Takođe, u ovom slučaju se obavezno posluje uz postojanje zaliha gotovih proizvoda. Izbor jednog ili drugog načina usaglašavanja kapaciteta, zavisi od strategijskih planova kompanije ali i dugoročnosti tražnje za proizvodima date vrste na samom tržištu.

### 3.5. Četiri V

Na kraju, što se tiče portfolia proizvoda i usluga, koje kompanija kreira kako bi ih plasirala na tržištu, krajnjim korisnicima, interesantno je istaći sledeće. Iako je većina operacija transformacije u PPS-ima slična u pogledu toga da sve one transformišu ulazne resurse u izlaze – proizvode i usluge, one se ipak razlikuju u pogledu sledeća četiri aspekta:

1. **Volumen izlaza** (nivo kapaciteta). Naime, proizvodnja visokog

velumena dovodi do specijalizacije radne snage, sistematizacije i standardizacije proizvodnih procedura. Kao primer se može uzeti McDonald's nasuprot malog restorana koji služi hamburgere;

2. **Varijitet** (raznolikost) izlaza. Neke operacije nude veću raznolikost svojih proizvoda ili usluga. Npr. transport taksi vozilima nudi znatno veću raznolikost (bliže potrebama korisnika, varijacija cena) u odnosu na vožnju autobusom (standardna ruta, fiksna cena);
3. **Varijacija u količinama izlaza**. Npr. hotel u zimskom skijalištu ima veću razliku u zahtevima (uticaj sezone) nasuprot hotelu koji se nalazi u centru glavnog grada gde je tokom godine takoreći konstantan broj klijenata;
4. **Vidljivost**, koju kupac ima u odnosu na proizvodnju proizvoda ili usluga (nivo kontakta sa kupcima). To zapravo predstavlja nivo do kojeg su operacije izložene svojim korisnicima. Npr. operacije koje uključuju transformaciju samih korisnika imaju viši nivo vidljivosti u odnosu na operacije transformacije materijalnih resursa.

## **POGLAVLJE 4.0. RAZVOJ I PROUČAVANJE PROIZVODA**

Kako je rečeno u prethodnom poglavlju, svi proizvodi koje kompanija planira da proizvodi u nekom dužem ili kraćem vremenskom periodu svrstavaju se u proizvodni program, odnosno predstavljaju tzv. „portfolio proizvoda“ kompanije. Planiranje vrste i količine proizvoda se prvenstveno radi na dugoročnom (strategijskom nivou) a potom se odluke spuštaju na niže nivoe planiranja – do nivoa jednog ciklusa proizvodnje, čime se formira operativni plan proizvodnje. Prema tome, plan proizvodnje je u svakom slučaju usko povezan sa programom proizvodnje. To iz razloga što u okviru poslovnog sistema, dugoročni i kratkoročni proizvodni programi definišu radne zadatke na proizvodnji odabranih proizvoda u portfolio. Na taj način, usvojena struktura asortimana proizvoda i odgovarajuće količine u najvećoj meri predodređuju zadatke pojedinih organizacionih jedinica u okviru realizacije odabranih programa.

Svojstva proizvoda bliže određuju obim i vrstu poslova i operacije koje treba obaviti da bi se sa uspehom obavljali predviđeni zadaci. Shodno tome, svaki proizvod predstavlja generišući element poslovnog procesa.

Na taj način, izuzetno značajan segment upravljanja proizvodnjom predstavljaju aktivnosti razvoja i proučavanja proizvoda.

### **4.1. Razvoj proizvoda**

U oblast razvoja proizvoda podrazumevaju sve aktivnosti na dizajnu „novih“ proizvoda, dok se proučavanje najčešće odnosi na kvalitativnu analizu postojećih proizvoda u cilju njihovog daljeg unapređenja.

Prilikom isticanja pojma „novi“ proizvod, treba imati u vidu, da je iz ugla upravljanja proizvodnjom moguće razlikovati sledeće pojavne oblike novih proizvoda. Naime, to može biti apsolutno nov proizvod, koji se do tada nije javljao na tržištu (kakvih je zapravo veoma malo, postoje podaci da se svega 1% aktuelnih proizvoda na svetskom tržištu mogu okarakterisati na ovaj način, dok su ostali proizvodi zapravo modifikacija već postojećih) ili je to nov proizvod iz ugla posmatranog PPS-a (naime, proizvod kakav je već postojao na tržištu, ali ga razmatrani PPS nije imao u svojem proizvodnom programu). Iz ugla planiranja i operativnog menadžmenta rad na razvoju obe dimenzije „novih“ proizvoda je zapravo identičan.

Takođe, treba istaći da je operacije razvoja i proučavanja proizvoda, nemoguće razdvojiti od operacija razvoja i proučavanja procesa proizvodnje, koji će biti u upotrebi za proizvodnju odabranih proizvoda kompanije.

Kod planiranja vreste proizvoda u proizvodnom programu, treba imati u vidu da proizvodi koji se nude tržištu moraju biti na zahtevanom nivou kvaliteta. Pri čemu, kvalitet proizvoda predstavlja nivo uspeha sinteze:

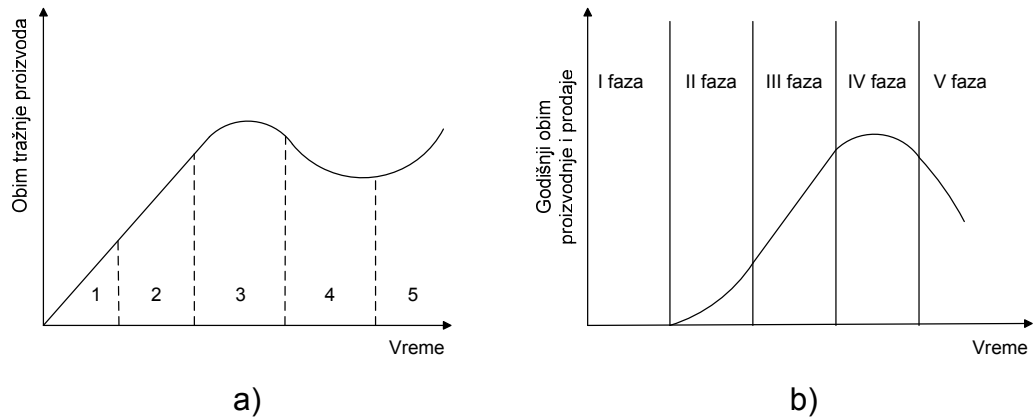
- potreba korisnika (potražnja)
- poslovnih potencijala (ponuda)
- tehničko-tehnoloških i proizvodnih mogućnosti (ponuda).

Dinamičan karakter navedenih determinanti tokom vremena, kao i prisutna uzajamna uslovljenost, uzrokuju izuzetno složen proces u kome se proizvod proizvodi, inovira, prodaje i povlači sa tržišta. Samim time, neophodno je svaki od proizvoda kompanije posmatrati i prema poziciji koju trenutno zauzima u životnom veku, za šta je korisni alat prethodno definisana kriva životnog veka proizvoda.

Na slici 20 predstavljen je izgled idealnog i realnog oblika krive životnog ciklusa proizvoda. Razlika je u tome što se kod krive realnog oblika životnog ciklusa proizvoda u obzir mora uzeti i period idejne razrade i razvoja novog proizvoda, pre njegove zvanične pojave na tržištu (pre faze uvođenja). Takođe, u realnim okolnostima nije čest slučaj da se pojavi, tzv. regeneracija istog proizvoda. Da bi proizvod ponovo postao interesantan istom tržištu, neophodno je raditi na njegovom proučavanju i modifikaciji njegovih svojstava, što često rezultuje totalnom transformacijom proizvoda. Iz tog razloga, na slici 20 b, takođe nema faze „preporoda“.

Naravno situaciju sa planiranjem razvoja i proučavanjem proizvoda dodatno kompleksnom čini i činjenica da veliki broj kompanija zapravo u isto vreme proizvodi veći broj različitih proizvoda. Pored toga, u okviru poslovnog sistema normalno je da postoje više proizvoda u različitim fazama svog "životnog veka", čime se i inače složen karakter zbivanja usložnjava. Na taj način, na slici 21 su predstavljene krive životnog veka više različitih proizvoda.

S obzirom da proizvod prolazi kroz različite faze od ideje do povlačenja sa tržišta, pa shodno tome i odgovarajuće sadržaje aktivnosti transformacije, što se podvodi pod "životni vek" proizvoda, u nastavku će biti izložena karakteristična problematika u tom procesu.



Slika 20. Kriva živornog veka proizvoda u slučaju bez a) i sa b) uzetim u obzir periodom idejne razrade i razvoja novog proizvoda

Na taj način, realnom treba posmatrati situaciju datu na slici 20.b, koja se karakteriše sledećim fazama:

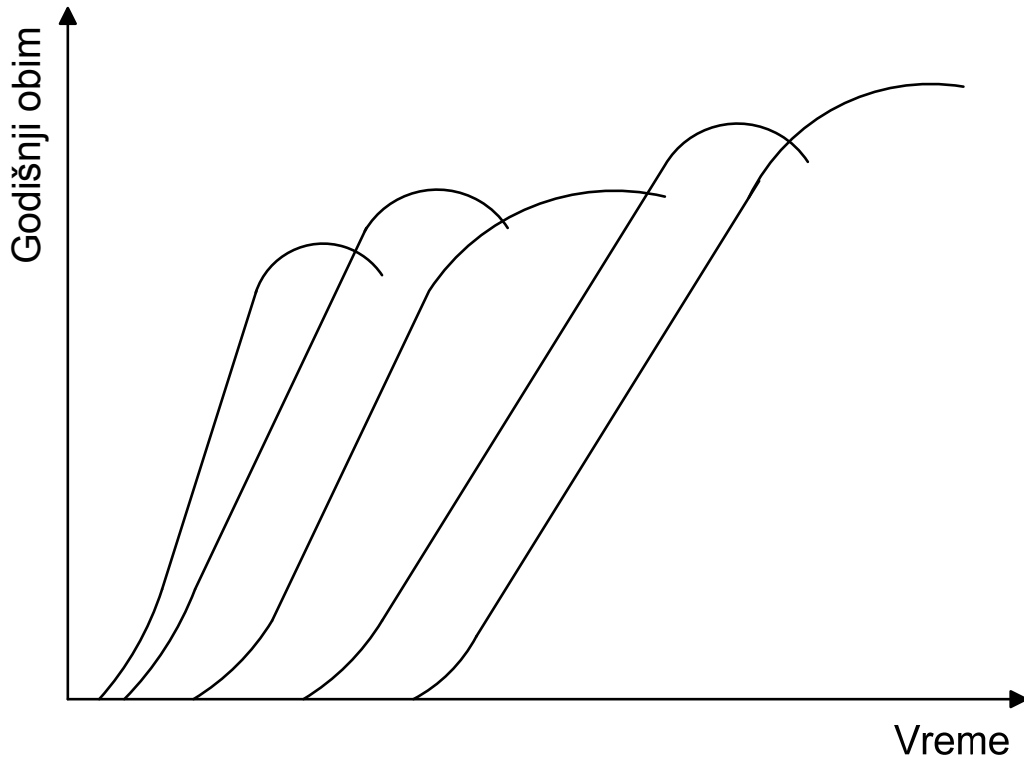
U I fazi - idejna razrada i razvoj novog proizvoda - dolaze do izražaja -kreativni potencijali PPS sa osnovnim ciljem da se dođe do rešenja koje na optimalan način usaglašava potrebe korisnika i poslovne, tehničko-tehnološke i proizvodne mogućnosti datog sistema,

U II fazi - uvođenje proizvoda - razvijen proizvod se suočava sa korisnicima jer putem prodaje dospeva u eksploataciju,

U III fazi - rast - obim proizvodnje pokazuje izraziti porast, pa posledično i prihod od prodaje čime se manifestuje prihvatanje proizvoda od novih korisnika,

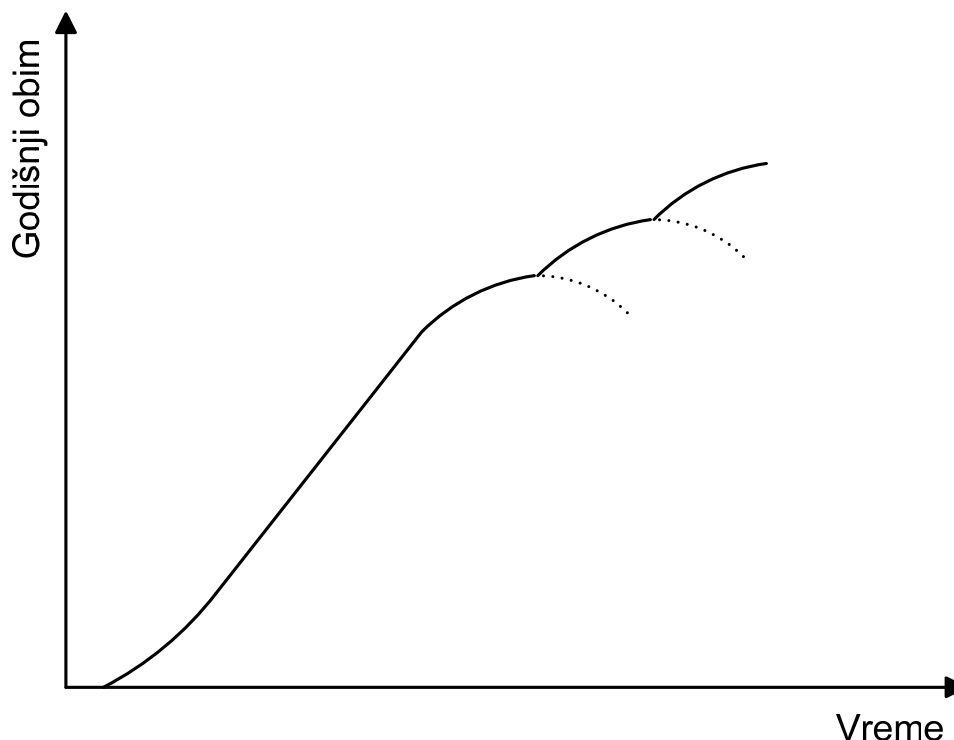
U IV fazi – zasićenje (zrelost) - dati proizvod doseže kulminaciju prihvatanja od strane korisnika bez tendencija daljeg rasta,

U V fazi - odumiranje - proizvod biva postepeno potisnut pojavom novih kvalitetnijih proizvoda ili usled postupnog prestanka potreba korisnika za tom vrstom proizvoda a što se izražava padom prihoda i, konačno, prestankom proizvodnje date vrste proizvoda.



Slika 21. Krive životnog veka više različitih proizvoda

Samim time, kako je već rečeno, nije isključeno da isti proizvod na neki način i bude ponovno ponuđen tržištu. Međutim, da bi se to ostvarilo, neophodno je da se u fazi maksimalnog profita koji se ostvaruje prodajom datog proizvoda (faza III), deo tog profita upravo usmerava na proučavanje i unapređenje samog proizvoda u cilju zadovoljenja novih potreba kupaca. Samim time, relativno je usamljen slučaj da proizvod proživi svoj vek u početnoj varijanti. Usled simultanog dejstva spoljasnjih i unutrašnjih faktora, ponude i potražnje, dolazi do transformacije usvojenog prvobitnog rešenja, što se odražava kroz odgovarajuće inovacije. Na slici 22 dat je grafički prikaz "životnog veka" proizvoda sa inovacijama.



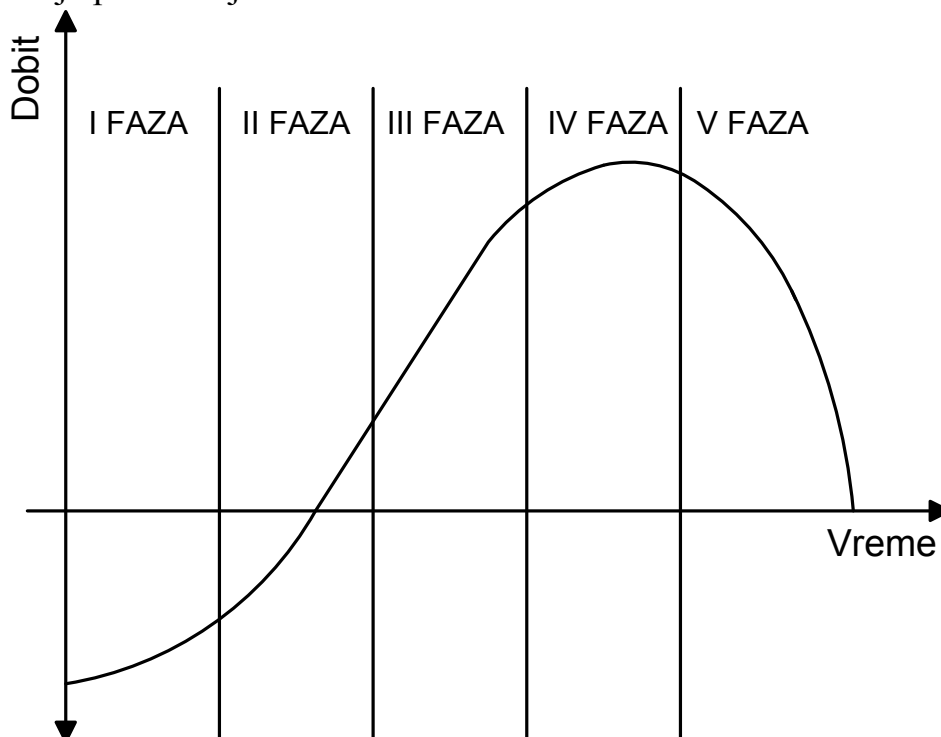
Slika 22. Životni vek proizvoda sa uključenim stadijumom inovacija

Naime, u toku eksploatacije datog proizvoda na tržištu, predstavnici kompanije mogu posredstvom marketing istraživanja tržišta o kojem će biti više reči u narednim poglavljima, doći do podataka o izmenjenim potrebama korisnika – izmena potražnje. Takođe, može doći i do promene u tehničko tehnološkim karakteristikama procesa u samoj kompaniji (uvođenje nove tehnologije proizvodnje, uvođenje novih – savremenijih materijala za proizvodnju, modifikacija proizvodnje opreme ili alata), te su svakako veoma česte modifikacije na samom proizvodu u toku njegovog životnog veka, kako bi se životni ciklus proizvoda produžio. Kao jednostavan primer može se pomenuti razvoj računara novije generacije. Naime, globalna PC era je započela sa konfiguracijom 286, koja je potom modifikacijama prerasla u 386, potom 486, Pentijum 1, Pentijum 2, ..... Na taj način, opšte posmatrano, proizvod o kojem je reč je u svim slučajevima zapravo personalni računar. Međutim, modifikacije koje su rezultovale produženjem njegovog životnog veka su tolike da je teško bilo uporediti karakteristike PC 286 sa karakteristikama P2 konfiguracija, a nezamislivo bi ih bilo porediti sa karakteristikama savremenih kompjutera. Ipak, svi navedeni nivoi zapravo predstavljaju samo modifikacije bazirane na inovacijama, u načelu istog proizvoda.

Sve navedene inovativno razvojne aktivnosti se čine sa namerom da se promene pozitivno odražavaju na prihode poslovnog sistema, što

samo po sebi iziskuje razradu poslovne strategije koja bi na optimalan način pokrenula i održavala odgovarajuće aktivnosti. Pored strategije, veoma je značajno organizovati rad brojnih funkcija, grupa i pojedinaca kako bi se ostvarili očekivani efekti poslovne strategije. Tu je svakako od značaja postojanje adekvatnog odeljenja za PP&C, o kojem je bilo više reči u prethodnom tekstu ove knjige.

Interesantno je krivu životnog veka pratiti paralelno sa krivom ostvarene dobiti u funkciji vremena tokom životnog veka, ovakav prikaz je predstavljen na slici 23.



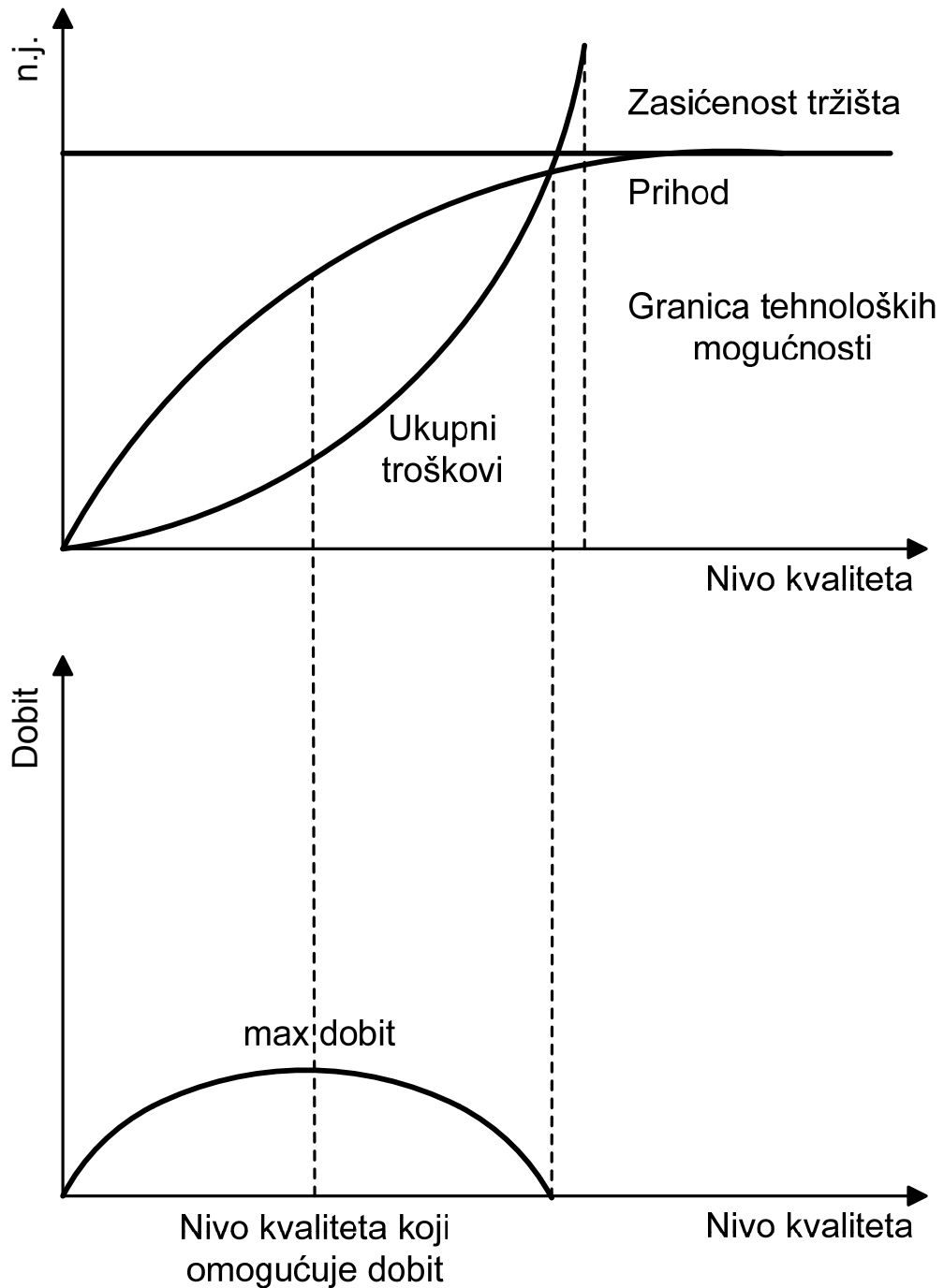
Slika 23. Ostvarena dobit PPS-a od proizvoda u toku vremena prisustva na tržištu

Dobit ( $D$ ) je razlika između prodajne cene proizvoda ( $C_p$ ) i cene koštanja proizvodnje - troškovi ( $C_k$ ), o čemu će mnogo više biti rečeno u narednim poglavljima. Takođe, veličina dobiti u sebi prelama i nivo ostvarenih troškova i kvaliteta proizvoda. Na taj način, proizilazi da za plasman bilo kojeg proizvoda postoje tri kritične dimenzije:

- kvalitet,
- troškovi
- i prodajna cena.

Na slici 24 prikazana je zavisnost između ostvarenih prihoda, troškova i kvaliteta, koje definišu nivo dobiti u funkciji kvaliteta.





Slika 24. Međuzavisnost kvaliteta, i dobiti koja rezultuje iz odnosa troškova i prihoda ostvarenih kod proizvoda

Naime, na osnovu dijagrama prikazanog na slici 24, očigledno je da se maksimalna dobit postiže upravo kod srednjeg nivoa kvaliteta, odnosno kod proizvodnje tzv. robe široke potrošnje. Troškovi proizvodnje ovakvog kvaliteta nisu visoki dok prodajna cena može biti formirana zavisno segmentu tržišta ovog proizvoda koji je relativno veliki. Ukoliko je proizvod jedinstven na tržištu, cena može biti veća iako kvalitet ostaje srednji. Tek pojavom konkurenata može

doći do opadanja tražnje pa samim time i sniženja cene ove vrste proizvoda.

S druge strane, suviše kvalitetni proizvodi povećavaju cenu koštanja proizvodnje dok je segment tržišta ovakvih proizvoda mali, odnosno manji je broj potencijalnih kupaca. Na taj način se proizvodnjom proizvoda ovog nivoa kvaliteta ne može očekivati velika dobit čak iako ne postoji konkurencija na tržištu. Proizvodi minimalnog kvaliteta su jeftini za proizvodnju ali je sa druge strane većina korisnika opredeljena da ne kupuje takve proizvode.

Na taj način, kada se govori o kvalitetu, kvalitet treba da bude na očekivanom nivou, ne na maksimalnom ili minimalnom. Očekivani nivo kvaliteta je zapravo zahtevani nivo datog segmenta potrošača, kojem je kompanija namenila svoje proizvode. Kod menadžmenta kvalitetom, široko korišćena definicija je da je kvalitet ukupnost karakteristika proizvoda ili usluge koje se zasnivaju na mogućnosti postizanja zahtevanih osobina. ISO9000:2000 definiše kvalitet kao nivo do koga postojeće karakteristike proizvoda dostižu zahteve (potrebe ili očekivanja koja su zadata, podrazumevana ili obavezna).

U daljem tekstu će biti dodatno definisan pojam kvaliteta proizvoda iz ugla menadžmenta proizvodnje.

Na taj način, menadžeri proizvodnje posmatraju **kvalitet proizvoda** kao ukupnost relevantnih svojstava proizvoda u njegovoj ulozi zadovoljavanja potreba korisnika.

Postoje brojne definicije i podele kvaliteta prema vrsti. Jedan od pristupa je diferenciranje elemenata kvaliteta na:

- funkcionalne
- i nefunkcionalne.

U funkcionalne elemente kvaliteta proizvoda spadaju:

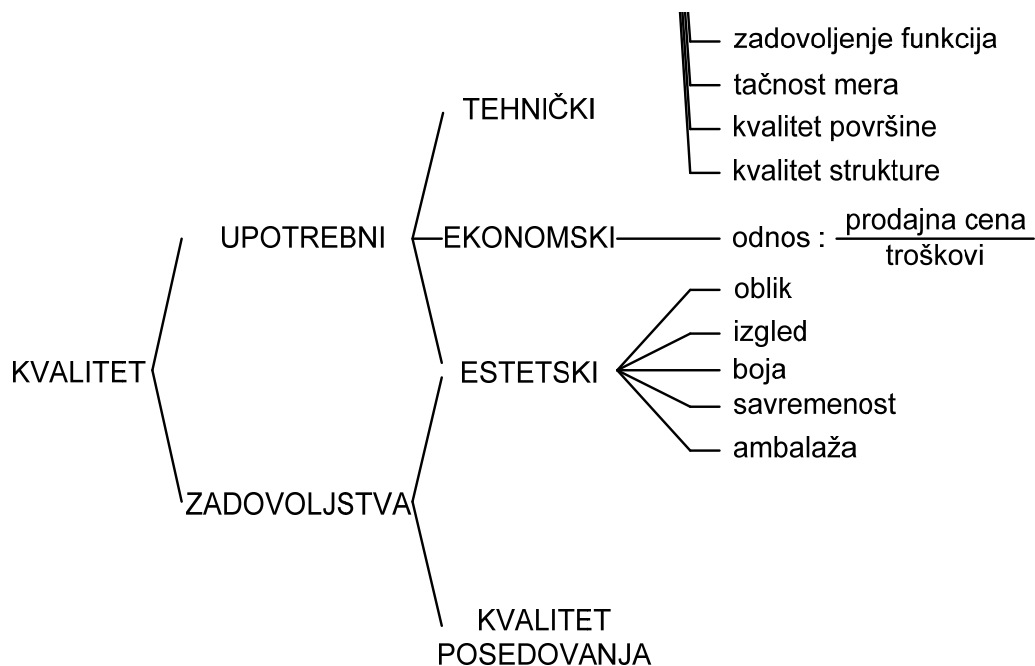
- efikasnost primene u namenskoj oblasti saglasno eksploataciono-tehničkim performansama, odnosno podobnost za upotrebu od strane korisnika,
- pouzdanost u radu za vreme korišćenja, koja se manifestuje kroz što manji broj otkaza u eksploatacionom periodu,
- adekvatni uslovi za održavanje u toku eksploatacije (troškovi, snabdevanje rezervnim delovima, servisna služba i sl.),
- prilagođenost ergonomskim kriterijumima za proizvode namenjene neposrednom korišćenju od strane čoveka,
- primerenost unapređenju očuvanja čovekove životne sredine,
- optimiziranje utrošaka resursa adekvatnih svojstava (sirovina i energije) za izradu i eksploataciju proizvoda,
- eksploatacioni vek trajanja proizvoda.

U nefunkcionalne elemente kvaliteta proizvoda ubrajaju se:

- estetsko oblikovanje proizvoda i ambalaže,
- usklađenost sa tekućim kriterijumima korišćenja (tzv. moda).

Nefunkcionalni elementi kvaliteta se pretežno odnose na proizvode namenjene tzv. širokoj potrošnji, odnosno individualnom korišćenju.

Na slici 25. dat je još jedan od zanimljivih načina prikaza komponenti kvaliteta proizvoda, koji je obzirom na široku interpretaciju pojma kvaliteta, zasnovan na podeli na kvalitet zadovoljstva i upotrebnii kvalitet.



Slika 25. Komponente kvaliteta proizvoda

U svakom slučaju, razvoj savremenog potrošačkog društva u značajnoj meri je uticalo na promenu očekivanja krajnjih korisnika u smislu zahtevanog kvaliteta, ali i do promena nivoa kvaliteta koji kompanije nude tržištu. Svakako, u velikoj meri je na to imala uticaj i činjenica da se životni vek većine proizvoda značajno skratio, iz prostog razloga što krajnji korisnici sami žele da često menjaju proizvode koje poseduju novim, čak iako su proizvodi u njihovom trenutnom posedu još uvek vrlo funkcionalni i upotrebljivi. Između brojnih primera koje nudi svakodnevno iskustvo za ilustraciju može poslužiti sledeći primer.

Prosečan vek trajanja putničkog vozila prema istraživanjima na bazi statističkih podataka iz Zapadne Nemačke je za proizvode iz 1950. godine bio 11.9 godina, da bi za vozila proizvedena 1959. godine pao na 9.4 godine. Današnji životni vek putničkih vozila na tržištu razvijenih zemalja zapadne Evrope, USA i Azije, je u proseku 4.7 godina. Na taj način, u

razvijenim zapadnim ekonomijama, očekivano je da automobili koje koriste krajnji korisnici budu zamenjeni novim nakon 4.7 godina. Samim time, nije logično da proizvođači u automobile ugrađuju komponente i delove koje bi trebalo da omoguće njihovu eksploataciju za bitno duži vremenski period. Prema tome, logična je posledica da se na tržištu sve više traže jeftinija putnička vozila, nižeg nivoa kvaliteta, koja će brzo biti zamenjena novim nakon perioda eksploatacije kraćeg od 5 godina.

Na jednom detalju, blatobranu za točak putničkog vozila, istraživanjima je utvrđeno da se sa povećanjem debljine lima za 0.2 mm, koje predstavlja povećanje utroška ugrađenog materijala za 10% dobija na produženju veka trajanja krila za 40%. Prirodno, da ovakve promene imaju i druge posledice, kao na primer, sa povećanjem težine vozila, raste potrošnja goriva tokom vožnje, kao i cena samog proizvodnog procesa zbog utrošene veće količine repromaterijala, dok pokazatelji kvaliteta koje ova izmena može doneti nisu direktno i trenutno uočljivi, već se uočavaju dugoročno, što ne može povećati prodajnu cenu proizvoda bez gubitka dela potencijalnih kupaca. S druge strane, pitanje je da li bi krajnji korisnici i koristili automobil dovoljno dugo i na taj način osetili benefite produženja životnog veka limerije, koji bi opravdali povećanu cenu automobila i njegovu veću potrošnju goriva. Samim time, takvi delovi sutomobila se često izrađuju od polimera i plastičnih metarijala, obzirom na planirani životni vek.

Međutim očigledno je i nesumnjivo jedno, da pre donošenja odluke o sistematskom, programiranom, skraćivanju veka trajanja proizvoda, treba svestrano ispitati sve pozitivne i negativne strane takvog rešenja.

Sa stanovišta zemalja u razvoju čiji su privredni potencijali slabiji i materijalni standard stanovništva značajno zaostaje, ovo pitanje zaslužuje posebno ozbiljno proučavanje. Osnovna orijentacija u ovim zemljama treba da bude u smislu vođenja politike kvaliteta orijentisane na proizvode sa dužim vekom trajanja uz uslov da to ne usporava tehničko-tehnološki razvoj i napredak i da je prilagođeno kupovnoj moći krajnjih korisnika.

Kao što je već rečeno, kvalitet se može definisati na mnogo različitih načina. S jedne strane, kvalitet proizvoda ili usluga može se posmatrati kao odsutnost defekata, poklapanje sa zahtevima ili samo kao nivo zadovoljstva kupca. S druge strane, kvalitet se može razmatrati mnogo šire kao nivo savršenstva. Ključno pitanje je da li proizvod i/ili usluga u potpunosti odgovara očekivanjima kupca, bez obzira da li je njegova primena krenula ili nije. Naime, i kada se govori o kupcima, sa stanovišta proizvodnje i marketinga,

razlikujemo stvarne i potencijalne kupce. Na taj način, ukoliko se proizvodi izrađuju po narudžbini, tada govorimo o tzv. proizvodnji za stvarne kupce. S druge strane, ukoliko se proizvodnja realizuje prema dugoročnom planu, tada govorimo o proizvodnji za potencijalne kupce (za tržište). Svakako da postoje i različitosti u proceni očekivanog nivoa kvaliteta u navedena dva tipa proizvodnje. Ipak, ono što je činjenica je da su očekivanja kvaliteta u njegovom najširem smislu sada veoma visoka u razvijenom svetu. Takođe „*Odsustvo zvaničnih žalbi ne mora obavezno da znači da su kupci u potpunosti zadovoljni proizvodom*“. Naime, u marketingu je dobro poznato tzv. 12:3 pravilo. Prema ovom pravilu, kupac će svoje zadovoljstvo određenim proizvodom (i/ili) uslugom podeliti sa još troje svojih prijatelja. S druge strane, nezadovoljstvo će podeliti sa 12 svojih poznanika. Samim time, loša vest o kvalitetu proizvoda/usluge se znatno brže širi od dobre vesti.

Na taj način neophodno je da kompanije unapred definišu očekivani nivo kvaliteta, prema segmentima tržišta kojima je proizvod namenjen, te da se potom trude da definisani nivo odnosa kvalitet/cena, održavaju tokom životnog veka proizvoda, u skladu sa očekivanjima krajnjih korisnika.

Mnoge korporacije su shvatile da imati proces definisan sistemom kvaliteta predstavlja odličnu polaznu tačku za tzv. „osiguranje“ kvaliteta. Nakon toga prihvatanje neke od strategija kvaliteta vodi do biznis savršenstva (excellence). Postoji niz različitih pristupa koji se mogu usvojiti, uključujući ISO standarde kvaliteta, npr. ISO9001:2000, QS9000, TS16949, nekoliko pristupa TQM-u, Business Excellence Model i 6Sigma. Postoji širok opseg alata koji se može primeniti za podršku ovim pristupima. Naravno, znatno više reći o standardima kvaliteta biće u predmetu Upravljanje kvalitetom, koji će studenti proučavati u okviru studijskog programa Inženjerski menadžment, te svakako nema potrebe ovde taj koncept detaljno obrađivati. U ovom poglavlju, neophodni pojmovi o kvalitetu opisani iz ugla menadžera proizvodnje.

Jedan od savremenih pristupa kvalitetu u proizvodnim kompanijama je Totalni Kvalitet. Totalni kvalitet i upravljanje totalnim kvalitetom (TQM) je koncept koji cela organizacija mora da sprovodi, i da teži unapređenju, da bi postigla zadovoljenje kupaca. Ovo uključuje upotrebu statističkih tehnika, efektivne komunikacije, kooperativnih odnosa sa snabdevačima, uključenje zaposlenih i dobre lidere.

Kvalitet takođe uzima u obzir koliki uticaj organizacija ima na stekholdere (stakeholders), okolinu i društvo.

Na osnovu svega rečenog u prethodnim pasusima, problemi kvaliteta se analitički mogu razmatrati kao jaz (razlika) između očekivanja

kupca, prema proizvodu ili usluzi, i stvarnih performansi u praksi. Eksperti kvaliteta su identifikovali četiri osnovne kategorije ovih razlika:

- razlika između (želja) specifikacija kupca i specifikacija proizvođača;
- jaz između stvarno postignutih pokazatelja kvaliteta i osobina i karakteristika koje su predstavljene kupcu;
- jaz između koncepta proizvoda ili usluge i načina na koji ga je organizacija predstavila u sopstvenim specifikacijama;
- jaz između specificiranog kvaliteta i zaista postignutog.

Šest koraka za postizanje zahtevanog koncepta specifikacije kvaliteta su:

- definisati karakteristike kvaliteta proizvoda,
- odrediti kako meriti svaku od karakteristika kvaliteta,
- odrediti standarde kvaliteta za svaku karakteristiku,
- odrediti stvarni kvalitet nasuprot standarda,
- identifikovati i otkloniti razloge lošeg/lošijeg kvaliteta,
- kontinualno činiti unapređenja.

Planiranjem kvaliteta treba obezbediti da se svaki aspekt svih poslovnih procesa, koji mogu uticati na kvalitet proizvoda ili usluge, definiše i kontroliše da bi se smanjila odstupanja na najmanji praktični nivo. U mnogim sistemima sa masovnom proizvodnjom, kao što je procesna industrija, automobilska ili elektronska industrija, planiraje kvaliteta kao i kontrola procesa i monitoring su visoko razvijeni i skoncentrisani na postizanje visoko stabilnih i postojanih procesa i na taj način smanjenja potreba za dodatnom kontrolom i čestim ispravkama.

U kontekstu napred rečenog proizilazi da je materija proučavanja proizvoda izuzetno složena, delikatna i multidimenzionalna. Samim time, kako je već rečeno, pristup proučavanju proizvoda je moguć u okviru poslovno proizvodnog sistema u dve varijante:

- proučavanje „novog“ proizvoda i
- proučavanje postojećeg proizvoda u cilju inovacije.

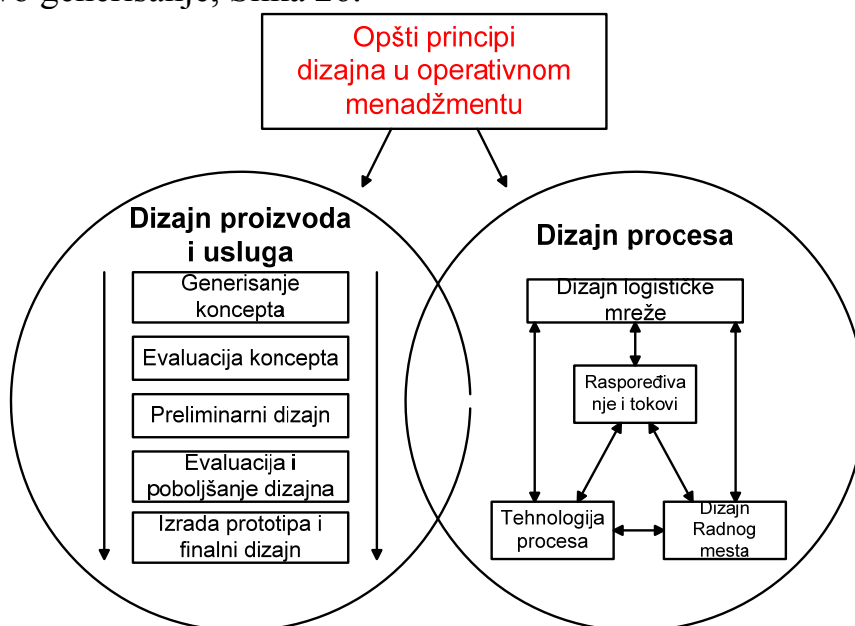
Pri čemu, kako je već napomenuto, „nov“ proizvod može biti potpuno nov na tržištu ili samo nov za razmatrati PPS.

Ipak navedena dva aspekta se odvajaju više stoga da bi se ukazalo na veće mogućnosti koje postoje prilikom proučavanja novih proizvoda. Jer, kod postojećih proizvoda postoje ograničenja uslovljena nekim od datih rešenja. Međutim, u suštini radi se o jedinstvenom procesu produženja ponude proizvoda, koji se završava prividno sa odumiranjem nekog proizvoda. Prividnost je u tome što najčešće kompleksan zahvat u proučavanju postojećeg proizvoda, rađa ideje o

kreiranju novih varijanti u odnosu na postojeći proizvod, ili novog proizvoda zamišljenog kao zamena postojećem. Samim time, nakon proučavanja postojenog proizvoda, može doći do sprovođenja modifikacija na njemu, koje će rezultovati proizvodom koji se toliko razlikuje od polazne osnove, te se smatra novim proizvodom.

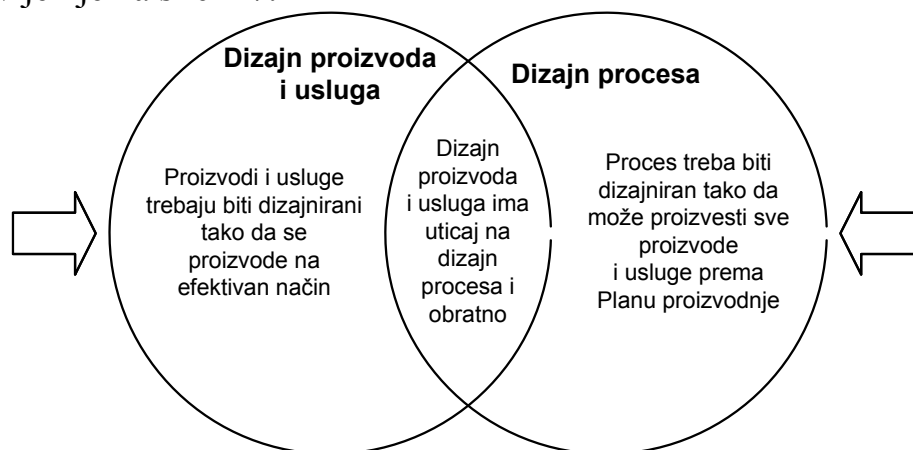
#### 4.1.1 Operativni pristup razvoju proizvoda

Iz ugla operativnog menadžmenta, razvoj i dizajn proizvoda i usluga se ne može razdvojiti od razvoja i dizajna tehnoloških procesa za njihovo generisanje, Slika 26.



Slika 26. Razvoj proizvoda i usluga kao operativna aktivnost kompanije

Značaj interakcije između dizajna proizvoda i dizajna procesa, predstavljen je na slici 27.



Slika 27. Interakcija dizajna proizvoda i procesa

U ovom poglavlju će više reči biti o segmentima razvoja i dizajna proizvoda, dok će osnovni koncepti dizajna procesa biti obrađeni u narednim poglavljima. Kako bi se sumirao koncept razvoja izlaza procesa proizvodnje, u narednom tekstu će biti ukratko opisan proces dizajna proizvoda i usluga, iz ugla menadžmenta operacija kompanije.

Sama reč „Dizajn“ podrazumeva zamišljanje izgleda, uređenja i rada na nekom objektu pre nego što je on zaista kreiran. Samim time, ovde se radi o apstraktnom nivou razmišljanja, odnosno o apstraktnim sistemima, što dovodi do povećane kompleksnosti samih operacija dizajna.

Kako bi se donela finalna odluka o novom produktu ili usluzi, aktivnosti dizajna moraju proći kroz nekoliko ključnih faza, slika 28.



Slika 28. Ključne faze u dizajnu novih proizvoda

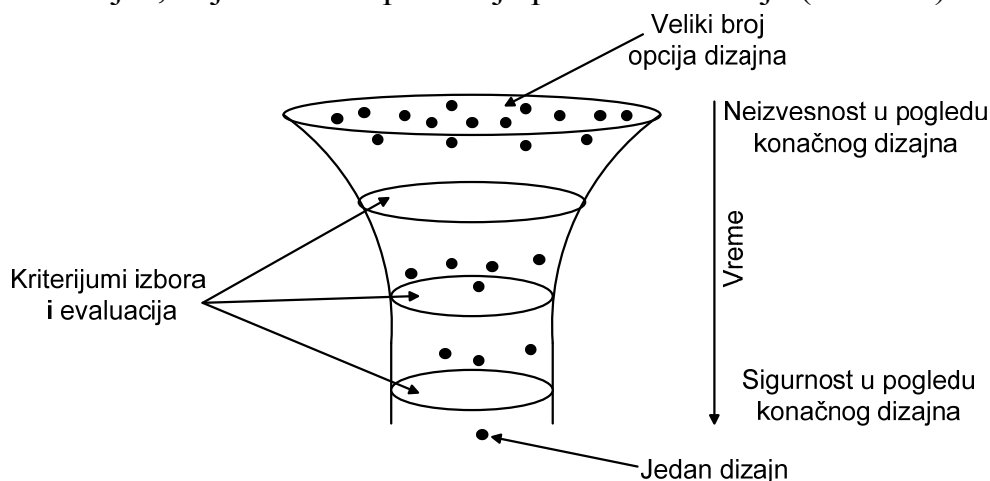
Stadijum **generisanja koncepta** novog proizvoda počinje sa idejom o proizvodu ili usluzi. Ideja može doći od izvora van kompanije (kupci, konkurencija, snabdevači, ...) ili od izvora unutar kompanije (prodavci, operateri, marketing, R&D, ...). Ipak, u suštini, stručnjaci za marketing kompanije su odgovorni za sakupljanje ideja iz ovih izvora i da ih transformišu u ideje za nove proizvode/usluge. Sakupljanje samih podataka može se obaviti primenom brainstorminga, upitnika, intervjua, fokusnih grupa, Delfi metode – mišljenja eksperata, analizom primedbi korisnika, sakupljanjem podataka od servisera, ....

Takođe, marketing mora pratiti aktivnosti konkurencije i razmišljati o mogućnosti kreiranja sličnih proizvoda u budućnosti, ukoliko u datom momentu konkurencija ima inovativnije ili bolje rešenje za svoje proizvode. Ovo je zapravo vrsta benchmarking aktivnosti upoređivanja sopstvenih proizvoda sa proizvodima konkurencije.

Takođe, u savremenom poslovnom svetu veoma je zastupljen koncept selekcije inovativnih ideja primenom „open-sourcing“ pristupa. Ovaj pristup se zasniva na intenzivnom korišćenju društvenih mreža, interneta, web anketa ili tematskih internet grupa u okviru LinkedIn, Facebook, ResearchGate ili drugih online platformi. Na kraju, predstavnici marketinga kompanije su zaduženi i da formiraju brainstorming skupove za svoje osoblje angažovano u proizvodnji, kako bi se generisale ideje o novim proizvodima. Takođe, saradnja marketinga sa odeljenjem za R&D ima izuzetan značaj u adekvatnoj selekciji ideja o novim proizvodima.



Ipak, sve ideje koje su sakupljene u toku generisanja koncepta novog proizvoda neće zaista i postati novi proizvodi. U sledećoj fazi se vrši **evaluacija koncepta**. U ovoj fazi se vrši kvalitativna i kvantitativna analiza svakog od predloženih konceptata iz prethodnog stadijuma, kako bi se broj konceptata sveo na svega nekoliko, ili jedan, finalni koncept koji će se dalje razvijati do novog proizvoda kompanije. U literaturi se može naći veliki broj tehnika za evaluaciju koncepta. Često korišćen sinonim je tzv. „innovation funnel“ – ili „levak inovacija“, koji slikovito prikazuje proces evaluacije (Slika 29).

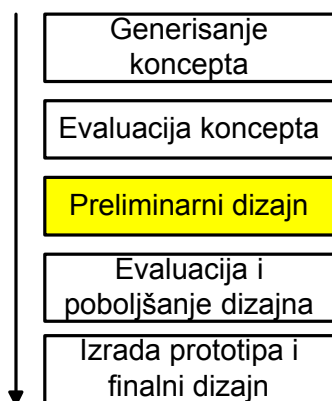


Slika 29. Proces selekcije ideja kroz evaluaciju koncepta novog proizvoda

U suštini, svi koncepti sakupljeni u prvoj fazi, u fazi evaluacije se analiziraju iz ugla održivosti, prihvatljivosti i osetljivosti na rizik. U samom procesu učestvuju predstavnici departmana za marketing, operacije (proizvodnju) i finansije. Na slici 30 je predstavljena evaluacija kroz bitne kriterijume po kojima treba analizirati sve ideje o novim proizvodima.

	<b>Marketing</b>	<b>Operacije</b>	<b>Finansije</b>
Generisanje koncepta			Ima li dovoljno finansijskih sredstava za razvoj i lansiranje proizvoda?
<b>Evaluacija koncepta</b>	<b>Izvodljivost</b> (Može li se to uraditi?) Da li je tržište dovoljno veliko?	Ima li PPS veštine i mogućnosti da to proizvede?	
Preliminarni dizajn			Koliki će biti povraćaj finansijskih sredstava?
Evaluacija i poboljšanje dizajna	<b>Prihvatljivost</b> (Da li se to želi uraditi?) Koliki tržišni udeo to može doneti?	Koliko se PPS mora reorganizovati da bi se to proizvelo?	
Izrada prototipa i finalni dizajn	<b>Ranjivost</b> (Da li je taj rizik prihvatljiv?) Šta je rizik gubitka tržišta?	Šta je rizik nemogućnosti da se to proizvede na prihvatljiv način?	Koliko novca se može izgubiti ako stvari krenu loše?

Slika 30. Kriterijumi evaluacije ideja o novim proizvodima

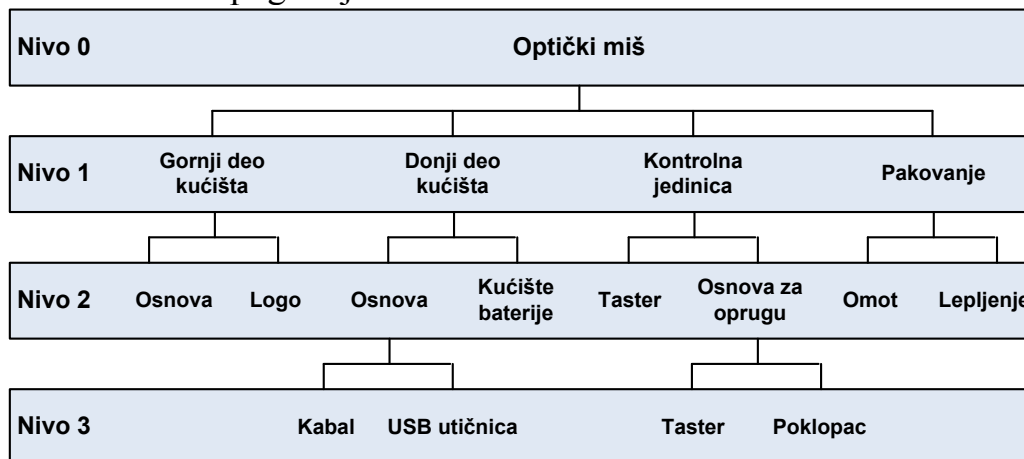


U fazi **preliminarnog dizajna**, koja se dešava nakon što je selektovana ideja o proizvodu koji je prihvatljiv za razmatranu kompaniju, mora se razmišljati o sledećem:

1. Definirati specifikaciju svih komponenti proizvoda i usluga koji će činiti razmatrani paket proizvod-usluga;
2. Definirati process kojim će se kreirati dati paket proizvod – usluga.

U toku definisanja specifikacija svih komponenti proizvoda i usluga u paketu zapravo se razmišlja o svim sklopovima, podsklopovima i delovima koji čine sastav samog proizvoda, zatim o strukturi proizvoda (redosledu aktivnosti na sklapanju novog proizvoda), kao i o vrsti i količini neophodnih repromaterijala od kojih će se proizvoditi komponente i delovi finalnog proizvoda (Bill of materials – BOM, slika 31).

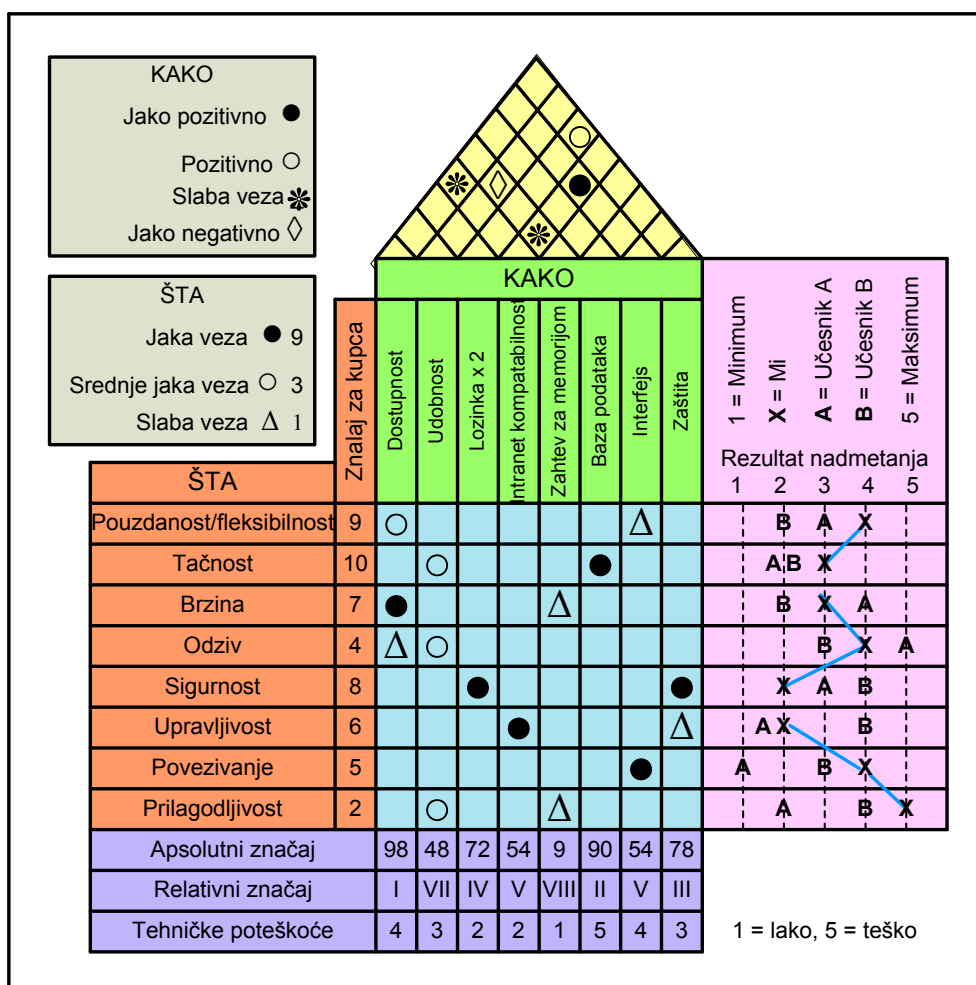
Tokom razvoja procesa proizvodnje novog proizvoda razmišlja se o redosledu kojim delovi i komponente proizvoda trebaju da se proizvedu i ugrade u finalni proizvod. Takođe, ovde se razmišlja o najadekvatnijem tehnološkom procesu koji se treba koristiti za dobijanje novih proizvoda, bilo da je u pitanju modifikacija postojeće tehnologije u kompaniji ili selekcija raspoloživih tehnologija koje treba kupiti. O aktivnosti dizajna samih tehnoloških procesa biće više reči u naredim poglavljima.



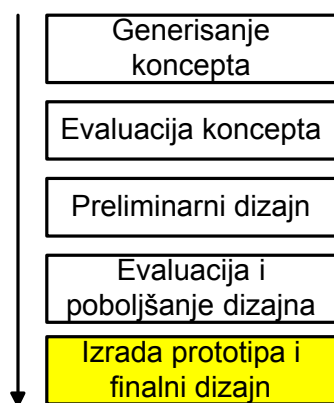
Slika 31. Predstavljanje strukture proizvoda „optički miš“ po principu BOM

Sledeća faza u dizajnu novog proizvoda je **Evaluacija i poboljšanje dizajna**. U ove svrhe je razvijen veliki broj metodologija koje se mogu primeniti kako bi se preliminarni dizajn poboljšao. Jedna od najpopularnijih metoda je Quality Function Development (QFD), koja je razvijena u Japanu u Mitsubishi's Kobe brodogradilištu a potom je široko primenjena u Toyota kompaniji. Ova metoda pokušava da

uveća sigurnost proizvođača da će finalni dizajn proizvoda zaista odgovarati potrebama kupaca ali i da je, sa druge strane, u skladu sa proizvodnim potencijalima PPS-a. Sama tehnika uključuje selekciju potreba i želja kupaca i na koji način se ove želje mogu postići. QFD tehnika je u literature prisutna i sa nazivom “kuće kvaliteta” zbog samog oblika matrice koja se primenjuje kao osnovni alat metode. Takođe, ima je i pod nazivom “glas kupaca” zbog svoje osnovne uloge. Na slici 32 predstavljen je oblik matrice koja se primenjuje za evaluaciju dizajna u okviru QFD metode. Na ovoj slici je predstavljen web site kao finalni proizvod. Ipak, na nivou ovog kursa sama metoda neće biti šire razmatrana, obzirom da će biti proučavana u okviru predmeta Upravljanje kvalitetom. Više podataka o samoj metodi može se naći u knjizi QFD – Step by Step, autora John Terninko.



Slika 32. “Kuća kvaliteta” osnovni alat QFD tehnike



Izrada prototipa i finalni dizajn je finalna faza dizajna novog proizvoda. Zavisno od tipa proizvoda i proizvodnog procesa, ponekad je moguće pre početka proizvodnje finalne proizvodne serije uraditi jedan (ili manji broj proizvoda) u vidu prototipa. Najčešće se za izradu prototipa koriste specijalne metode, koje se razlikuju od tehnologije koja će se koristiti za masovnu proizvodnju, što utiče na visoku cenu samog

procesu dobijanja prototipa. Ipak, u uslovima industrije kao što je automobilska, aero, farmaceutska, gde postoje investiciona sredstva, ovaj se koncept često primenjuje. U ovom stadijumu aktivnost dizajna, unapređeni dizajn se transformiše u prototip koji se može testirati. U uslovima skupe proizvodnje, suviše je rizično započeti serijsku proizvodnju pre testiranja prototipa. Kao dokaz tome može se uzeti činjenica da mnogi prototipovi automobila poznatih svetskih proizvođača nikada nisu doživeli serijsku proizvodnju. Na taj način, iako je izrada prototipa skupa, stvara manje gubitke nego što bi stvorila investicija u tehnološki proces i dobijanje čitave serije automobila koji se ne bi ostvarili na tržištu. Sami prototipovi proizvoda mogu biti fizički, napravljeni od različitih materijala, o čemu će biti više reči u poglavlju – Brz razvoj prototipa; ali mogu biti i virtualni - napravljeni putem 3D CAD (Computer-Aided-Design) softverskih rešenja kao što su AutoCad, Catia, itd. U savremenom pristupu, svakako, najčešća je kombinacija gde se prvo generiše 3D CAD prototip koji se potom materijalizuje pomoću savremenih 3D štampača ili neke od drugih dostupnih tehnika brze izrade prototipa.

## 4.2. Proučavanje proizvoda

Proučavanje proizvoda ima za cilj razmatranje već postojećih proizvoda kompanije u cilju njihovog daljeg unapređenja, u skladu sa novim ili izmenjenim željama korisnika. Ovaj proces se najčešće događa na proizvodima koji su blizu faze stagnacije u svom životnom ciklusu. Postojeći proizvodi su materijalne prirode, te za razliku od dizajna i razvoja novih proizvoda, ovde se ne govori o apstrakciji i apstraktnim sistemima već o realnim proizvodima koji su predmet proučavanja. Samim time, koncept proučavanja proizvoda je delimično različit od koncepta razvoja novih proizvoda. Na taj način,

problematiku proučavanja postojećih proizvoda treba razmotriti sa stanovišta:

- uprošćavanja,
- standardizacije.

Uprošćavanje i standardizaciju treba široko shvatiti, do te mere da se odnosi na:

- projektovanje,
- konstruisanje,
- razradu tehnoloških postupaka,
- specifikaciju materijala,
- snabdevanje materijalom,
- izradu alata,
- podešavanje i reglažu mašina,
- manipulaciju materijalom,
- montažu proizvoda,
- kontrolne postupke.
- pakovanje i ambalažiranje.

Međutim, pre no što se pobliže definiše koncept uprošćavanja i standardizacije postojećih proizvoda, neophodno je predstaviti način na koji će biti selektovani proizvodi koji će biti predmet proučavanja u cilju unapređenja. Naime, nisu svi proizvod kompanije podjednako značajni, te ne trebaju svi biti predmet proučavanja u cilju unapređenja performansi, jer je sam taj proces skup i podrazumeva značajnu investiciju. Jedna od metoda klasifikacije proizvoda po značaju je ABC – analiza.

#### ***4.2.1. ABC - metoda selekcije programa proizvodnje***

Kako je već rečeno, sastaviti optimalni program proizvodnje, za naredni planski period, znači izabrati, između velikog broja proizvoda, onaj asortiman proizvoda koji će obezbediti maksimalne ekonomske efekte uz ograničene količine proizvodnih resursa.

Za konstruisanje matematičkih modela proizvodnje potrebno je pripremiti podatke o kapacitetima proizvodnih resursa, o normativima utrošaka proizvodnih resursa po jedinici svakog proizvoda, o ekonomskim efektima koje obezbeđuje svaki proizvod, o eventualnim ograničenjima koje postavlja tržište, itd.

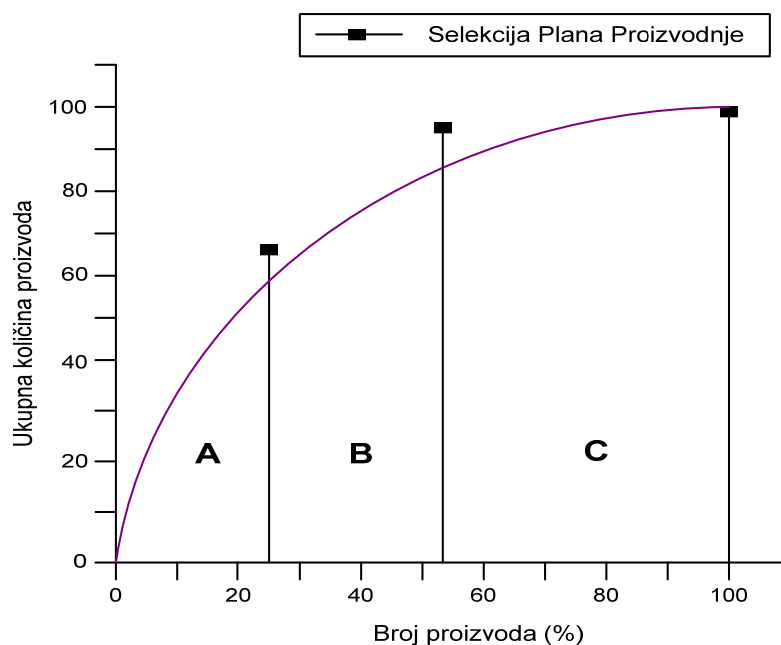
Selekcija odgovarajućeg programa proizvodnje, kao i selekcija najznačajnijih proizvoda za koje vredi investirati u njihovu dalju optimizaciju, obično se vrši na osnovu zadatog kvantitativno ili kvalitativno definisanog kriterijuma. Jedna od često korišćenih

metoda za te svrhe je ABC metoda. Ova metoda je zapravo alat takozvane Pareto analize.

ABC- metoda se sastoji u određivanju kvantitativnih karakteristika grupacija proizvoda, no osnovu zadatih kriterijuma, te nakon toga formiranja prioriteta proizvoda u okviru datih grupa.

Kao primer biće uzeto preduzeće kod koga je na osnovu sagledavanja prodajnih mogućnosti i raspoloživih kapaciteta utvrđen preliminarni plan proizvodnje za godinu dana.

Za vršenje selekciju finalnog plana proizvodnje, po kriterijumu obima proizvodnje, cene ili potražnje na tržištu, u razmatranom sličaju grupu A čine 65% proizvoda od ukupno planiranog obima, dok su u grupi B i C raspodeljeni ostali proizvodi. Nakon određivanja grupacije proizvoda A, B i C, uz pretpostavku da su proizvodi u grupi A, prioritet novog asortimana preduzeća, vrši se analiza novog plana proizvodnje koji se dobija povećanjem obima proizvodnje proizvoda grupe A do ukupnog planiranog obima proizvodnje, što je predstavljeno je na slici 33. Drugim rečima, proizvodi u grupi A su oni koji donose najveći profit kompanije, te je u njih ekonomski opravdano investirati u cilju njihovog daljeg unapređenja u skladu sa zahtevima kupaca. Proizvodi grupe B su potencijalni za dalju investiciju, dok su proizvodi grupe C oni koji će sa velikim stepenom pouzdanosti biti povučeni sa tržišta u bliskoj budućnosti.



Slika 33. Primer primene ABC metode na selekciju plana proizvodnje

Inače, ova metoda ima svoju široku primenu i često se primenjuje i kod optimizacije zaliha PPS-a, o kojima će više reči biti u narednim poglavljima.

Samo proučavanje proizvoda grupe A se sastoji u sledećem. Pošto su to proizvodi koji se već određeno vreme plasiraju na tržište od strane PPS-a, pre nego što dođe do stagnacije tražnje, logično je uraditi analizu zadovoljstva kupaca tim proizvodima. Ova analiza se može ostvariti direktnim kontaktom sa kupcima proizvoda čije podatke imamo u bazi kupaca, kao anonimna anketa, ili posredstvom servisa u kojima kupci servisiraju proizvode. Na taj način, mogu se dobiti podaci o zadovoljstvu kupaca datim proizvodima ali i njihove želje za daljom optimizacijom proizvoda. Samim time, razmatrani proizvodi će se modifikovati i njihovo prisustvo na tržištu se može promeniti. Često se sama modifikacija, nakon proučavanja, sastoji u uprošćavanju i usaglašavanju sa novim normativima i standardima (tzv. Standardizacija proizvoda).

#### ***4.2.2. Uprošćavanje proizvoda***

Ukoliko se analizom proizvoda, u periodu nakon njegove eksploatacije, dođe do zaključka da je proizvod moguće pojednostaviti, a da on i dalje ispunjava svoje osnovne funkcije, tada se radi tzv. uprošćavanje proizvoda. Između brojnih mogućnosti koje stoje na raspolaganju za sprovođenje uprošćavanja proizvoda i njihovih delova, napor treba usredsrediti na sledeće slučajeve:

- zameniti složene sklopove ili delove sa drugim prostijim uz obezbeđenje zahtevane funkcije,
- za obavljanje iste funkcije koristiti po mogućstvu manji broj jednostavnijih delova,
- složena i komplikovana konstruktivna rešenja pojednostaviti sa stanovišta proizvodnje,
- zameniti ili izmeniti delove, koji se teško nabavljaju,
- skupe materijale smenjivati jeftinijim materijalom,
- velike i teške elemente proizvoda pojednostaviti,
- delove proizvoda za čiju je izradu potrebno više operacija na više mašina treba pojednostaviti,
- delove i proizvode koji se proizvode u većim serijama treba uprostiti do krajnjih granica,
- uprošćavati delove pri čijoj izradi nastaje mnogo otpadaka ili škarta,
- konstrukciju delova treba prilagoditi zahtevima što je moguće jednostavnije montaže.

Za rešavanje postavljenih mogućih problema suština metodološkog postupka sastoji se u sledećem:

- proučiti proizvod kao celinu,

- razložiti proizvode na sastavne delove i svaki deo (podsklop, sklop) proučiti posebno,
  - sklopiti celinu od izmenjenih delova uz proučavanje novodobivenog usavršenog proizvoda sa aspekta zadovoljenja osnovnih zahteva funkcionalnosti, kvaliteta i sl.
- U cilju sistematizacije postupaka analiziranja, najprikladnije je služiti se internim upitnicima, koji bi sadržavali ključna pitanja o cilju uprošćavanja i samom proizvodu.

#### *Analiza proizvoda u celini*

Koristiti sledeća suštinska pitanja:

- može li se poboljšati simetrija proizvoda,
- mogu li se uprostiti ili odstraniti izvesna kretanja,
- postoji li mogućnost da se efikasno odstrane uočeni negativni efekti u radu (zagrevanje, vibracije, deformacije),
- mogu li se koristiti izvesna kretanja za više svrha,
- može li se uprostiti način rukovanja,
- mogu li se pojednostaviti zahtevi u vezi sa održavanjem (naročito manje intervencije),
- može li se pojednostaviti proces sklapanja proizvoda.

#### *Analiza delova proizvoda*

Za svaki deo posebno postaviti sledeća pitanja:

- kakve sve funkcije razmatrani deo ima,
- da li su funkcije delova proizvoda međusobno nezavisne,
- mogu li se neke funkcije preneti na druge delove i kako će se to odraziti na njih,
- nastaviti proizvodnju posmatranog dela sa modifikacijom (i kakvom),
- nastaviti proizvodnju posmatranog dela bez modifikacije,
- može li se odstraniti taj deo bez negativnih posledica na funkcionalnost proizvoda,
- koje su sve operacije predviđene na izradi tog dela, kojim redosledom i zbog čega,
- šta sve uslovljava dimenzije i oblik (otpornost, sklapanje, snabdevanje i sl.).

#### *Analiza sklapanja proizvoda*

U okvir ove analize ulazi i proučavanje - upoređenje, samog procesa sklapanja polaznog proizvoda (pre uprošćavanja) kao i sklapanje novodobijene celine (nakon uprošćavanja). Da bi se to proverilo treba dati odgovore na sledeća pitanja:

- da li je proces sklapanja u celini pojednostavljen,



- da li su potrebni specijalni alati za montažu i koji,
- da li je smanjen broj operacija montaže,
- može li se uočiti još neki element kao podloga za uprošćavanje,
- funkcioniše li uprošćeni proizvod u granicama predviđenih zahteva.

Opisani metodološki postupak za uprošćavanje proizvoda omogućuje svestrano i dovoljno detaljno proučavanje i iznalaženje svih mogućnosti koje treba da dovedu do optimalnog rešenja u pogledu pojednostavljenja proizvoda sa stanovišta konstrukcije i izrade, a da se pri tome obezbedi zadovoljenje zahteva u vezi sa primenom i korišćenjem.

#### **4.2.3. Standardizacija proizvoda**

Prema definiciji "standardizacija je sporazumno ili zakonsko utvrđivanje normi i uslova koje mora da zadovolji određeno rešenje u privredi i van nje". Pri čemu poštovanje standarda nije zakonom obavezno. Sa stanovišta proučavanja proizvoda, standardizacija, pod kojom se podrazumeva tipizacija, unifikacija i uopšte bilo kakva normalizacija, se obavlja paralelno sa uprošćavanjem, pri čemu se uzajamno upotpunjavaju ostvarujući racionalnije rešenje proizvoda.

Sprovođenje standardizacije u odnosu na jedan proizvod ili više proizvoda treba kanalisati u dva smera:

1. standardizovanje oblika,
2. standardizovanje materijala, postupaka izrade, kontrole i drugog.

Slično kao i uprošćavanje, metodološki postupak analiziranja mogućnosti uvođenja standardnih rešenja zasniva se na proučavanju:

- proizvoda u celini,
- jednog po jednog sklopa, podsklopova odnosno dela.

U svakom slučaju, standardizacija treba da dovede do pojednostavljenja segmenata procesa proizvodnje samih proizvoda, mogućnosti korišćenja standardnih materijala u proizvodnji, mogućnosti korišćenja standardne proizvodne opreme i alata. Takođe, standardizacija je značajna jer obezbeđuje kompatibilnost kod nadogradnje procesa proizvodnje. Naime, ukoliko se tokom vremena odluči za investiciju u dodatni segment proizvodnje (preuzimanje proizvodnje nekih komplementarnih delova koji su se ranije kupovali od drugih proizvođača ili dodatak pratećih elemenata postojećem proizvodu), ukoliko je izvršena standardizacija procesa i

proizvoda, lako je obezbediti neophodne materijale i opremu za dodatni segment procesa, koji će odgovarati istom standardu. Takođe, standardizacija proizvoda omogućuje i korišćenje standardnih – univerzalnih sredstava unutrašnjeg i spoljašnjeg transporta, sredstava rukovanja materijalom, kao i njihovu spregu.

Međutim, u savremenom menadžmentu nije dovoljno samo imati jaku želju da se udovolji zahtevima krajnjih korisnika kroz modifikaciju proizvoda zasnovanu na uprošćavanju i standardizaciji. Paralelno sa time je neophodno izvršiti analizu odnosa troškova i dobiti (cost – benefit analizu), koji su skopčani sa bilo kojim zahvatom na proizvodu.

### **4.3. Brz razvoj proizvoda**

Kako je već navedeno u prethodnim poglavljima, vreme koje je na raspolaganju kompanijama za izbor portfolia proizvoda, idejni razvoj novog proizvoda, kao i vreme do pojave finalnog proizvoda na tržištu postaje sve kraće. Razlog za to je porast konkurencije u svim aspektima poslovanja PPS-a. Samim time, sve više je u savremenoj praksi menadžmenta proizvodnje prisutan koncept brzog razvoja proizvoda. Prema tome, promene na tržištu pretpostavljaju da poslovno-proizvodni sistemi (PPS) sve brže, uz niže troškove i sa boljim kvalitetom reaguju na potrebe krajnjih korisnika-kupaca. Prema podacima iz najrazvijenijih zemalja 70% proizvoda široke potrošnje na tržištu danas, nisu bili u prodaji pre 10 godina. Koliko je značajna dinamika razvoja novih proizvoda, i koliko je tehnološki razvoj uticao na promenu u dinamici, može se videti iz sledećih primera. Period koji je bio potreban da se od ideje o fotografiji dođe do prve komercijalne fotografije, bio je 112 godina, dok je preko 35 godina bilo neophodno za radio aparat. Za razvoj prvog integralnog kola period je bio 3 godine. U savremenoj proizvodnji 21. veka, periodi do komercijalizacije, čak i vrlo kompleksnih proizvoda se mere u mesecima ili čak u nedeljama. Brojne aktivnosti učestvuju u procesu razvoja i osvajanja proizvodnje novog proizvoda. Kako je već rečeno, u tom procesu razvoj proizvoda uključujući prototip predstavlja vrlo osetljiv skup aktivnosti sa stanovišta:

- kvaliteta proizvoda,
- troškova proizvodnje,
- vremena trajanja razvoja.

Klasičan pristup razvoju proizvoda opterećen specijalističkom podelom rada (Model PPS sa organizacionom strukturom prema funkcijama) koji rezultira nizom organizacionih jedinica međusobno

podeljenih i sa usporenom međusobnom komunikacijom usled hijerarhijskih odnosa i nadležnosti unutar pojedinih celina, predstavlja sa organizacijske tačke gledišta glavni uzročnik:

- nedovoljno usklađenih rešenja projektantske, konstruktivne i tehnološke prirode zbog otežane povratne sprege u transformacionom procesu;
- produženog trajanja procesa razvoja.

Ovo se odražava, ujedno, i na kvalitet i troškove kako osvajanja nove tehnologije, tako i proizvodnje. Iz navedenog razloga, savremene kompanije sve više sam proces idejne razrade i razvoja novih proizvoda baziraju na primeni projektnih ili matričnih organizacionih struktura, uz adekvatan tim eksperata u okviru PP&C departmana. U tom procesu od velikog značaja je i primena savremenih ICT rešenja za podršku (CAD, CAM i drugih software-skih paketa), kao i korišćenje Internet-a i savremenih modela komunikacije koji omogućuju rad takozvanih virtualnih projektnih timova. Međutim, navedene mogućnosti ne mogu da dođu do punog izražaja ukoliko se ne prihvati model timske organizacije sistema po principu concurrent engineering-a.

Timska organizacija za razvoj i osvajanje novog proizvoda je strukturirana shodno aktivnostima koje treba obaviti. Prema tome, zavisno od obima i složenosti biće određen broj izvršilaca, ali za sveukupni poduhvat predviđaju se sledeći timovi za:

- *dizajn i osnovnu koncepciju proizvoda* (učesnici su stručnjaci za: marketing, projektovanje, tehnologiju, ekonomiju, kao i druge relevantne oblasti); na čelu tima je ličnost koja će voditi ceo posao do uhođavanja proizvodnje (Project manager)

- *razvoj i izradu prototipa proizvoda* (učesnici su pojedinci odnosno timovi za: projektantsko-konstruktivno rešenje, tehnološku razradu sa studijom rada i vremena, projektovanje organizacije, izradu prototipa i predkalkulacije); rukovodioci ovih timova predstavljaju grupu za koordinaciju razvoja i osvajanje proizvoda, u koju još ulazi član zajedničkog tima na nivou PPS za standardizaciju i kvalitet. Na čelu tima za koordinaciju razvoja i osvajanje proizvoda je rukovodilac celog poduhvata, koji do osvajanja osnovne koncepcije rukovodi radovima te na taj način obezbeđuje jedinstvo odgovornosti za ceo poduhvat (glavni tehnolog).

Timovi i pojedinci uključeni u proces razvoja i osvajanje novog proizvoda su u neprekidnom kontaktu kako bi svako usvojeno rešenje u procesu nastanka bilo obrađeno na multidisciplinarnoj osnovi, čime bi se predupredile moguće greške, neusklađenosti i primedbe u najvećoj mogućoj meri.

Oslanjanje timova i pojedinaca na CAD/CAM uz korišćenje pristupa bazama podataka posredstvom Internet-a i konsultovanje poznatih specijalista direktnim kontaktima pomoću e-mail-a (primena Delfi metode), ili održavanje multimedijalnih konferencija, omogućava ubrzano i kvalitetno rešavanje problema u kreiranju koncepcije novog proizvoda, kao i oblikovanje proizvoda sa tehnološkim rešenjima za proizvodnju.

Sam Computer Aided Draughting (*u nekom izvorima Design*) (CAD) ili Crtanje pomoću računara, je izvršio revoluciju u procesu dizajna. U poređenju sa tradicionalnim tehnikama crtanja, dizajneri proizvoda mogu raditi efikasnije korišćenjem CAD sistema jer mogu ostvariti bolji dizajn brže i sa nižom cenom.

Dizajner proizvoda sa lakoćom može da koristi CAD sistem za generisanje višestruko povezanih, kompleksnih, objekata i njihovo pozicioniranje prema zahtevima. Dalje, mogućnost CAD sistema da koristi postojeće baze elemenata, dostupne u samim softverima, omogućava korisniku da izabere širok varijetet često korišćenih delova iz formirane interaktivne baze. Ovo unapređuje kvalitet i verodostojost crteža kao i brzinu njihove izrade. Takođe, daje izvesnu standardizaciju samih crteža jer većina dizajnera koristi osnovne elemente dostupne u bazama, što povećava lakoću komunikacije među članovima projektnih timova.

Neke od prednosti CAD sistema se mogu opisati prema:

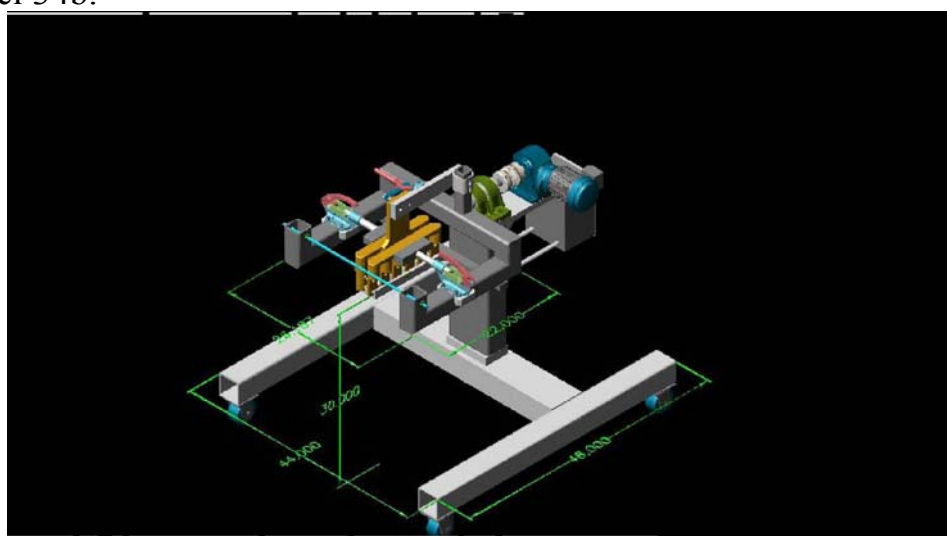
- Mogućnost zumiranja u smislu uvećanja ili smanjena površina kada se radi u srazmeri,
- Uporeba automatskih nagiba, prečnika lukova i dimenzija.
- Mogućnost: cut, copy, paste, rotacije, prikazivanja negativna i projekcija obejekata. Naime, i ovde je podržano korišćenje osnovnih komandi MS Windows okruženja, koje su poznate većini korisnika. Time je moguće da neke od osnovnih elemenata CAD alata ne koriste samo profesionalci već i korisnici koji imaju osnovna znanja iz oblasti dizajna.
- Veliki varijetet senčenja objekata i različitih fontova slova.
- Mogućnost jednostavne modifikacije postojećih crteža.
- Mogućnost izrade 3D virtualnih modela.

Takođe je značajna i činjenica da se crteži kompleksnih sklopova mogu jednostavno generisati upotrebom CAD sistema smeštanjem postojećih CAD crteža za delove sklopa u konačni crtež gotovog sklopa.

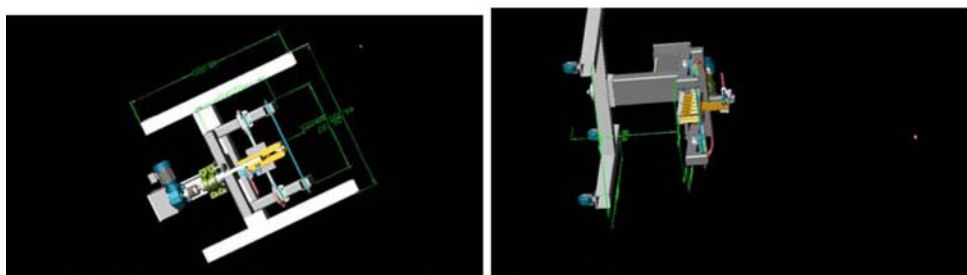
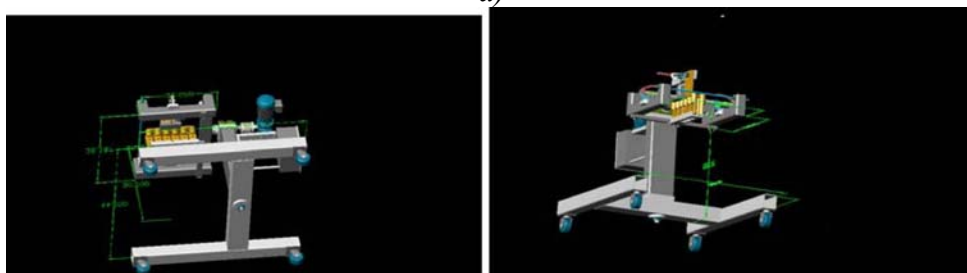
CAD sistemi su veoma pogodni za vršenje operacija koje se često ponavljaju, kao što je slučaj kod dizajna «familija» sličnih komponenti. Dodatno, CAD sistemi omogućavaju editovanje ili

reviziju crteža kao i elektronsku transakciju putem email-a ili online pristupa bazama, za brzu i efikasnu komunikaciju. Od geometrijskih 3D podataka, CAD sistem može izračunati masu komponenti, težište itd, za upotrebu u dodatnim proračunima, prvenstveno u cilju normiranja utroška direktnog materijala, neophodnog za izradu elemenata proizvoda. Mnogi CAD sistemi su sposobni za davanje geometrijskih podataka kod formiranja čvrstih modela i prototipa čime se vrši integracija sa tehnikama brze izrade prototipa - RP tehnikama, opisanim u sledećem poglavlju. Primer trodimenzionalnog modela uređaja, urađen u AutoCAD software-u dat je na slici 34a.

Prednost 3D CAD softvera je što se ovako formirani model može rotirati u prostoru prema potrebama projekcije. Takođe, dobijene projekcije moguće je predstaviti u vidu tehničkih 2D crteža za direktnu dalju upotrebu. Neki od pogleda datog modela dati su na slici 34b.



a)



b)

Slika 34. a) AutoCAD model uređaja; b) Rotacija formiranog CAD model

Sledeći značajan koncept je Computer Aided Manufacturing CAM. Razvoj CAM softvera omogućio je spregu CAD/CAM u cilju unapređenja industrije. Istorijski posmatrano, izbušena papirna traka (matrica) je upotrebljavana za programiranje Numerički Kontrolisanih (NC) mašina, dok su kasniji modeli koristili mašinske kodove (npr. ASCII), putem kojih su se komande ukucavale u običan tekst editor (\*\*\*.txt). U oba slučajeve, program je upravljao brzinom kretanja reznih alata, dubinom rezanja itd. Samim time, primena ovih alata u to vreme je bila ograničena isključivo na mašinsku obradu delova.

U savremenom poslovanju, komercijalno je isplativo integrisati CAD sa CAM (Computer Aided Manufacture) gde je to moguće. CAM softver koristi geometrijske podatke iz CAD programa za generisanje instrukcija za kontrolu i upravljanje automatskih mašina i alata. S druge strane moderni CAD/CAM sistemi, ipak, automatski generišu kretanje alata na osnovu 3D CAD podataka i omogućavaju prethodnu simulaciju procesa mašinske obrade na ekranu računara.

Dalje proširenje CAD/CAM je potpuno integrisanje svih aspekta proizvodnje upotrebom podataka generisanih računom. To je proces poznat kao Computer Integrated Manufacture (CIM). Industrija koja prihvata filozofiju fleksibilne proizvodnje koristi najviše razvijene CIM sisteme u cilju skladištenja svih proizvodnih informacija u lokalno dostupne baze podataka. Sistemi kontrole i obezbeđivanja kvaliteta takođe mogu biti uključeni u CIM sisteme.

Kako je već napomenuto, važan segment procesa savremene proizvodnje je upotreba prototipova finalnih proizvoda, u cilju testiranja njegovih karakteristika. Izrada prototipa je posebno značajan segment aktivnosti ukoliko se smatra da će se na taj način ubrzati razvoj konačnog proizvoda, a najčešće je to i slučaj. Prototip omogućava pouzdanu proveru adekvatnosti koncipiranih rešenja za budući proizvod, kako bi se izbegle korekcije koje mogu imati ozbiljnije razmere u pogledu produžavanja procesa osvajanja i zadovoljenja potreba kupaca, pored troškova alata, materijala i drugih mogućih teškoća u osvajanju.

Međutim, klasična izrada prototipa može sama po sebi da potraje veoma dugo, što samo po sebi uzrokuje produžavanje rokova za razvoj i osvajanje novog proizvoda.

Kompjuterska podrška, pre svega, kao i neke opšte poznate savremene tehnike kao što su: Stereolithography (STL), Selektive Laser Sintering (SLS), Laminated Object Manufacturing (LOM) i Fused Deposition Modelling (FDM) koriste se uglavnom za dizajn ili geometriju prototipa u okviru jednog od mogućih koncepata za

brz razvoj prototipa koja omogućava pored ostalog da se dobije kompleksni deo za nekoliko sati umesto za nekoliko nedelja. Detalji o navedenim tehnikama brzog razvoja prototipa biće predstavljeni u sledećem poglavlju.

Optimalno uklapanje svih potrebnih aktivnosti, značajno skraćenih korišćenjem metoda i tehnika brzog razvoja i kompjuterske podrške, odvija se uz punu sinhronizaciju i simultano obavljanje aktivnosti i postiže se primenom Tehnike mrežnog planiranja (TMP), koja uključuje i analizu vremena metodom kritičnog puta (CPM), ali i analizu resursa i vremena (PERT), kao i praćenje toka informacija između pojedinih aktivnosti (Dependence Structure Matrix=DSM metoda). Na taj način vreme potrebno za izlazak na tržište se značajno skraćuje u fazi razvoja novog proizvoda. Navedene tehnike TPM, CPM, PERT i DSM, se izučavaju detaljno u oblasti Upravljanja projektima, te njihov opis neće biti sastavni deo ove knjige.

#### **4.4. Brz razvoj prototipa**

U prethodnom tekstu je već navedeno da je poslednji stadijum u dizajnu novog proizvoda izrada prototipa. Kako se u savremenom poslovanju sve više koriste tehniče brzog razvoja proizvoda, samim time, prisutan je i koncept brzog razvoja prototipa, koji se sastoji u integraciji 3D CAD i savremenih tehnika za dobijanje materijalnog oblika prototipa. Brz razvoj prototipa (Rapid prototyping **RP**) je relativno nova klasa tehnologija koja može automatski proizvesti fizičke modele i delove prototipa direktno od 3D CAD podataka. RP mašine imaju mogućnost proizvodnje čvrstih modela od različitih materijala uključujući različite vrste plastike, keramiku, drvo i metale na osnovu tankih horizontalnih poprečnih preseka kompjuterskog modela (3D CAD) i na taj način konstruiše fizički model sloj po sloj. U suštini, ove tehnike se u velikoj meri zasnivaju na 3D štampi. U poređenju sa klasičnim, parcijalnim metodima izrade, RP nudi sledeće prednosti:

- objekti se mogu formirati bez obzira na geometrijsku kompleksnost bez potrebe za komplikovanim mašinskim alatima,
- RP sistemi transformišu konstrukciju kompleksnih objekata u relativno brz proces jednostavan za rukovanje.

RP sistemi su sada u širokoj upotrebi kod inženjera i proizvođača kao način smanjenja proizvodnog vremena, za bolje razumevanje i dizajn produkta uz mogućnost upotrebe metoda brze mašinske obrade (Rapid Tooling).

## Tehnike brzog razvoja prototipa

U narednom tekstu biće razmatreno šest različitih, komercijalno dostupnih, često korišćenih tehnika RP-a:

*Stereolitografija* (Stereolithography Apparatus **SLA**) je početni ali i dalje široko primenjiv sistem RP-a. Tehnika proizvodi fizički 3D model od fotosenzitivnih tečnih polimera koji očvršćavaju kada se izlože ultraljubičastom zračenju.

Model se razvija na platformi smeštenoj ispod same površine tečne epoksi smole. Kompjuterski kontrolisani UV laser formira prvi sloj, očvršćavanjem poprečnog preseka modela. Kada se prvi sloj završi cela platforma se uranja dublje u tečnost, te opet novi sloj tečnosti pokriva formirani čvrsti sloj. Proces se ponavlja stvaranjem novih slojeva na već postojećem, do formiranja konačnog modela. Nakon toga, očvršli komad se izvlači iz tečnosti i smešta u UV komoru radi završetka procesa očvršćavanja. Instrukcije za kretanje samog lasera se generišu na osnovu prethodno konstruisanog 3D CAD modela.

*Proizvodnja slojevitih objekata* (Laminated Object Manufacturing **LOM**) ova tehnika povezuje slojeve listova materijala premazanih lepkom i na taj način formira prototip. U počecima ove metode koristio se termoaktivni sloj prevučen preko papira. Kasnije je upotrebljena platforma na kojoj se smeštao prvi sloj od papira, na njega se pomoću posebnog uređaja nanosila dvostrana lepljiva traka a potom naredni sloj i tako redom. Nakon toga preko slojeva je prelazio zagrejani valjak da bi se slojevi objedinili. Kompjuterom navođeni laser opseca konture sloja nanetog na osnovu i nakon toga se nanosi novi i svaki sledeći sloj. Proces se ponavlja dovoljan broj puta do završetka modela. Obzirom da se modeli izrađuju od papira oni se potom premazuju farbom ili lakom da bi se sprečilo prodiranje vlage ili drugi vid oštećenja.

*Selektivno lasersko sinterovanje* (Selective laser sintering **SLS**) koristi laserski zrak da selektivno spoji praškasti materijal u čvrsti objekat. Tehnika SLS-a upotrebljava različite sprasene materijale kao što su najlon, elastomeri, soli metala i metali. I u ovom slučaju prah se nanosi na platformu na kojoj laser navođen računarnom formira prvi sloj, potom se nanosi prah za naredni sloj i tako redom.

*Model depozicije rastopa* (Fused deposited model **FDM**) koristi ispune stopljene termoplastike koja se istiska iz zagrejanog pika (glave) da bi se formirali slojevi novog modela. Glava (pik) uređaja za istiskanje se može kretati u x-y ravni i kontroliše se u smislu nanosa veoma tankih slojeva rastopa na polaznoj platformi. Platforma se hlađenjem održava na niskoj temperaturi čime naneta termoplastika brzo očvršćava. Spojevi slojeva se omogućuju



konstrukcijom posebnih spojnica unutar samih slojeva u koje se smeštaju bušenjem.

*Formiranje čvrste osnove* (Solid Ground Curing **SGC**), donekle je slično kao SLA tehnika jer takođe koristi UV zrake za selektivno očvršćavanje fotoosetljivih polimera. Na početku, fotoosetljivi rastvor se sprejom nanese na platformu. RP mašina razvija fotomasku sloja koji se treba formirati. Fotomaska se potom izlaže UV zračenju, koje samo prolazi kroz providne delove maske i na taj način se selektivno očvršćava sloj.

Kada se formira željeni sloj RP mašina uklanja višak tečnosti vakuumom i na njegovo mesto nanosi vosak. Površina se poravna i proces ponavlja onoliko puta, koliko je slojeva potrebno za formiranje konačnog modela.

*3D Printing*, za razliku od gore navedenih metoda, 3D Printing se odnosi na celu klasu RP mašina koje koriste print tehnologiju. I ovde se komadi izrađuju na platformi smeštenoj ispod posude napunjene prahom. Glava 3D printera selektivno «printa» vezivo koje sjedinjava prah u odabranim zonama i tako stvara prvi sloj. Platforma se potom spušta, ili glava printera podiže, i na nju se nanosi nova količina praha, i proces «printanja» se ponavlja. Nakon završetka, deo se sinteruje i uklanja se višak praha.

Neke 3D Printing tehnološke mašine za RP koriste dvostruke print-jet uređaje: jedan za distribuciju niskotopive termoplastike od koje se model pravi i drugi koji distribuira vosak koji povezuje slojeve. Nakon nanosa svakog sloja sam uređaj vrši poravnavanje površinskog sloja.

Prednosti RP tehnika leže u visokom kvalitetu proizvedenih delova. Proces daje visoko precizne modele sa odličnim kvalitetom površina. Ovakvi kvaliteti čine RP modele pogodne za vizualnu prezentaciju. Ipak, RP sistemi zahtevaju sofisticiranu opremu, visoke cene materijala i održavanja i specijalizovane operatere.

RP se široko koristi u automobilske, aero i medicinske industriji. Iako su moguće primene takoreći neograničene, gotovo sve su iz oblasti izrade prototipa, brze izrade alata ili brze proizvodnje.

Osnovna namena RP je da brzo formira prototipove za komunikacijske i test namene. Prototipovi veoma unapređuju komunikaciju jer je većini ljudi lakše da razumeju 3D objekte od 2D CAD tehničkih crteža, posebno u fazi traženja investitora za projekat razvoja novog proizvoda, jer vlasnici kapitala najčešće nisu tehnička lica kojima bi bili jasni ravanski CAD crteži, dok su 3D modeli jasni svakom. Prototipovi su takođe korisni za testiranje dizajna da bi se ustanovilo da li on može obavljati određenu funkciju.

**Brza izrada alata** (Rapid Tooling **RT**), ovaj termin je nastao iz RP tehnologije i odnosi se na automatsku izradu kvalitetnih mašinskih alata korišćenjem RP tehnika. Izrada alata je jedan od najskupljih stadijuma u procesu savremene proizvodnje zbog zahtevanog visokog kvaliteta. Alati često imaju kompleksnu geometriju, pri čemu uz to imaju zahtevanu tačnost dimenzija sa tolerancijom 1/100 mm. Dodatno, alati moraju biti tvrdi, otporni na opterećenja i potrebno je da imaju izuzetno glatke površine. Tehnike RP-a uključene u RT dovode do izrade alata zahtevanog kvaliteta u znatno kraćem vremenu uz upotrebu standardnih mašina.

**Brza Proizvodnja** (Rapid Manufacturing **RM**) je prirodni nastavak RP-a i predstavlja automatsku proizvodnju gotovih proizvoda direktno od 3D CAD podataka. Trenutno se manji broj konačnih proizvoda proizvodi upotrebom RP tehnika ali se očekuje porast primene, kako se materijali koje koriste RP sistemi sve više razvijaju. Ipak, RM verovatno u skorijoj budućnosti neće u potpunosti zameniti tradicionalne tehnologije proizvodnje, naročito u velikoserijskoj proizvodnji. Za proizvodnju gde su serije male a visoka cena pojedinačnih komada proizvoda, i gde je veličina samih komada mala (nanotehnologija), RM je sa ekonomskog aspekta primenjiva jer ne zahteva izradu specijalnih alata. Dodatno RM je idealna tehnologija za proizvodnju unikatnih komada proizvoda prema specifikacijama kupca. Ipak, to se odnosi na proizvode visokog kvaliteta, koji su veoma skupi i namenjeni su malom segmentu krajnjih korisnika.

#### **4.5. Metrice razvoja proizvoda**

U prethodnom tekstu je već rečeno da se svaki proizvod kompanije mora pratiti sa aspekta krive životnog ciklusa. Ponekad je pojedine proizvode potrebno zameniti novim, dok je ponekad moguće izvršiti njihovo proučavanje i unapređenje – te im produžiti životni ciklus. Takođe, čest je slučaj i da se postojeći proizvodi koji nisu više interesantni na jednom tržištu premeštaju na drugo tržište, gde za njima i dalje postoji interes. U suštini gledano, važno je formirati strategiju razvoja poslovanja PSS-a. Da bi donosioci odluka bili sigurni da su najbolje mogućnosti prepoznate i iskorišćene, na fokusiran i koordiniran način, mora se proći kroz proces strategijskog planiranja, razvoja i proučavanja proizvoda. Svakako, strategijski menadžment i strategijsko planiranje, iako su direktno u vezi sa operativnim-proizvodnim menadžmentom (Slika 4) nisu predmet ovog kursa, već će biti obrađivani kroz druge predmete studijskog programa Inženjerski menadžment. Ovde će biti predstavljeni samo neki od alata strategijskog planiranja koji su u direktnoj vezi za

upravljanjem proizvodnog procesa.

Dobra polazna tačka za usaglašavanje strategije kompanije sa operativnim aktivnostima proizvodnje je upotreba «Ansoff Matrice», slika 35. Ova matrica pomaže u diferencijaciji mogućnosti ekspanzije poslovanja uz istovremeno razmatranje proizvoda i tržišta. Sa Ansoff Matricom, klasifikacija strategije je određena starošću produkta i iskustvom PSS-a sa tržištem na koje želi da proizvod plasira. «Starost» proizvoda je određena time koliko je produkt «nov» u okviru strateškog pristupa a ne u smislu godišta proizvodnje. Velika prednost matrice je da može biti primenjena na svaku granu industrije.

<b>TRŽIŠTE</b>	<b>STARO</b>	<b>Ne činiti ništa</b> <b>Povući se</b> <b>Konsolidacija</b> <b>Prodiranje na tržište</b>	<b>Razvoj proizvoda</b>
	<b>NOVO</b>	<b>Razvoj tržišta</b>	<b>Diverzifikacija</b> <b>(povezana ili</b> <b>nepovezana)</b>
		<b>STAR</b>	<b>NOV</b>
		<b>PROIZVOD</b>	

Slika 35. Ansoff Matrica

Na osnovu razmatrane matrice očigledno je da postoje dva uslovna stanja za proizvod i tržište (Star i Nov), i četiri moguće strategije: Tržišno prodiranje (penetracija), Razvoj tržišta, Razvoj proizvoda i Diversifikacija proizvoda.

Jedan set opcija je zasnovan za «stari» proizvod na «starom» tržištu. **Ne činiti ništa** predstavlja nastavak trenutne strategije. To je korisno kao osnova razvoja alternativne strategije, ipak, nije preporučljivo dugoročno jer će konkurencija preoteti udeo na tržištu poboljšanim kvalitetom proizvoda, procesa i cena. **Povući se** je napuštanje tržišta zatvaranjem ili prodajom kompanije. Iako površinski posmatrano, negativna opcija, može biti neophodna da bi se resursi usmerili na nove i obećavajuće mogućnosti. **Konsolidacija** je pokušaj održavanja udela tržišta. To je defanzivna opcija koja obično uključuje

smanjenje troškova i cena i česta je praksa na starim tržištima. **Prodiranje na tržište** je agresivnija opcija i obično uključuje investiranje u poboljšanje proizvoda, reklame, i kanalisanje paralelnog razvoja.

Razvoj «novog» proizvoda za prodaju na «starom» tržištu se naziva «razvoj proizvoda». Na primer, ukoliko npr. poznata farmaceutska kuća razvije novi lek za prodaju u Srbiji, pokrenuće proces razvoja proizvoda. U suštini, ovu strategiju često imaju kompanije koje su dugo prisutne na određenom tržištu i gde postoji visok stepen poverenja korisnika u proizvode koje data kompanija tradicionalno nudi. Prodaja «starog» proizvoda novom tržištu se naziva «razvoj tržišta». Na primer ukoliko domaća fabrika konditorskih proizvoda počne prodaju postojećih čokolada u Africi, gde do tada nisu imali tržište, oni će pokrenuti strategiju razvoja tržišta. Kao primer ove strategije može se uzeti i proizvodnja Fiat punto automobila u fabrici Fiat Automobili Srbija. Naime, kada je automobil Fiat Punto bio na kraju životnog ciklusa u Zapadnoj Evropi, jer je tražnja za njime prestala, celokupna proizvodnja ovog modela je preseljena u fabriku Fiat Automobili Srbija. Ovaj model se u Srbiji i dalje proizvodio pod nazivom Zastava 10 i kao takav je plasiran na tržište Istočne Evrope. Naravno i cena samog proizvoda je prilagođena novom tržištu. Time je stari proizvod ponuđen novom tržištu.




«Diverzifikacija» je ulaz na «novo» tržište sa «novim» proizvodom. Diverzifikacija može biti povezana ili nepovezana. Povezana diverzifikacija se dalje deli na integraciju unapred, unazad i horizontalno. Integracija unazad je povezivanje sa snabdevačima repromaterijalom, komplementarnim delovima i sirovinama u isti integrisani lanac snabdevanja. Integracija unapred je povezivanje sa distributerima gotovih proizvoda u integrisani biznis. Horizontalna integracija je pomeranje u stranu prema blisko povezanom biznisu kao što je prodaja nusprodukata proizvodnje ili uvećanje proizvodnih kapaciteta putem partnerstva sa konkurencijom.

Upotreba ove jednostavne matrice smeštanjem aktuelne situacije u jednu od četiri kategorije može pomoći u definisanju trenutne pozicije i izboru najpogodnije opcije razvoja.

Razvijena je i kompleksnija 3X3 Ansoff matrica razvoja proizvoda koja ne samo da identifikuje strategiju za tržišne uslove, već utvrđuje i gde leži odgovornost za implementaciju, Slika 36.

<b>Efekti proizvoda</b>	<b>Bez tehnoloških izmena,</b> ne zahteva dodatna istraživanja	<b>Unapređena tehnologija,</b> zahteva laboratorijska istraživanja uz upotrebu tehnologiju koja se koristi kod sadašnjih proizvoda	<b>Nova tehnologija,</b> zahteva laboratorijska istraživanja uz upotrebu nove do sada nekorišćene tehnologije
<b>Bez tržišnih promena,</b> ne utiče na programe marketinga		<b>Reformulacija</b>	<b>Zamena</b>
<b>Ojačano tržište,</b> utiče na programe marketinga usmerene na sadašnje klase potrošača koji do sada nisu usluživani	Re-prodaja	<b>Unapređeni proizvod</b>	<b>Proširenje asortimana proizvoda</b>
Novo tržište, zahteva programe marketinga za nove klase potrošača koji do sada nisu usluživani	Nova upotreba	<b>Proširenje tržišta</b>	<b>Diversifikacija</b>

Slika 36. Matrica razvoja proizvoda

	Odeljenje istraživanja i razvoja
	Odeljenje marketinga
	Zajednički tim

#### 4.6. Konkurentno inženjerstvo

Pri razvoju proizvoda, postoji niz aspekata koje treba uzeti u obzir kao što su jednostavnost proizvodnje, sklapanje, pakovanje, tehnička podrška, bezbednost rada pri korišćenju i pitanje reciklaže. Konkurentno inženjerstvo (**Concurrent Engineering-CE**) je sistematski pristup integraciji dizajna, proizvodnje i povezanih procesa gde se sve faze životnog ciklusa proizvoda razmatraju simultano. Članovi timova različitih funkcionalnih disciplina kao što su proizvodnja, projekt menadžment, tehnička podrška, marketing i ostalih specijalističkih oblasti su integrisani sa dizajnerima i čine

multidisciplinarni tim. Ovaj tim služi tome da proces dizajna ubrza i učini efikasnijim čime se proizvodnja pre može komercijalizovati u odnosu na tradicionalni tzv. „sekvencijalni“ dizajn. Dodatno, dizajner može primeniti strategiju TQM-a još u fazi samog razvoja proizvoda. Vreme je značajan činilac u modernom poslovanju, posebno kada se uzme u obzir konkurencija na tržištu. Smanjenjem vremenskih rokova, kompanija može da odgovori brže na promenu tržišnih trendova ili da primeni novu tehnologiju. Primenom CE koncepta, vremenski rokovi se znatno mogu skratiti i na taj način se postiže veća tržišna prednost za one firme koje mogu brzo da proizvode finalne proizvode. Koncept CE je predstavljen na slici 37, dok je odnos konkurentnog dizajna u odnosu na sekvencijalni dizajn dat na slici 38.

### Uobičajni Projektni Program

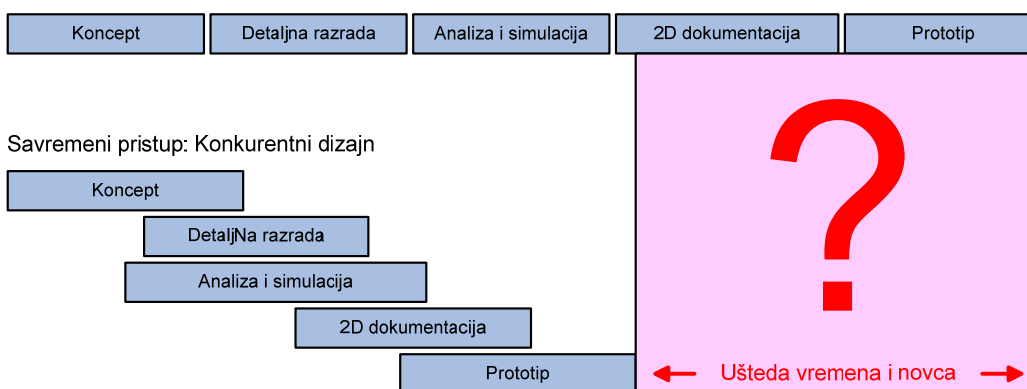
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Planiranje proizvoda	■	■	■									
Dizajniranje				■	■	■						
Nabavka							■	■				
Proizvodnja									■	■	■	
Isporuka												■

### Projektni Program koj koristi CE Filozofiju

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Planiranje proizvoda	■	■	■									
Dizajniranje		■	■	■								
Nabavka			■	■								
Proizvodnja				■	■	■						
Isporuka							■					

Slika 37. Konkurentno inženjerstvo

Tradicionalni pristup: Sekvencijalni dizajn proizvoda



Slika 38. Odnos sekvencijalnog i konkurentnog dizajna

Da bi ostali konkurentni i podneli visok tržišni pritisak novih zahteva kupaca, proizvođači moraju prvi nastupiti na tržištu sa željenim proizvodima. Jedna od prednosti CE-a je što multifunkcionalni timovi za dizajn, smanjuju vreme razvoja proizvoda i omogućavaju raniji nastup na tržištu sa novim proizvodima.

Jedna od najvažnijih komponenti pri bilo kojoj uspešnoj primeni CE-a je u efektivnosti projektnog tima. On mora funkcionisati kao «dobro podmazani sklop» sa malo unutrašnjih problema i širokog razumevanja sopstvenih ciljeva. Dodatno, ono što je veoma potrebno su dobri komunikacioni kanali unutar tima. Sistemi zasnovani na računarima omogućuju efikasnu komunikaciju između pojedinih članova timova uz formiranje (virtualnih) Integrisanih Projektnih Timova (IPT) za razvoj proizvoda. Savremeni softverski paketi tipa, npr. MS Project server su upravo i prilagođeni ovakvom načinu rada virtualnih projektnih timova. Pri čemu članovi ovakvog tima mogu, geografski, biti i kilometrima udaljeni jedni od drugih ali da putem interneta istovremeno imaju pristup istim bazama podataka, zajedničkog projekta.

Kombinacija CE-a, najboljih principa menadžmenta i (virtualnih) projektnih timova, omogućuje razvoj proizvoda visokog kvaliteta, visoke pouzdanosti i niskih troškova u smislu kraćeg vremena razvoja.

## **POGLAVLJE 5.0. KVALITATIVNI I KVANTITATIVNI ASPEKT PROIZVODNJE - TIPOVI PROIZVODNJE**

U više navrata je u prethodnom tekstu rečeno da je proizvodnja kompleksna celina aktivnosti i predstavlja značajan segment bilo koje industrijske grane. Ipak, iako za gotovo svaki proizvodni proces mogu biti primenjeni slični alati modelovanja u cilju optimizacije, svakako je neophodno istaći da se proizvodni procesi razlikuju u zavisnosti od tipa i količine konačnog proizvoda koji se proizvodi. Odnosno, tipovi proizvodnje su u funkciji tipa privrede ili industrijske grane u koje dati proizvodni proces spada.

U svakom slučaju, potrebno je naglasiti da se osnovna podela proizvodnih procesa može izvršiti na **procesnu i prerađivačku** proizvodnju. Procesna proizvodnja se bavi dobijanjem finalnih proizvoda bazirano na određenom tehnološkom procesu. Kod procesne proizvodnje, ulazni repromaterijal je najčešće u vidu sirovog materijala, koji se potom prerađuje do dobijanja finalnog proizvoda u određenom kontinuiranom procesu, koji često podrazumeva velike proizvodne serije ili čak masovnu proizvodnju. Kao primer ovakvog tipa proizvodnje, može se uzeti proizvodnja katodnog bakra, aluminijuma ili čelika u metalurškim kombinatima ili proizvodnja benzina u rafinerijama. Naime, kod recimo metalurških proizvodnih procesa, polazni repromaterijal je rudna sirovina koja se potom kroz adekvatni tehnološki proces i veliki broj međusobno uslovljenih faza, obrađuje u cilju ekstrakcije finalnog proizvoda u vidu metala visoke čistoće, koji se direktno prodaje na tržištu ili dalje prerađuje. Slično je i u rafinerijama, gde je na ulazu procesa sirova nafta, koja se procesima prečišćavanja i destilacije dovodi do većeg broja proizvoda – uključujući i benzin, koji se može prodavati kao finalni proizvod.

U slučaju prerađivačke industrije, situacija je značajno drugačija. Na ulazu proizvodnog procesa, kod prerađivačke industrije, nalaze se poluproizvodi (polufabrikati) ili određene komponente, koje se potom sklapaju u konačni proizvod. Pri tome svaka od upotrebljenih komponenti može istovremeno biti i finalni proizvod neke kompanije koje se nalazi ispred posmatranog PPS-a u lancu snabdevanja. Kod prerađivačke industrije često je moguće izrađivati mali broj proizvoda u seriji i pri tome, proces proizvodnje može biti diskontinualan. Kao primer prerađivačke proizvodnje može se uzeti sklapanje računara iz komponenti. Ulazni materijal ovog procesa jesu komponente koje delimično može proizvoditi sam razmatrani PPS a delimično mogu biti nabavljene kupovinom od drugih proizvođača, kao komplementarni proizvodni program. Potom, u transformacionom



procesu se sve komponente ugrađuju u finalni proizvod – računar.

U prethodnom pasusu, gde su predstavljeni koncepti procesne i prerađivačke proizvodnje, korišćeni su termini kao što je kontinualna ili diskontinualna proizvodnja, velike, male serije ili masovna proizvodnja. Da bi ovi termini bili jasniji, neophodno je predstaviti dodatnu klasifikaciju proizvodnih procesa sa kvantitativnog i kvalitativnog aspekta.

### **5.1. Kvantitativni aspekt proizvodnje**

Obzirom da sam kvantitet predstavlja količinu, kvantitativni aspekt proizvodnje u suštini se odnosi na količinu konačnih proizvoda koja će rezultovati na kraju datog proizvodnog procesa, u jednom ciklusu proizvodnje. Opet, obzirom da je retko u savremenom tržišnom okruženju, susresti se sa proizvodima koji se sastoje iz samo jednog elementa, već se proizvodi sastoje iz većeg dela sklopova, podsklopova, delova i elemenata. Zavisno od broja i međusobnih odnosa elemenata u procesu nastanka finalnog proizvoda u okviru datog poslovnog odnosno proizvodnog sistema, razlikuju se manje ili više složeni proizvodi. Na taj način, razumljivo je da kod proizvodnje izuzetno složenih proizvoda, nije logično da jedan PPS proizvodi baš sve elemente koji ulaze u njegov proizvod, već se deo elemenata dobija snabdevanjem na tržištu od drugih proizvođača u lancu snabdevanja. Tako npr. automobil se sastoji od desetina hiljada elemenata (delova). Čak i najveći svetski proizvođači ne proizvode baš svaki pojedinačni deo finalnog proizvoda – automobila, već deo nabavljaju kroz takozvanu komplementarnu proizvodnju. Ipak, kroz kvantitativni aspekt proizvodnje, definiše se broj finalnih automobila koji data kompanija može da isporuči krajnjem korisniku na kraju jednog proizvodnog ciklusa. Opet, sa druge strane, iz ugla proizvođača komponenti – komplementarnih proizvoda – koji će biti ugrađeni u finalni automobil, kvantitativni aspekt proizvodnje definiše broj proizvedenih delova automobila, koje će taj PPS isporučiti fabrici automobila.

Na taj način, posmatrano na bazi kriterijuma kvantiteta, razlikuju se tri tipa proizvodnje:

1. Pojedinačni - proizvodi se samo jedan komad (finalnog proizvoda ili nekog njegovog elementa).
2. Serijski - proizvodi se unapred određena količina istovrsnih komada (finalnog proizvoda ili njegovih elemenata) u okviru jednog proizvodnog ciklusa, sa ponavljanjem ili bez ponavljanja.
3. Masovni - proizvodi se sukcesivno velika količina istovrsnih komada (finalnih proizvoda ili njegovih elemenata).

Na osnovu navedenog kriterijuma, granica između pojedinačne i serijske proizvodnje je jasna i očigledna. S druge strane, nije jednostavno odrediti granicu gde prestaje serijska a počinje masovna proizvodnja. O ovome će biti više reči u narednim poglavljima. Sami time, uticaj na veličinu serije ima tip proizvoda, tip proizvodnje, troškovi proizvodnje ali i uticaj okruženja – veličina tržišta. Tako npr, ono što bi bila masovna proizvodnja nekog PPSa koji posluje na tržištu Srbije, verovatno bi bila manja serijska proizvodnja na tržištu Rusije ili Kine.

Naravno, treba istaći da nije redak slučaj i da kompanije imaju kombinaciju pojedinačne, serijske i masovne proizvodnje. Naime, nije redak slučaj da se pojedini proizvodi (ili delovi proizvoda) proizvode u manjoj seriji – ili unikatni komadi, dok se drugi proizvodi iz portfolia iste kompanije izrađuju u velikoj seriji ili masovno. Svakako, u tom slučaju najčešće postoji razlika kvaliteta između unikatnih i masovnih proizvoda.

## **5.2. Kvalitativni aspekt proizvodnje**

Sa stanovišta kvalitativnog pristupa proizvodnom procesu može se kao kriterijum usvojiti: **stepen kontinuiranosti procesa**. Obuhvatajući sve elemente procesa zavisno od stepena razvoja svakog pojedinog elementa i njihovog međusobnog uticaja, razlikuju se dve osnovne kategorije:

- kontinualni procesi,
- diskontinualni procesi,
- kombinovani (polukontinualni) procesi.

Osnovna karakteristika kontinualnih procesa je u neprekidnom redosledu operacija od polaznog repro materijala - sirovine, kroz transformacioni proces koji utiče na promenu karakteristika materijala, do dobijanja projektovanog finalnog proizvoda.

Diskontinualni procesi su oni koji mogu imati određene, manje ili veće, prekide – pauze između pojedinih faza i/ili aktivnosti proizvodnje.

Kombinovani su oni procesi koji za pojedine elemente finalnog proizvoda podrazumevaju kontinualnu proizvodnju, dok se pojedini elementi mogu raditi u diskontinualnom toku redosleda proizvodnih operacija.

Na stepen kontinualnosti procesa transformacije materijala utiču:

- vrsta finalnih proizvoda i elemenata proizvoda,
- nivo proizvodne i druge opreme,
- vrsta polaznih repro materijala – sirovine,

- koncepcija procesa transformacije materijala u gotov proizvod, odnosno primenjeni tehnološki proces i
- ljudski faktor.

Sa aspekta napred navedenih opisa pojedinih tipova proizvodnje, može se reći da su kontinualni procesi češće prisutni u procesnoj nego u prerađivačkoj proizvodnji. Sam karakter proizvodnje u procesnoj industriji često uključuje obradu materijala na visokim temperaturama, uz promenu agregatnih stanja, čijim bi se prekidom između pojedinih faza moglo da dođe do narušavanja karakteristika kvaliteta. Takođe, procesna proizvodnja se češće vezuje za masovnu i velikoserijsku proizvodnju, dok je pojedinačna proizvodnja najčešće zastupljena u prerađivačkoj proizvodnji, mada to svakako nije isključivo pravilo. Naime, i automobilska industrija uključuje prerađivački tip proizvodnje, ali su česti kontinualni i masovni vidovi procesa.

Uopšte uzev, može se konstatovati da u nizu industrijskih grana, na sadašnjem nivou razvijenosti, prevlađuje diskontinualni karakter procesa. Tako će i ostati u značajnoj meri u doglednoj budućnosti. Ali, veoma su prisutne tendencije ka sve većem rasprostriranju kontinualnih procesa, povećanim nivoom automatizacije i robotizacije proizvodnih procesa.

### **5.3. Optimizacija veličine proizvodne serije**

Kod opisivanja kvalitativnog i kvantitativnog aspekta proizvodnje, rečeno je da je jasna granica između pojedinačne i serijske proizvodnje. Takođe, rečeno je da je granica između serijske i masovne proizvodnje zavisna od većeg broja faktora. Ipak, može se reći da ta granica zapravo nije ni važna, sa aspekta organizacije i optimizacije proizvodnih procesa. Ono što je od značaja je pronaći optimalnu veličinu proizvodne serije, srazmernu uslovima datog procesa proizvodnje.

U tom smislu, kvantitativni aspekt tipova proizvodnje proizvoda, uopšte, treba tretirati u kontekstu:

- eksternih uslova i
- internih uslova proizvodnje.

Što se **eksternih** uslova tiče, tu zapravo spada potražnja za datim proizvodima na tržištu. Eksterni uslovi se, na dugoročnoj i kratkoročnoj osnovi, procenjuju aktivnostima istraživanja tržišta.

**Interni** uslovi podrazumevaju mogućnost poslovno proizvodnih sistema, da uz optimalni nivo troškova, tehnički i tehnološki odgovori zahtevima tržišta. U interne uslove spadaju - relativno fiksni resursi i ostali resursi. U relativno fiksne resurse spadaju:

- proizvodni objekti,
- proizvodna oprema (raspoloživi proizvodni kapaciteti),
- odgovarajuća infrastruktura (instalacije, komunikacije i sl.).

Naravno, optimalna veličina proizvodne serije treba da bude zasnovana kako na eksternim tako i na internim uslovima. Pri tome treba imati u vidu da visoka tražnja za proizvodima, može dovesti do toga da se svi pobrojani resursi mogu obezbediti investicijom - kupovinom u slučaju argumentovano zasnovane potrebe sa mogućnošću povrata investicije (ROI).

Svi ostali resursi (radna snaga, alati, sirovine, repromaterijal, kapital i drugo) zahtevaju veće ili manje kvalitativne i kvantitativne promene zavisno od veličine obima proizvodnje.

Opređenje za npr. veću serijsku ili masovnu proizvodnju pretpostavlja:

- dugoročnost tržišne potrebe za određenim proizvodom i njegove buduće modifikacije;
- procenjena dužine životnog veka proizvoda treba da omogući povraćaj uloženog kapitala uz postizanje zadovoljavajuće prosečne profitne stope za svaku godinu u toku trajanja proizvodnje.

Samim time, ekonomski kriterijumi imaju prioritet u odlučivanju za prihvatanje varijante masovne proizvodnje.

S druge strane, opređenja u rasponu od pojedinačnog tipa proizvodnje do serijskog (sa različitim veličinama serije, konfrontiraju se sa dodatnim okolnostima kao što su:

- fleksibilnost u odnosu na dinamičke promene u potrebama tržišta;
- skraćivanje rokova isporuke radi zadržavanja ili očuvanja, stečene pozicije na tržištu;
- inovativnost u odnosu na ostvareni kvalitet proizvoda.

Na taj način, zasnovano na svemu napred rečenom, proces pronalaženja optimalne veličine proizvode serije podrazumeva višekriterijumsku analizu eksternih i internih uslova proizvodnje. Takođe, odabrana veličina proizvodne serije imaće dalje uticaj na organizaciju pratećih segmenata proizvodnje u smislu obezbeđivanja neophodnih uslova za odvijanje proizvodnog procesa, terminiranja i operativnog planiranja, o čemu će više reči biti u narednim poglavljima ove knjige.

Glavni aspekti koji se analiziraju kod određivanja optimalne veličine proizvodne serije, podrazumevaju odnos između:

- troškova pripreme proizvodnje ( $t_1$ ) i
- troškova nedovršene proizvodnje (poluproizvoda) kao i manipulacije materijalom ( $t_2$ ) po jednom komadu u okviru odgovarajuće količine u seriji ( $n$ ), uz pretpostavku da su svi ostali troškovi nepromenjeni bez obzira na veličinu serije.

U nastavku će biti predstavljen postupak određivanja optimalne veličine proizvodne serije, koji se zasniva na jednom od modela zaliha. U serijskoj proizvodnji, s obzirom na mogućnost variranja količine istovrsnih komada koji će biti plasirani kao jedna serija, javlja se problem u vezi sa različitim karakterom ponašanja dve karakteristične grupe troškova kada se posmatraju svedene na jedan komad – jedinični troškovi proizvoda:

- pripremno završni troškovi ( $t_1$ ) opadaju sa porastom veličine proizvodne serije, jer se isti iznos troškova pripreme proizvodnog procesa raspoređuje na veći broj komada,
- troškovi skladištenja i uopšte angažovanja odnosno zamrzavanja obrtnih sredstava, kao troškovi nedovršene proizvodnje ( $t_2$ ), rastu proporcionalno sa povećanjem proizvodnje serije.

S obzirom na suprotno orijentisan karakter promene ove dve grupe troškova, treba odrediti onaj broj komada proizvoda, odnosno veličinu proizvodne serije za koju bi ova suprotnost bila optimalno usklađena, odnosno za koju bi zbir ove dve kategorije troškova bio minimalan. Takva serija naziva se optimalnom serijom. Prema tome, optimalna serija je ona veličina proizvodne serije za koju su troškovi proizvodnje po jedinici proizvoda minimalni. Ovo je održiva tvrdnja uz pretpostavku da zbir ostalih elemenata troškova po jedinici proizvoda ne zavisi od veličine serije ili se uslovno mogu zanemariti.

Za iznalaženje optimalne veličine proizvodne serije poslužiće sledeće razmatranje. Proizvodnja nekog gotovog proizvoda ili dela (elementa proizvoda) u određenoj količini, namenjena je zadovoljenju određene potrebe (interne: za montažu finalnog proizvoda, eksterne: za zadovoljenje zahteva naručioca). Znači, definisana je potreba kao i mogućnost proizvodnje, na osnovu kapaciteta, u okviru određenog vremena. Postavlja se dodatni uslov da zadovoljenje potreba ne sme biti ni u jednom trenutku ugroženo, što znači da na skladištu mora uvek biti dovoljno potrebnih delova ili finalnih proizvoda.

Na osnovu izloženog proizilazi sledeće:

- a) zadovoljiti kriterijum: minimalni mogući troškovi,
- b) ispunjenje uslova da se korisnik (eksterni ili interni) redovno snabdeva u okviru definisanih ograničenja u pogledu:
  - ukupnog dugoročnog proizvodnog kapaciteta,
  - vremenski i količinski definisane kratkoročne i dugoročne potrebe tržišta.

Analitički izraženi kriterijum, dat je u sledećoj funkciji cilja:

$$T = t_1 + t_2 \rightarrow \min \quad (5.1)$$

gde su:  $t_1$  - pripremno-završni troškovi [din/god] i  $t_2$  - troškovi skladištenja [din/god]

Pripremno-završni troškovi se i zračunavaju pomoću izraza:

$$t_1 = \frac{P}{X} \cdot C_p \quad (5.2)$$

Dok se troškovi skladištenja određuju izrazom:

$$t_2 = \frac{X}{2} \cdot \left( \frac{p - q}{p} \right) \cdot C_s \quad (5.3)$$

Upotrebljeni simboli predstavljaju:

$X$  - veličina proizvodne serije [kom/ser];

$P$  - godišnje utvrđena potrebna količina proizvoda (delova) na tržištu, [kom/god];

$C_p$  - pripremno-završni troškovi za jednu seriju [din/ser];

$C_s$  - troškovi skladištenja (zamrzavanja obrtnih sredstava) po jedinici proizvoda, definisani dugoročnim planom za godinu dana  $\left[ \frac{\text{din}}{\text{kom} \cdot \text{god}} \text{ ser} \right]$ ;

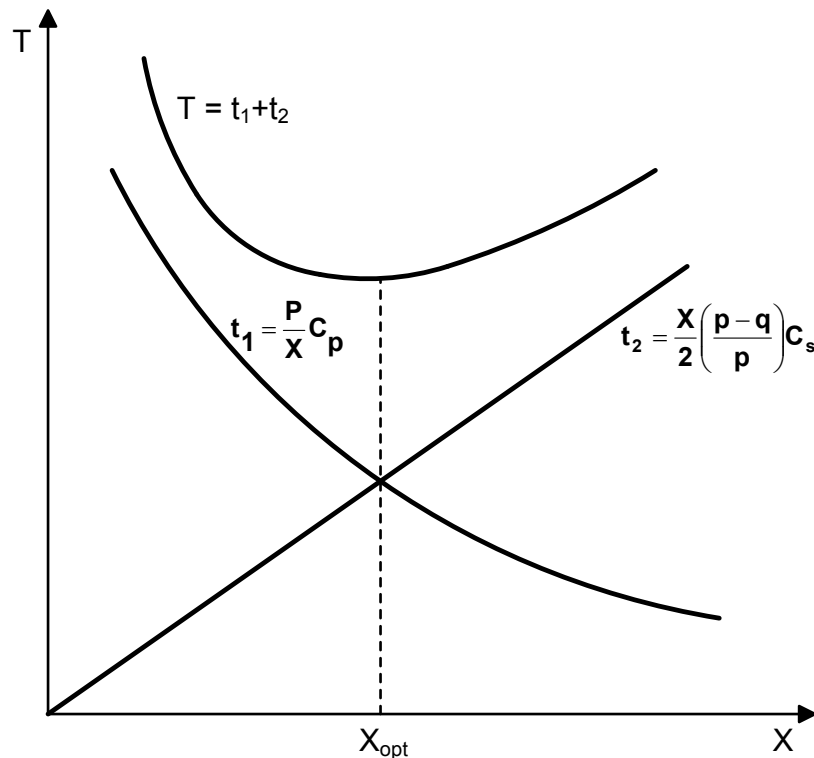
$p$  - dnevna proizvodnja odgovarajućeg proizvoda / dela proizvoda [kom/dan];

$q$  - količina delova koja se direktno ugrađuje u proizvod/odnosno količina konačnih proizvoda koja se proda u toku dana [kom/dan];

Prema tome, biće:

$$T = t_1 + t_2 = \frac{P}{X} \cdot C_p + \frac{X}{2} \cdot \left( \frac{p - q}{p} \right) \cdot C_s \quad (5.4)$$

Na slici 39. Dat je grafički prikaz navedene jednačine:



Slika 39. Promena veličina troškova sa promenom veličine serije

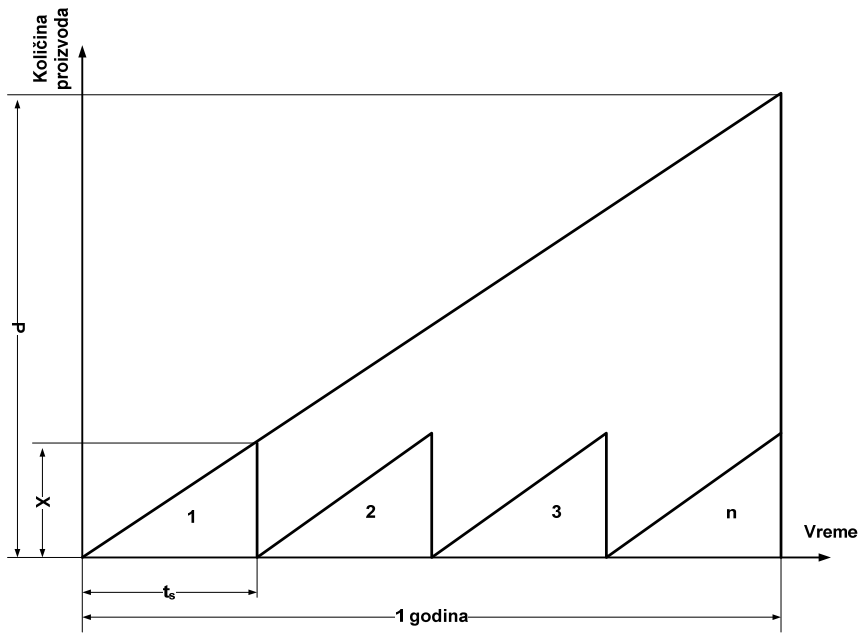
Posto se traži minimum funkcije troškova, diferencira se i izjednačava sa nulom jednačina 5.4:

$$\frac{\partial T}{\partial X} = -\frac{P}{X^2} \cdot C_p + \frac{1}{2} \left( \frac{p-q}{p} \right) \cdot C_s = 0 \quad (5.5)$$

rešavanjem po X – biće:

$$X_{OPT} = \sqrt{\frac{2 \cdot P \cdot C_p}{C_s} \cdot \left( \frac{p}{p-q} \right)} \text{ [kom/ser]} \quad (5.6)$$

Zavisno od karaktera krive  $t_1$  i naročito ugla nagiba prave  $t_2$ , rezultujuća kriva linija za T biće sa većim ili manjim radijusom zakrivljenosti u oblasti  $X_{opt}$ , slika 39. Takođe, očigledno je da se minimum ukupnih troškova nalazi na preseku troškova  $t_1$  i  $t_2$ . Rezultujući prikaz optimalne veličine proizvodne serije je dat na slici 40. Na slici je sa  $t_s$  predstavljeno vreme trajanja proizvodnje jedne proizvodne serije (ciklus proizvodnje), dok  $n$  predstavlja broj proizvodnih serija u toku jedne godine.



Slika 40. Optimalna veličina proizvodne serije

Kod navedenog izraza za određivanje optimalne veličine proizvodne serije, mogu se dalje uvesti sledeća razmatranja. Naime, moguća su dva ekstremna slučaja:

- a)  $q = 0$ , u ovom slučaju nema prodaje na dnevnom nivou, već se sakuplja veća količina gotovih proizvoda i potom preuzima od strane naručioca. Tada su troškovi skladištenja

$$\text{maksimalni: } t_2 = \frac{X}{2} \cdot \left( \frac{p-q}{p} \right) \cdot C_s = \frac{X}{2} \cdot C_s \quad (5.7)$$

$$\text{Samim time je } X_{\text{OPT}} = \sqrt{\frac{2 \cdot P \cdot C_p}{C_s}} \quad (5.8)$$

- b)  $p = q$ , u ovom slučaju se proda sve što je u datom danu proizvedeno. Prema tome, troškovi skladištenja su tada

$$\text{minimalni: } t_2 = \frac{X}{2} \cdot \left( \frac{p-q}{p} \right) \cdot C_s = 0 \quad (5.9)$$

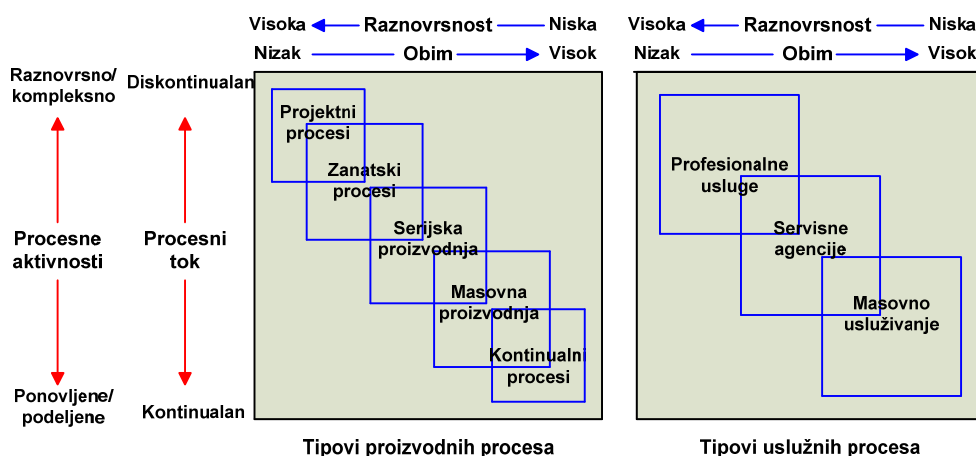
$$\text{Samim time je } X_{\text{OPT}} = \sqrt{\frac{2 \cdot P \cdot C_p}{C_s} \cdot \left( \frac{p}{p-q} \right)} = +\infty \quad (5.10)$$

Naime, iz ugla eksternih uslova, proizvodnja može biti ekstremno velika (masovna), jer je velika tražnja za proizvodima i sve što se proizvede se automatski i proda. U ovom slučaju nema zaliha gotovih proizvoda već se oni preuzimaju po principu JiT koncepta. Ipak, naravno da nije moguće proizvesti beskonačno veliku proizvodnu seriju. Konačna veličina proizvodne serije, u ovom slučaju, biće



određena raspoloživim proizvodnim kapacitetima, odnosno internim uslovima proizvodnje.

Na kraju, treba napomenuti da je, napred definisana kvantitativna podela proizvodnje na pojedinačnu, serijsku i masovnu, samo jedan od najčešćih načina podele. Pored ovog, u savremenoj literaturi se vrši dodatna diverzifikacija procesa proizvodnje i/ili kreiranja usluge, kao što je dato na slici 41. O ovoj klasifikaciji će biti više reči kada se bude govorilo o načinima raspoređivanja proizvodne opreme, obzirom da svaki od tipova proizvodnje ima i specifične zahteve u pogledu optimalnog Layout-a.



Slika 41. Dodatna klasifikacija tipova proizvodnje

Projektni procesi upravo predstavljaju vid pojedinačne proizvodnje, gde je konačni ishod izgrađeni objekat, most, brod, letelica, ... Dakle sam obim finalnog proizvoda je takav da je svaki pojedinačni proizvod zapravo rezultat jedinstvenog projekta. Džobing proces (eng. Jobbing - zanat), bi bila manja serijska proizvodnja kakva se sreće u klasičnim zanatskim radionicama. Serijska proizvodnja (eng. Batch), je klasični serijski vid proizvodnje kakav se sreće u velikom broju većih proizvodnih kompanija. Masovna proizvodnja je već opisana u prethodnom tekstu. Kontinualni procesi su po ovoj podeli u hijerarhiji iznad masovne proizvodnje. Naime, u ovom slučaju se radi o masovnoj proizvodnji (po kvantitativnom aspektu), koja je u isto vreme organizovana kao kontinuirani proces (prema kvalitativnom aspektu).

Ukoliko se preduzeće bavi kreiranjem usluga, tada razlikujemo Profesionalne usluge prilagođene pojedinačnim klijentima, tzv. Personalizovane usluge. Za opsluživanje većeg proja klijenata zaduženi su servisne agencije (Service shops). Usluge po principu, „jednaka usluga za sve“ su nešto sa čime se susrećemo u velikim hipermarketima koji se zapravo bave masovnim usluživanjem.

## **POGLAVLJE 6.0. PLANIRANJE PROIZVODNJE**

Ova oblast menadžmenta proizvodnje bavi se planiranjem, projektovanjem i optimizacijom proizvodnog procesa koji će se baviti proizvodnjom svih proizvoda definisanih u proizvodnom programu PPS-a, opisanom u prethodnim poglavljima. Formiranje pouzdanog plana proizvodnje je osnova za uspešan menadžment razvoja proizvodnje. Pri tome, treba reći da je plan proizvodnje u direktnoj vezi sa programom proizvodnje. Drugim rečima, istraživanje i razvoj proizvoda, ne može se razdvojiti od planiranja i razvoja procesa proizvodnje. Sam posao na razvoju proizvodnje ispunjava sve karakteristike kompleksnog projekta, te se i ovom poslu treba pristupiti iz ugla projektnog planiranja. Samim time, razvoj i priprema proizvodnje predstavlja projekat, koji se karakteriše svojim početnim i krajnjim događajem ali i dužinom trajanja aktivnosti između njih, kojem se treba pristupiti sa tačno definisanim ciljem i metodama rešavanja svake pojedine faze. Takođe, osim ograničenja u vremenu, planiranje proizvodnje je projekat koji sadrži ograničenje u resursima, te mu kao takvom treba i pristupiti. Tokovi rada na pojedinim fazama su definisani prema unapred određenim datumima koji označavaju završetak jedne faze i početak naredne. Specifični ciljevi dizajna proizvodnih procesa su definisani u okviru svake faze i preduzimaju se mere određivanja da li su oni postignuti do predviđenog roka. Rad na sledećoj fazi projekta se ne može započeti ukoliko se nisu ispunili svi dizajnom predviđeni kriterijumi kvaliteta. Takođe, planiranje projekta razvoja proizvodnje treba da sadrži i analizu rizika, kao i plan odgovora na određene potencijalne rizike.

Planiranje procesa proizvodnje počinje sa inženjerskim crtežima, specifikacijama, sastavnicama i predviđanjem zahteva kvaliteta finalnih proizvoda, o čemu je više reći bilo u prethodnom poglavlju. Ishod planiranja procesa najčešće je u vidu:

**Trasiranja**, koje precizira radne sekvece operacije, radne lokacije, predviđenu obradu i pribor.

**Plana procesa** koji tipično obezbeđuje više detalja, radne instrukcije korak po korak koje uključuju dimenzije vezane za individualne operacije, parametre mašinske obrade, instrukcije podešavanja, i tačke za proveru obezbeđenja kvaliteta.

**Proizvodne (radioničke) crteže**, koji za razliku od inženjerskih (projektnih) crteža bliže definišu deo koji treba izraditi ili obrađivati.

Dinamičnost u razvoju novih proizvoda i inoviranju postojećih je osnova svih promena u PPS-u. O ovoj oblasti je bilo više reči u prethodnim poglavljima. Ipak, mora se reći da se pojedine faze projekata razvoja i proučavanja proizvoda kompanija, preklapaju sa fazama razvoja i planiranja proizvodnje. U prvom redu iz ugla razvoja proizvodnih procesa, kako je to dato na slici 26 i slici 27. U pojednostavljenom obliku, da bi se ostvario projekt sa pozitivnim ekonomskim efektom, faze projekta razvoja proizvodnje mogu se okarakterisati na sledeći način:

1. Definisati potrebe tržišta za proizvodom (što je faza koja se sprovodi u toku proučavanja i razvoja proizvoda);
2. Definisati konceptualni dizajn i potencijalna rešenja proizvoda (što je takođe faza koja se sprovodi u toku proučavanja i razvoja proizvoda);
3. Definisati optimalno rešenje u odnosu na definisane potrebe u materijalu, troškove i vremenske rokove;
4. Razvoj i pokretanje rešenja – izrada prototipa ili uhodavanje procesa;
5. Predlog dizajna proizvodnje – definisanje tehnologije proizvodnog procesa.

Tokom svake faze projekta mogu se koristiti različite metodologije dizajna. Na primer **Raspoređivanje funkcije kvaliteta** - Quality Function Deployment (**QFD**) se može primeniti tokom prve faze da bi se definisali svi zahtevi kupaca i inkorporirali u dizajn proizvoda, o čemu je već bilo reči u prethodnom poglavlju. Osnovni cilj ove metode je razvoj alata za ugradnju zadovoljstva kupca u proizvod pre same njegove izrade. Pre razvoja ove metode, (Shigeru Mizuno i Yoji Akao 1960), metode obezbeđivanja kvaliteta proizvoda su se primenjivale tokom ili nakon same proizvodnje. Tokom početnog stadijuma razvoja proizvoda, da bi se pojednostavila tranzicija od dizajna do proizvodnje poželjno je koristiti metodologiju **dizajna za proizvodnju- DFM** (Design For Manufacture). DFM predstavlja pristup dizajnu proizvoda u kome je proces proizvodnje proizvoda prioritet dizajnera. Najbolja varijanta je koristiti obe tehnike QFD i DFM u međusobnoj sprezi.

Cilj je omogućiti proizvodnju sa najnižim troškovima. Na taj način dizajn proizvoda i plana proizvodnje se poverava multifunkcionalnim timovima za QFD, sa značajnim faktorom da dizajn proizvoda moraju odobriti inženjeri iz proizvodnje, zasnovano na parametrima proizvodnje dizajniranog proizvoda, što i podrazumeva concept DFM. Drugim rečima QFD metoda, sakuplja želje krajnjih korisnika i kupaca, dok DFM omogućuje

selekciju tih želja prema onome što je realno moguće proizvesti u datim uslovima PPS-a, ili uz investiciju u novu tehnologiju koja je ekonomski opravdana.

Često je poželjno koristiti nekoliko metodologija dizajna istovremeno i na taj način primeniti filozofiju Konkurenog Projektovanja o kojoj je ranije bilo reči. Na taj način (I) Dizajn za proizvodnju (DFM), (II) dizajn funkcionalnosti, rukovanja materijalom, optimalnih rešenja u toku proizvodnje i (III) Izbor odgovarajućeg procesa proizvodnje, koji uključuje osnovne troškove proizvodnje, koeficijente iskorišćenja materijala itd., mogu se paralelno (konkurentno) primenjivati rezultujući u smanjenu vremena razvoja proizvodnje. Sveukupno, na taj način, kvalitet proizvoda, pouzdanost, funkcionalnost i zadovoljstvo kupaca se povećavaju dok je proizvodni sistem optimiziran za proizvodnju finalne vrednosti efikasno i sa najnižim troškovima.

Naravno, i ovde treba imati u vidu da razvoj proizvodnje, iako je konceptualno sličan po fazama kod bilo kojeg proizvodnog procesa, ipak ima svoje specifičnosti u zavisnosti od tipa proizvodne kompanije i tipa proizvoda. Tako na primer, proizvodi prerađivačke ili procesne industrije poseduju izvesne specifičnosti koje se reflektuju na razvoj i pripremu proizvodnje.

Kod proizvoda prerađivačke industrije zastupljena je diskontinualna tehnologija, gde ista mašina može izvršavati određenu operaciju na više različitih delova koji su sastavni delovi raznih proizvoda.

Procesi u procesnoj industriji su najčešće zasnovani na kontiniranoj tehnologiji izrade. Uobičajno je da se za proizvod koristi oprema (delimično ili potpuno) koja odgovara tom proizvodu, čime je kontinuitet od prve do zadnje operacije obezbeđen što je izrazita prednost u poređenju sa prerađivačkom-diskontinualnom proizvodnjom. Ali time je važnija ispravnost svakog uređaja u nizu. Ukupan efekat celog postrojenja ugrožava svaka «karika» u lancu povezanih uređaja. Brzina samog procesa proizvodnje – tzv. „tact time“ je definisana brzinom najsporiije faze u tehnološkom procesu.

Takođe, u poređenju sa prerađivačkim uslovima, gde ispitivanje prototipa predstavlja funkcionalnu verifikaciju novog proizvoda, u procesnoj proizvodnji to je nešto složenije, jer pored laboratorijskog dobijanja novog proizvoda proces se veoma često zaokružava pilot-postrojenjem. Razlog za to je u činjenici da se u procesnoj industriji zapravo najčešće dobijaju velike količine finalnih proizvoda (velika serija ili masovna proizvodnja), kod se kod prerađivačke proizvodnje može dobiti manja serija ili čak

pojedinačni proizvod. Samim time se, u uslovima prerađivačke-diskontinualne proizvodnje, priprema proizvodnje može smatrati okončanom sa izradom nultog komada (prototipa) i/ili nultom serijom. Obzirom na postojanje posebnog postrojenja, u uslovima procesne kontinualne proizvodnje, priprema se u ovom slučaju može smatrati okončanom, sa uhodavanjem funkcionisanja postrojenja, odnosno dobijanjem očekivanog, projektovanog kvaliteta i kapaciteta novog proizvoda. Prema tome, proces razvoja i pripreme proizvodnje novog ili inoviranog proizvoda, kod procesne industrije se može smatrati okončanim u trenutku kada su proverene tehničko-tehnološke mogućnosti za normalnu proizvodnju.

Kod razvoja proizvodnje se razlikuje faza definisanja najadekvatnijeg procesa proizvodnje, zasnovanog na utvrđenom programu proizvodnje, i faza operativne – neposredne pripreme proizvodnje. Operativna-neposredna priprema proizvodnje je zapravo granica između planiranja proizvodnje i samog početka proizvodnog procesa. Značajan skup aktivnosti koje se nazivaju operativnom ili neposrednom pripremom proizvodnje podrazumevaju usklađivanje sa rokovima isporuke, kapacitetima i ostalim resursima kompanije.

Prema tome, **operativna** odnosno **neposredna priprema proizvodnje** pokriva sledeće aktivnosti:

- operativno planiranje proizvodnje, koje se bavi definisanjem proizvodnih aktivnosti u prostoru (pogoni, radionice, radna mesta);
- terminiranje proizvodnje, koje se bavi usaglašavanjem međusobnog redosleda proizvodnih aktivnosti i njihovim vremenskim trajanjem;
- obezbeđenje svih potrebnih resursa u odgovarajućim količinama (proizvodna oprema, repro-materijal, alat i pribor, energenati, pomoćni materijali i drugo) u vremenu (prema terminima iz planova) i prostoru (po radnim mestima);
- distribucija nosilaca informacija sa detaljnim opisima za radne zadatke po radnim mestima (operacione i instrukcione liste).

Cilj operativne pripreme je u obezbeđenju svega što je neophodno, za normalno odvijanje proizvodnog procesa, u pravo vreme i na pravom mestu radi izvršenja dodeljenog zadatka, a što su osnovne karakteristike savremenog menadžmenta proizvodnje, u prvom redu ukoliko se poslovanje kompanije zasniva na Just-in-time (JIT) konceptu, o čemu će više reči biti kasnije, sa nešto širim definicijama.

## **6.1. Aktivnosi planiranja proizvodnog procesa**

Kako bi PPS mogao da adekvatno izvrši proizvodnju planiranog proizvodnog programa, neophodno je i da proizvodni proces bude u skladu sa tehničko-tehnološkim karakteristikama planiranih proizvoda. U nekim slučajevima, postojeći tehnološki proces kompanije je dovoljan da se proizvedu i novi proizvodi definisani planom proizvodnje. Međutim, u većini slučajeva je, za nove proizvode u planu proizvodnje, neophodno izvršiti modifikaciju proizvodnog procesa ili uvođenje potpuno novog. Tu dolazi do aktivnosti planiranja proizvodnog procesa. Kako je već ranije napomenuto, planiranje proizvodnog procesa je nemoguće vršiti nezavisno od planiranja proizvodnje (slike 26 i 27).

U ovom poglavlju će više reči biti o aktivnostima koje je neophodno uraditi kako bi proizvodni proces mogao neometano da se odvija i kako bi na svom ishodu dao proizvode koji su unapred definisani svojim tipom, količinom, kvalitetom, troškovima i u skladu sa vremenskim rokovima.

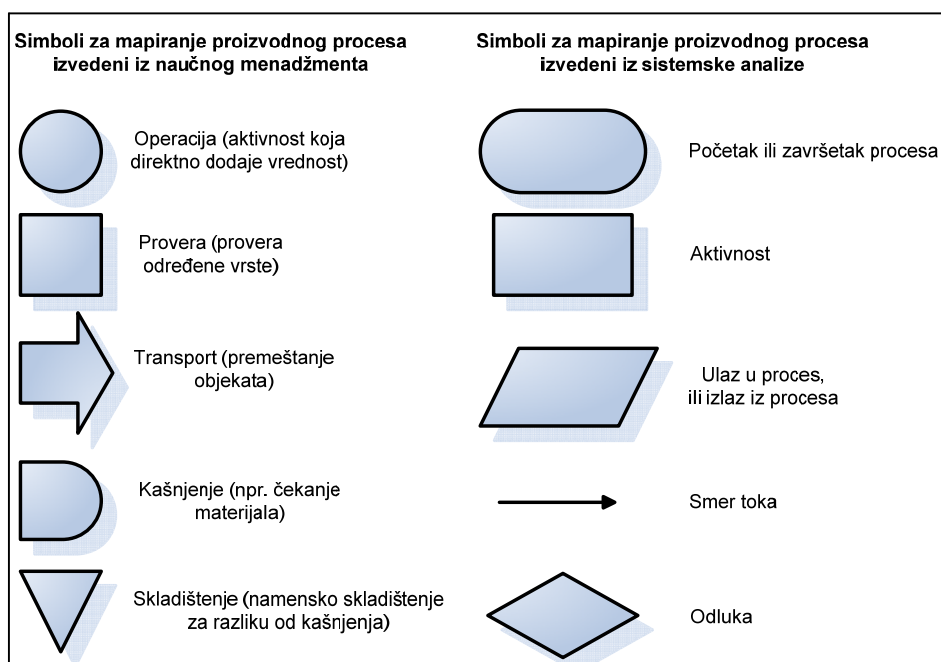
Naravno, prva odluka koju treba doneti se sastoji u izboru tipa proizvodnje, prema kvalitativnom i kvantitativnom aspektu, o čemu je više reči bilo u prethodnim poglavljima. Ta odluka u velikoj meri zavisi od vrste proizvoda, kao i unapred definisane veličine proizvodne serije, o čemu je takođe više reči bilo u prethodnim poglavljima.

Nakon što je tip proizvodnje definisan, sledeći koraci se sastoje u fazama detaljnog dizajna procesa:

- identifikacija aktivnosti procesa – mapiranje procesa,
- identifikacija potrebnih veza među aktivnostima – terminiranje i vremensko raspoređivanje,
- identifikacija odgovornosti za aktivnosti – dizajn radnih mesta.

Identifikacija različitih aktivnosti koje je potrebno obaviti tokom proizvodnog procesa se zasniva na potpunom poznavanju svih elemenata konačnog proizvoda koje je potrebno proizvesti ili nabaviti kupovinom od drugog proizvođača i ugraditi u finalni proizvod. Potrebno je potpuno poznavati koju vrestu materijala treba obrađivati, primenom koje opreme i alata, kakve trebaju da su kvalifikacije i veštine operatera na pojedinim radnim zadacima, kakve su međusobne veze pojedinih faza proizvodnje i sklapanja finalnog proizvoda i koliki su vremenski normativi za izradu/ugradnju svakog od elemenata finalnih proizvoda. Potom, da bi se planiranje moglo odvijati na precizan i jasan način, podložan iterativnim modifikacijama, neophodno je izvršiti

šematski prikaz tokova materijala u procesu. Ova operacija se često naziva mapiranje proizvodnog procesa. Simboli koji se najčešće koriste u mapiranju, su dati na slici 42.



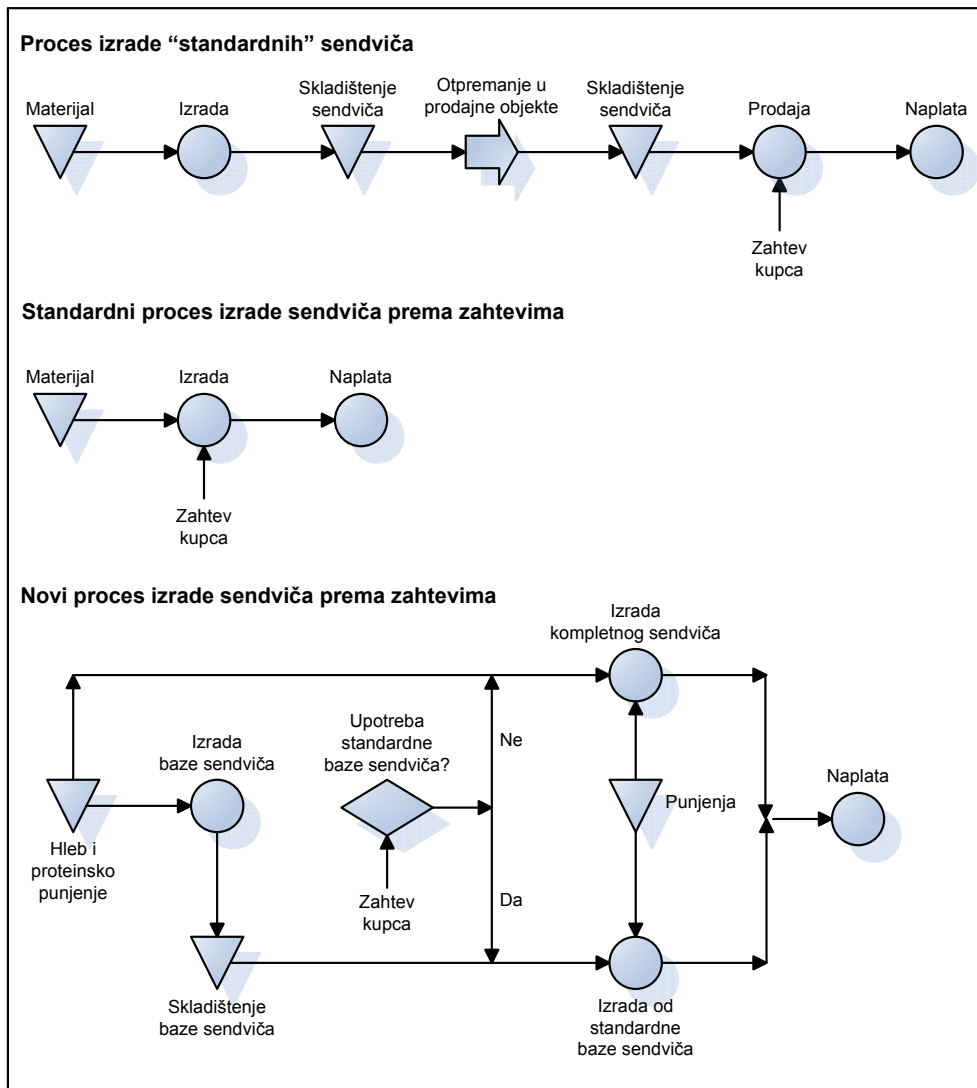
Slika 42. Šematski prikaz simbola koji su u upotrebi za mapiranje proizvodnog procesa

Kao primer primene navedenih simbola u mapiranju procesa proizvodnje biće predstavljen jednostavni primer PPS-a koji se bavi proizvodnjom brze hrane a potom vrši promet svojih proizvoda putem maloprodajnih objekata, slika 43.

Ukoliko se uzme da nevedeni poslovno proizvodni sistem ima svoje prodajne objekte na više veoma prometnih lokacija i njegova osnovna delatnost je prodaja sendviča. Većina tih maloprodajnih objekata prodaje “standardne” sendviče koji se prave u centralnom pogonu PPS-a i transportuju do maloprodajnih objekata, svakog dana.

Međutim, menadžer jednog od tih maloprodajnih objekata odlučio je da posluje na drugačiji način. U njegovom objektu, kupci mogu da preciziraju tip hleba koji će se koristiti za sendvič, kao i kombinaciju različitih punjenja sendviča.

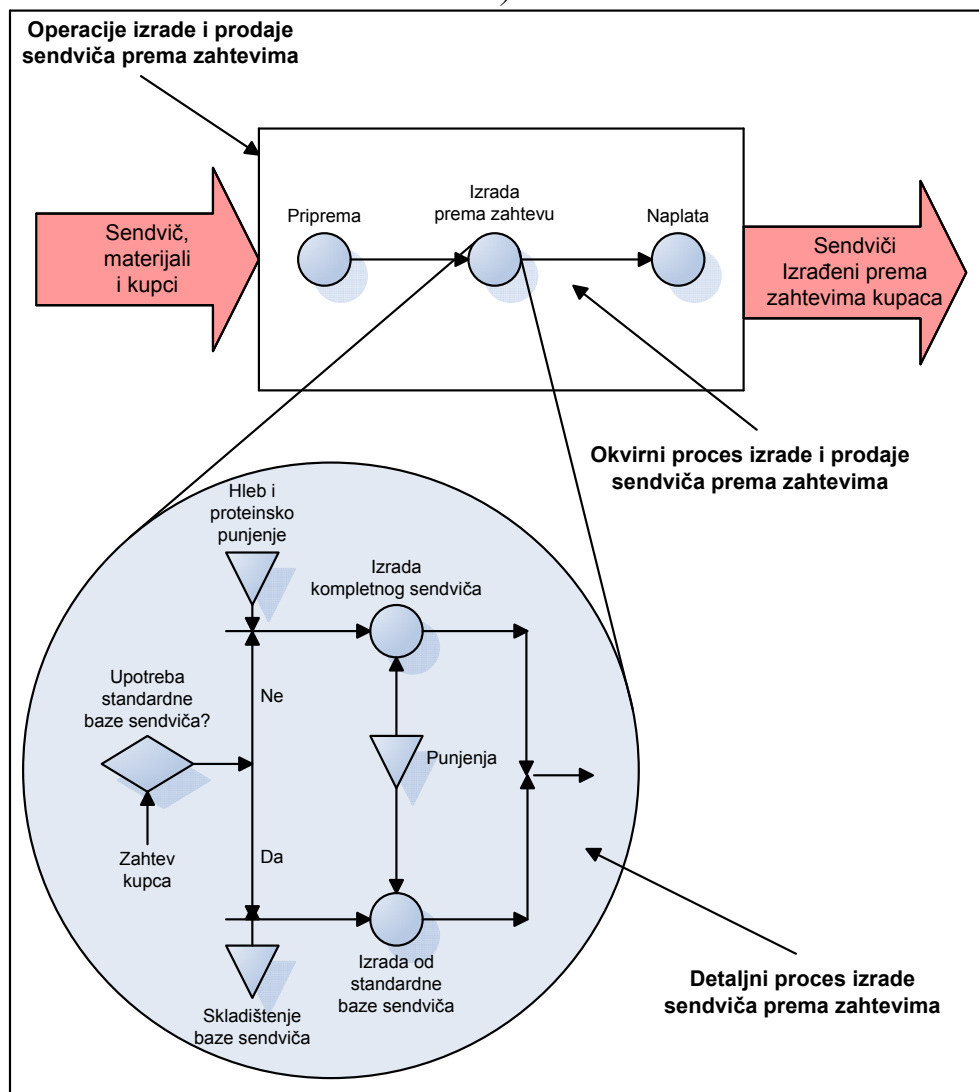
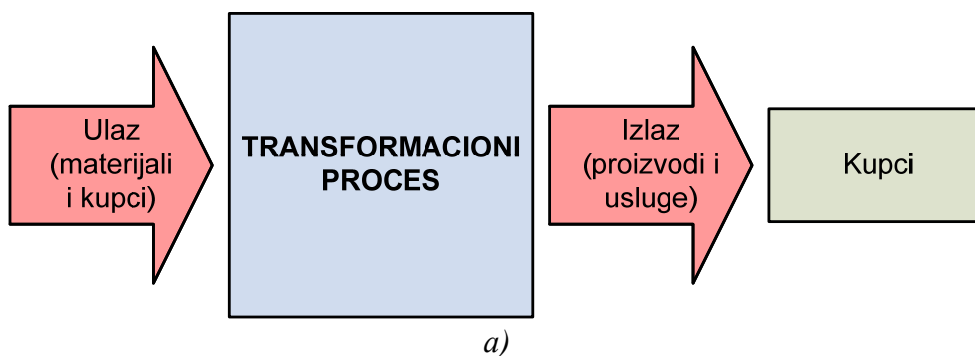
Naime, nakon analize prodaje, on je zaključio da 95% svih kupaca naručuju sendviče sa samo dve vreste hleba (meki beli hleb i italijansko pecivo), kao i tri tipa proteinskog punjenja (sir, šunka ili piletina). Na taj način, on u svakom momentu ima spremne sastojke za šest osnovnih baza sendviča (2 tipa hleba X 3 proteinska punjenja), od kojih se potom sastavljaju sendviči prema narudžbini kupaca.



Slika 43. Analiza poslovnog procesa realnog PPS-a primenom mape toka procesa

Takođe, ostavlja se mogućnost i da se za preostalih 5% kupaca formiraju potpuno drugačiji sendviči prema specifičnim zahtevima. Ovakav vid poslovanja ovog maloprodajnog objekta doveo je do toga da upravo taj objekat ima najveći promet i najmanji procenat neprodanih sendviča tokom dana. Ta činjenica je dovela do toga da čitav lanac ovog PPS usvoji identičnu poslovnu politiku. Analiza samog proizvodnog procesa, primenom mapiranja toka procesa, predstavljena je na slici 43. Ukoliko bi se navedeni process predstavio kao osnovni transformacioni process, o kojem je u prethodnom tekstu bilo reči, prikaz je dat na slici 44 a. Detaljni prikaz procesa, uz uključene aktivnosti procesa proizvodnje, su date na slici 44 b.



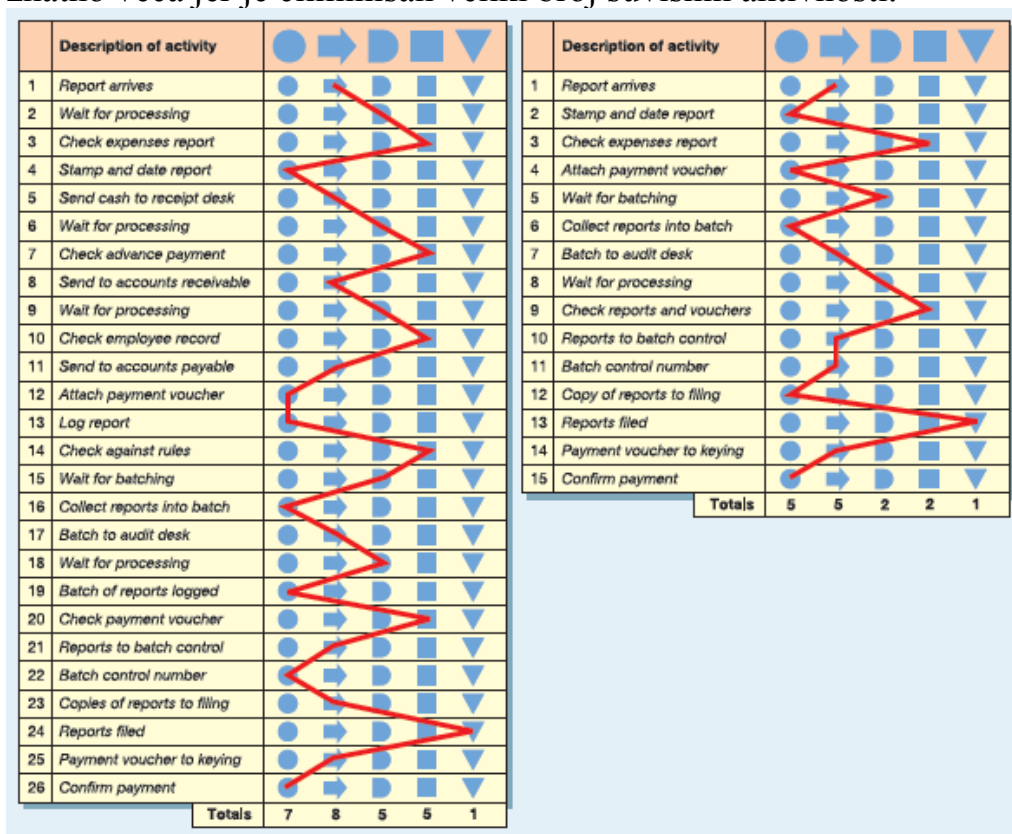


Slika 44. Primena mape toka procesa u analizi i prikazu aktivnosti procesa proizvodnje: a) model po principu "crna kutija", b) model po principu "bela" kutija

Naravno, kako je iz prethodnog primera predstavljeno, mapiranje toka procesa može se primeniti kako kod dizajna novih procesa proizvodnje, tako i kao koristan alat za analizu i optimizaciju već postojećih procesa proizvodnje. U slučaju optimizacije, mapiranje se sastoji iz tri faze:

- Posmatranje trenutne situacije procesa uz formiranje mape trenutnog stanja,
- Formiranje novog – željenog stanja procesa (optimizirana mapa – mapa budućeg stanja),
- Definisane aktivnosti za transformaciju procesa iz trenutnog u novo – željeno stanje.

U tom procesu se često mogu detektovati neke nepotrebne ili suvišne aktivnosti. Samim time, mapa budućeg stanja se u najvećem broju slučajeva sastoji iz znatno manjeg broja aktivnosti u optimiziranom proizvodnom procesu. Kao primer ove tvrdnje može se pogledati slika 45, gde je predstavljen proces optimizacije segmenta procesa proizvodnje u kompaniji Intel. Očigledno je da je efikasnost procesa nakon optimizacije znatno veća jer je eliminisan veliki broj suvišnih aktivnosti.



Slika 45. Optimizacija procesa u kompaniji Intel

## 6.2. Normiranje potrebne količine materijala

U prethodnom tekstu je već navedene značajnost kvantifikacije proizvodnje, u smislu definisanja količine finalnih proizvoda na dugoročnom nivou, kao i operativno planiranje veličine proizvodne serije. Takođe, rečeno je da se svaki proizvod sastoji od većeg ili velikog broja različitih komponenata. Svaka od tih

komponentata se karakteriše određenom vrstom materijala od koje je treba proizvesti. Samim time, u industrijskoj proizvodnji za dobijanje finalnog, gotovog, proizvoda troše se određene vrste direktnog materijala u odgovarajućim količinama. Ovo je određeno projektantskim, odnosno konstruktivnim, te tehnološkim rešenjima. Bez obzira na nivo automatizovanosti pripreme i same proizvodnje, nezamisliv je industrijski proizvod u koji nije ugrađena izvesna količina direktnog materijala. Otuda sa postojanjem industrijske proizvodnje trajaće interes za postupke izračunavanja potrebnih količina ugrađenog direktnog materijala bilo kao sirovine, delova ili sklopova sastavljenih od više ili manje delova, odnosno podsklopova.

Trajni interes za optimizaciju trošenja direktnog materijala u industrijskoj proizvodnji postoji iz sledećih osnovnih razloga:

1. Progresivni rast količina industrijskih proizvoda uzrokuje intenzivirano smanjivanje prirodnih zaliha rudnih, energetskih i drugih nalazišta. Predviđanja nagoveštavaju iscrpljivanje rezervi nekih ruda za nekoliko decenija, što takođe važi i za osnovne energente fosilnog porekla. Zamena sa novim sintetičkim materijalima delimično odlaže suočavanje sa nedostatkom sirovina, ali ne omogućava razrešenje problema materijalnih resursa u celini. Takođe, treba imati u vidu napred iznetu činjenicu da se PPS javljaju kao subjekat na tržištu koji, pored toga što ima konkurenciju sa strane distribucije finalnih proizvoda, ima i konkurenciju u smislu nabavke neophodnih repromaterijala. Na taj način, značajno je vršiti plansko normiranje neophodnih materijalnih resursa procesa proizvodnje u cilju očuvanja raspoloživih resursa i zaštite životne sredine.

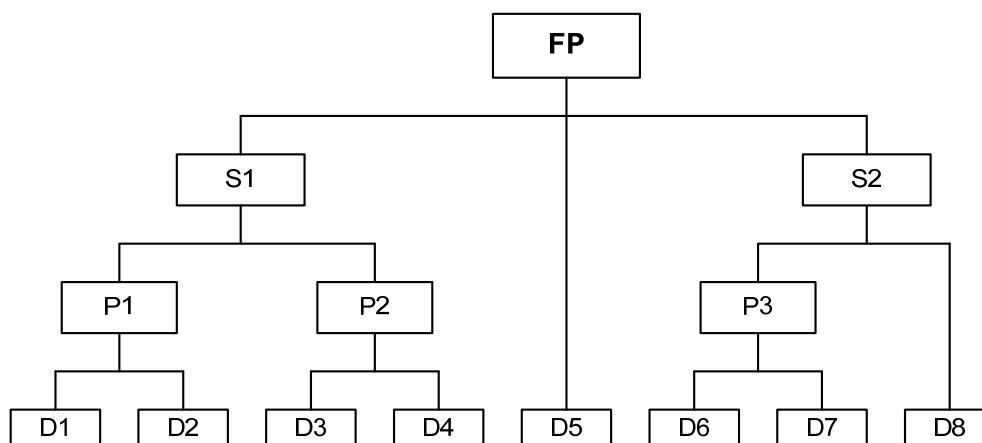
2. Relativno visok procenat učešća vrednosti utrošenog direktnog materijala u ceni koštanja jedinice industrijskog proizvoda neposredno uslovljava visok nivo jedinične cene koštanja, pa svaka ušteda u direktnom materijalu, dovodi do umanjenja ukupne cene koštanja procesa proizvodnje, te samim time i do manje jedinične cene finalnog proizvoda. To dodatno povećava konkurentnost na tržištu, usled veće fleksibilnosti u formiranju konačne cene proizvoda, po troškovnom principu, što na kraju utiče na uvećanje dobiti.

Prema tome aktivnost određivanja utrošaka direktnog materijala se svodi na jednostvenu potrebu za utvrđivanjem normativne količine pojedinih vrsta direktnog materijala, koji se ugrađuje u jedan komad bilo kog proizvoda, planiranog u portfoliju PPS-a.

Pošto se polazi od potrebe da se utvrdi normativni nivo utroška

direktnog materijala, onda se radi o postupku normiranja. Prema tome, normativ utrošenog materijala je određeno učešće svih vrsta direktnog materijalu u odgovarajućim količinama, da bi se proizvela jedinica određenog proizvoda. Pri tome treba imati u vidu da konačna masa finalnog proizvoda najčešće nije jednaka masi utrošenog repromaterijala, odnosno činjenicu, da se od 1kg repromaterijala najčešće ne dobija 1kg konačnog proizvoda. Sam odnos masa konačnog proizvoda : masa repromaterijala, naziva se stepen konverzije.

Priroda proizvodnje složenih proizvoda, posebno sa stanovišta tehnologije, u prerađivačkim granama industrije sa diskontinuiranim tehnološkim procesom, zahteva dekomponovanje finalnog proizvoda na svoje sastavne komponente, do najnižeg nivoa fizičkog rastavljanja na delove, kao što je dato na slici 46. Inače u suštini ovo dekomponovanje se zasniva na već opisanom konceptu „Bill of Materials“, koji je opisan u prethodnom tekstu i na slici 31.



Slika 46. Dekomponovanje složenog proizvoda na komponente D-delovi, P-podsklopovi, S-sklopovi i FP-finalni proizvod

Naravno, za svaki pojedinačni deo finalnog proizvoda – prema veličini proizvodne serije (broj komada finalnih proizvoda), potrebno je obezbediti neophodnu količinu repromaterijala, uzevši u obzir stepen konverzije, kako bi proces proizvodnje mogao neometano da se odvija. O samom procesu planiranja materijala i nabavke određenih količina, kao i nivoima neophodnih zaliha materijala, biće više reči u okviru narednih poglavlja koja se bave neposrednom pripremom uslova za proizvodnju.

### 6.3. Projektovanje i konstruisanje

Kako je već rečeno u prethodnim poglavljima, u kojima je opisan

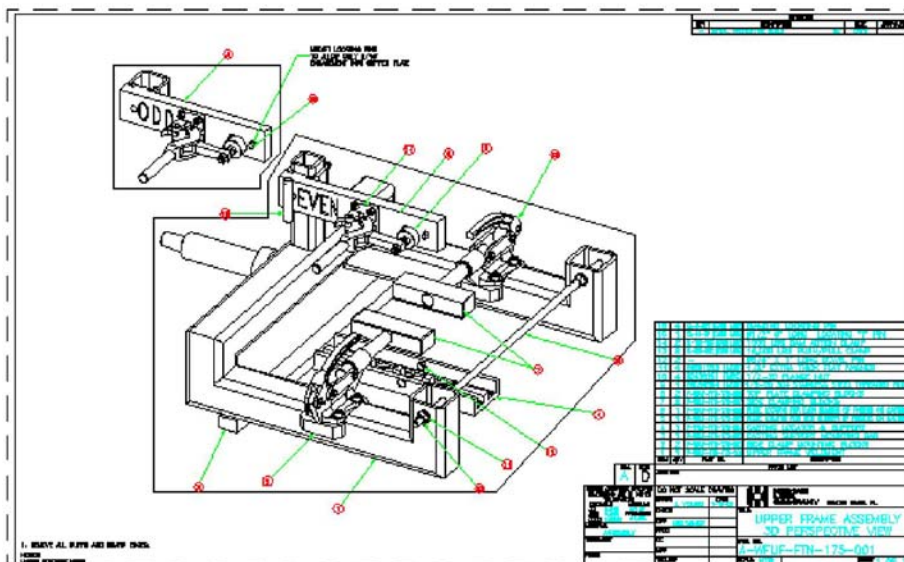
proces planiranja ovih proizvoda, značajnu aktivnost predstavlja i projektovanje i konstruisanje proizvoda. Iako je ova faza karakteristična za razvoj i planiranje proizvoda, svakako je važan segment i operacija planiranja proizvodnje, iz razloga što je neophodno usaglasiti planove proizvoda sa raspoloživim kapacitetima ili planiranom nadogradnjom kapaciteta tehnoloških procesa PPS-a. Drugim rečima, na ovom nivou se od polaznih dizajnerskih crteža, za nove i modifikovane proizvode, formira tehnička dokumentacija koju će u procesu proizvodnje koristiti neposredni operateri u pogovinu. Sama tehnička dokumentacija mora biti usaglašena sa redosledom radnih operacija, kao i sa raspoloživom proizvodnom opremom i alatima. Svakako, ukoliko se radi o osvajanju novih proizvoda, moguće je u skladu sa planom radnih aktivnosti i tehničkim zahtevima, na ovom nivou definisati i potrebe za investicijama u novu proizvodnu opremu ili čitavu novu tehnologiju.

Prema tome, dalji plan razvoja proizvodnje se zasniva na rezultatima istraživanja proizvoda, koji su osnova za delatnost organizacione jedinice za projektovanje i konstruisanje, koja obuhvata sledeće glavne zadatke:

- projektovanje i proračun dimenzija elemenata proizvoda,
- konstruisanje sklopova i delova,
- izrada, umnožavanje i održavanje tehničke dokumentacije,
- sprovođenje izmena u tehničkoj dokumentaciji,
- kontrola tehničke dokumentacije.

Tehnička dokumentacija obuhvata:

- crteže (sklopne i za svaki deo pojedinačno) koji sadrže informacije o obliku, dimenzijama i uzajamnom položaju delova u sklopu. Primer sklopnog crteža uređaja, predstavljenog na slici 34a, dat je na slici 47.



Slika 47. Sklopni crtež uređaja

Bitan element rada na razvoju proizvoda je sastavnica, prikazana u desnom donjem uglu na crtežu 47. Ovaj element sklopnog crteža daje dodatne informacije operaterima koji će raditi na aktivnostima proizvodnje svih elemenata finalnog proizvoda. Sastavnica sadrži popis svih delova koji sačinjavaju proizvod (sklop) sa podacima o:

- materijalu od koga deo treba napraviti (vrsta, dimenzije, količina),
- oznakama na crtežu,
- redosledu sklapanja.

Primer sastavnice dat je na slici 48.

TEHNIČKI FAKULTET BOR		SASTAVNICA				List 1 Listova 1
Tip		Radionica (linija)				
Kom / tipu						
Sastavni delovi						
Osnovni br.	Broj crteža	Naziv dela:	Radion. iz koje dolazi	Komada po sklopu	Napomena	

Slika 48. primer sastavnice

Sastavnica je sa stanovišta organizacije proizvodnje naročito značajan dokument, ona je jedan od osnovnih nosioca informacija. Njen osnovni značaj proizilazi iz činjenice da bez sastavnice nije

moguće sagledati celinu proizvoda u smislu obezbeđenja potrebnih količina pojedinih delova i materijala za njegovu kompletranje.

Pored toga, sastavnica, naročito kod proizvoda sastavljenih od više delova, služi kao podloga za planiranje toka proizvodnog procesa, jer se tu navode mesta na kojima treba izvršavati pojedine radne zadatke u izradi ili sklapanju finalnog proizvoda, od njegovih komponenti.

#### **6.4. Projektovanje tehnoloških procesa i detaljna razrada tehnoloških postupaka**

Na osnovu projektnih crteža dizajnera i sastavnice za proizvod, pristupa se daljim aktivnostima na pripremi proizvodnje delova, sklopova i samog finalnog proizvoda.

Način buduće izrade proizvoda zavisi od tehnologije, odnosno odabranog tehnološkog procesa. *Pod tehnološkim procesom* se podrazumevaju redosled i način izvođenja pojedinih operacija radi dobijanja proizvoda određenih svojstava.

Inače, kada se govori o tehnološkom procesu, svakako se prvo mora definisati i sama tehnologija kao takva. Jedna od definicija tehnologije je da je to: Skup znanja koje se koristi da bi se kreirali alati, razvile veštine, izdvojili ili sakupili materijali. Tu takođe spada i primena nauke (kombinacije naučnih metoda i materijala) kako bi se postigli ciljevi ili rešavali problemi.

S druge strane, Procesna tehnologija predstavlja mašine, opremu i uređaje koji stvaraju i/ili isporučuju robu ili usluge. Procesna tehnologija se može sastojati od različitih vidova mašina, zavisno od grane industrije i oblasti procesa.

Proizvod, odnosno njegovi elementi, mogu se u savremenim uslovima izraditi na više načina te u okviru plana proizvodnje treba izabrati najoptimalniji. Naime, u savremenom poslovanju postoji veliki broj potencijalnih tehnoloških procesa koji se mogu primenjivati za proizvodnju bilo kog finalnog proizvoda.

Između raznih mogućnosti za izradu, višekriterijumskim odlučivanjem bira se najpovoljniji, znači i ekonomski najprihvatljiviji tehnološki proces, odnosno procesna tehnologija, koji podrazumeva:

- najmanje utrošeno vreme rada,
- najmanju količinu normativa materijala,
- najpovoljniji odnos ekonomskih-tehnoloških-ekoloških parametara,
- usaglašenost sa raspoloživim inputima (energenti,

repromaterijali, već postojeća oprema, standardi),  
- mogućnost održavanja u periodu eksploatacije.

Drugim rečima, bira se tehnološki proces koji će biti usaglašen sa postojećom proizvodnom opremom PPS-a, koji će dati optimalni nivo kvaliteta sa najnižim troškovima izrade, a da pri tome ne dovodi do emisije štetnih materija van granica dozvoljenih regulativnim normativima. Takođe, potrebno je da PPS može dugoročno da planira nabavku svih neophodnih normativa repromaterijala i energenata sa povoljnim investicionim ulaganjima. To podrazumeva da PPS može koristiti već ustaljene kanale za nabavku raspoloživih repromaterijala na svom tržištu, po povoljnim uslovima, jer ukoliko bi uvođenje nove tehnologije podrazumevalo i nabavku potpuno nove vrste repromaterijala, koja nije dostupna na lokalnom tržištu, to bi značajno uticalo na konačnu cenu proizvodnje. U tom slučaju, čak i mala investicija u novu tehnologiju, može dovesti do značajnih uvećanja troškova nabavke i transporta repromaterijala, te samim time ukupna investicija u novi tehnološki proces možda neće biti ekonomski isplativa.

Samim time, očigledno je da se pre investiranje u nabavnu nove tehnologije ili optimizaciju postojeće, mora uraditi sveobuhvatna ekonomska analiza (cost – benefit analiza) koja će uključivati sve direktne i indirektne *troškove* ali i *dobiti* od potencijalne nove tehnologije. Na taj način, izborom tehnološkog procesa koji se u cost – benefit analizi izdvoji kao najoptimalniji, snižavaju se ukupni troškovi proizvodnje i doprinosi se povećanju dobiti.

Prema tome, za svaku potencijalnu procesnu tehnologiju, kada se vrši evaluacija postojeće ili izbor nove tehnologije, razmatra se o tome:

- Da li tehnologija odgovara procesnim zadacima kojima je namenjena ?

- Da li tehnologija unapređuje operacione performanse ? ( pri tome se podrazumevaju performanse **Kvaliteta**: izrada proizvoda na adekvatan način; performanse **Brzine**: izrada proizvoda dovoljno brzo; performanse **Pouzdanosti**: isporuka proizvoda prema planu – na vreme; perofrmanse **Fleksibilnosti**: mogućnost promene načina proizvodnje ali i proizvodnog programa; performanse **Troškova**: izrada proizvoda uz minimalne moguće troškove proizvodnje),

- Da li tehnologija daje adekvatni finansijski povraćaj (Povraćaj investicije – ROI – „Return of Investment“), pri čemu se u obzir uzima i dinamički povraćaj investicije, kroz diskontni faktor.

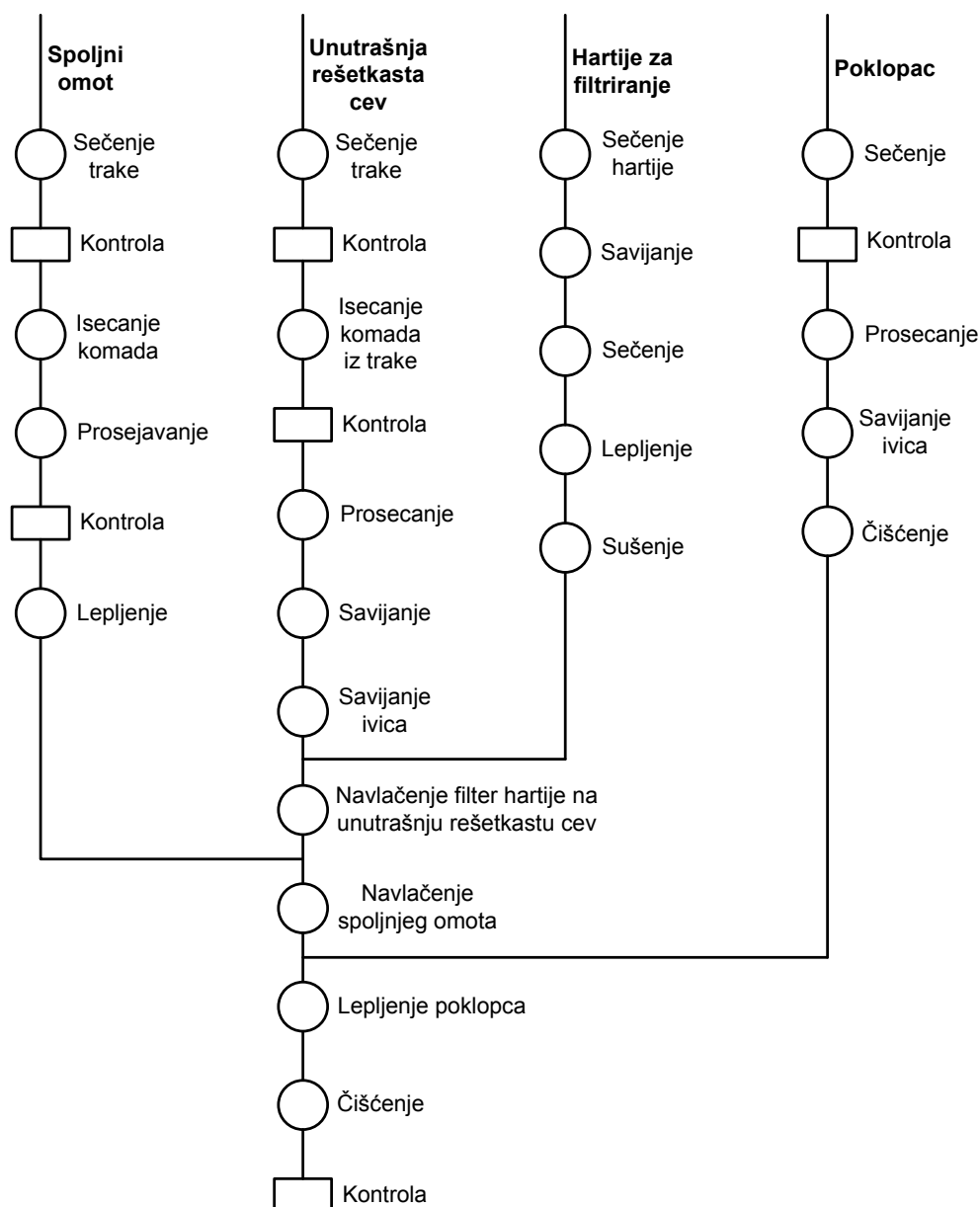


Otuda proističe značaj kvalitetnog obavljanja zadataka u okviru projektovanja tehnoloških procesa i razrade tehnoloških postupaka. Takođe, važna je neophodnost usaglašenosti sa planiranjem proizvoda. Prema tome, detaljna analiza i plan tehnološkog procesa za proizvodnju bilo kog proizvoda, obuhvata:

- razradu tehnološkog procesa izrade za svaki deo proizvoda na osnovu odgovarajućeg tehničkog crteža;
- definisanje opisa izvođenja svake pojedine radne operacije, što uključuje i izbor mašine i alata, kao i uslove njihovog korišćenja;
- analizu procesa sklapanja delova u sklopove, a sklopova u finalne proizvode i definisanje redosleda radnih operacije;
- proračun neophodnog vremena za svaku operaciju;
- definisanje broja operatera za izvođenje svake radne operacije;
- određivanje nivoa stručnosti za podobnog izvršioca (operatera) za svaku operaciju;
- određivanje potrebne količine materijala za izradu svakog dela i
- određivanje načina kontrole kvaliteta procesa.

Pregled tehnološkog procesa, operacija i njihovog redosleda dobija se na osnovu "karte toka procesa". Karta toka procesa zapravo predstavlja rezultat mapiranja tehnološkog procesa, o čemu je već bilo reči u prethodnom tekstu (vidi sliku 43). Takođe, jedan klasičan primer karte toka procesa u industriji, preuzet iz literature, je dat na slici 49.

Svaki krug na slici 49 označava jednu operaciju, a njihov redosled se vidi iz međusobnog položaja krugova koji označavaju operacije. Svaka grana predstavlja jedan deo u sklopu. Na mestu kontakta pojedinih grana, delovi se montiraju u sklop. Grane sklopova i eventualno delova, susstižu se na mestima gde se montira celina proizvoda. Osim preglednosti procesa u celini, koji omogućava karta toka procesa, ona je veoma pogodna i za potrebe planiranja proizvodnje. Ovakve karte predstavljaju i osnovu za dalje terminiranje (određivanje vremena trajanja) procesa proizvodnje i definisanje neophodnog vremena trajanja čitavog proizvodnog ciklusa, o čemu će više reči biti u narednom poglavlju. Pored toga, na karti toka procesa je vidljiva zavisnost delova i sklopova u okviru procesa montaže.



Slika 49. Primer karte toka procesa u mašinskoj industriji

Kao što je uočljivo na slici 49, karte toka procesa koriste osnovne simbole za opis stanja sistema, kao što su: radna operacija, transport, kontrola, zastoj i skladištenje. O ovim simbolima i njihovoj primeni je već bilo reči u tekstu koji je govorio o mapiranju toka proizvodnog procesa.

Prilikom dalje razrade tehnoloških postupaka za pojedine operacije, takođe treba imati u vidu:

- karakteristike raspoloživih mašina u proizvodnim odeljenjima (kapaciteti) i
- opterećenost postojećih mašina na proizvodnim zadacima (stepen iskorišćenja proizvodnih kapaciteta).

Uvid u karakteristike mašina, u savremenim uslovima poslovanja,

zasniva se na korišćenju jedinstvene baze podataka u kojoj se nalaze parametri rada svih mašina u pogonima, dobijenih automatskom akvizicijom ili manualnim unosom. U prošlosti, uvid u karakteristike mašina se ostvarivao preko posebne kartoteke mašinskih karata. Svaka mašinska karta sadržala je sve bitne osobine mašina od kojih zavisi mogućnost njenog korišćenja. Na slici 50 dat je prikaz standardne mašinske karte, preuzet iz literature. Tehnolog, stručno lice koje radi na razradi tehnoloških postupaka ili menadžer proizvodnje je u svom radu koristio podatke iz mašinskih karti u cilju planiranja proizvodnih procesa.

Kako je već rečeno, podaci o karakteristikama i raspoloživosti kapaciteta mašina, u današnje vreme se nalaze u jedinstvenim bazama podataka MRP ili ERP sistema. O ovim sistemima će više reći biti u narednim poglavljima. Međutim, suština je u tome da su podaci koji su se ranije nalazili u papirnim mašinskim kartama sada smešteni u računarske baze podataka, čime je uvid planerima proizvodnje u te podatke olakšan i bolja je mogućnost komunikacije članova projektnih timova.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
<b>MAŠINSKA KARTA ZA STRUG</b>																								Radionička oznaka						
Naziv Proizvođač Isporučilac																	Tip: Fabri. broj: God. izrade: God nabavke:			Inv. broj: Radna mesta: Pripada grupi:										
<b>TEHNIČKI PODACI MAŠINE</b>																	Posebni uređaji:													
opseg rada    visina šiljaka nad suportom            mm; N. suportom            mm																				klasa mesto troškova										
razmak šiljaka            mm																				stepen tačnosti										
glava rad. vretena         zavoj $\phi$ mm; korak; duž.    mm																														
konus spolja																														
konus iznutra																				naročito podesan za:										
dimenzije cilindra            mm;																														
dužina cilindra            mm;																														
povrt. radnog vratila																														
suport																														
automatski suport sa 2 poprečna klizača																				slika mašine i mere osnove:										
presek noža            mm;																														
konjić            mm;																														
konus šiljka																														
posteljica            mm;																														
korak vodećeg vretena            mm;																														
pribor                 stezna ploča $\phi$																														
lineta, nepomično do $\phi$																														
pumpa za hlađenje																														

Slika 50. Primer mašinske karte za strug, preuzet iz literature

U oba slučaja, ručne ili elektronske baze podataka, iz podataka o planiranom i ostvarenom korišćenju pojedinih mašina, dobija se slika stanja opterećenosti postojećih proizvodnih kapaciteta - opreme. To treba, takode, u granicama mogućnosti da bude osnova za izbor mašina pri razradi tehnoloških postupaka. Na taj način se postiže racionalnije, potpunije i ravnomernije korišćenje mašina. Takođe, postiže se veća usaglašenost proizvodnih kapaciteta, odnosno izbegava pojava uskog grla. Svakako, uvidom u stanje opterećenosti proizvodne opreme, donosi se i odluka o budućim investicijama u novu proizvodnu opremu.

Prema tome, u skladu sa dostignutim nivoom automatizacije obrade podataka, projektovanje tehnologije izrade moguće je:

- a) oslanjajući se na arhivske baze podataka,
- b) automatski uz korišćenje programskih paketa MRP, ERP.

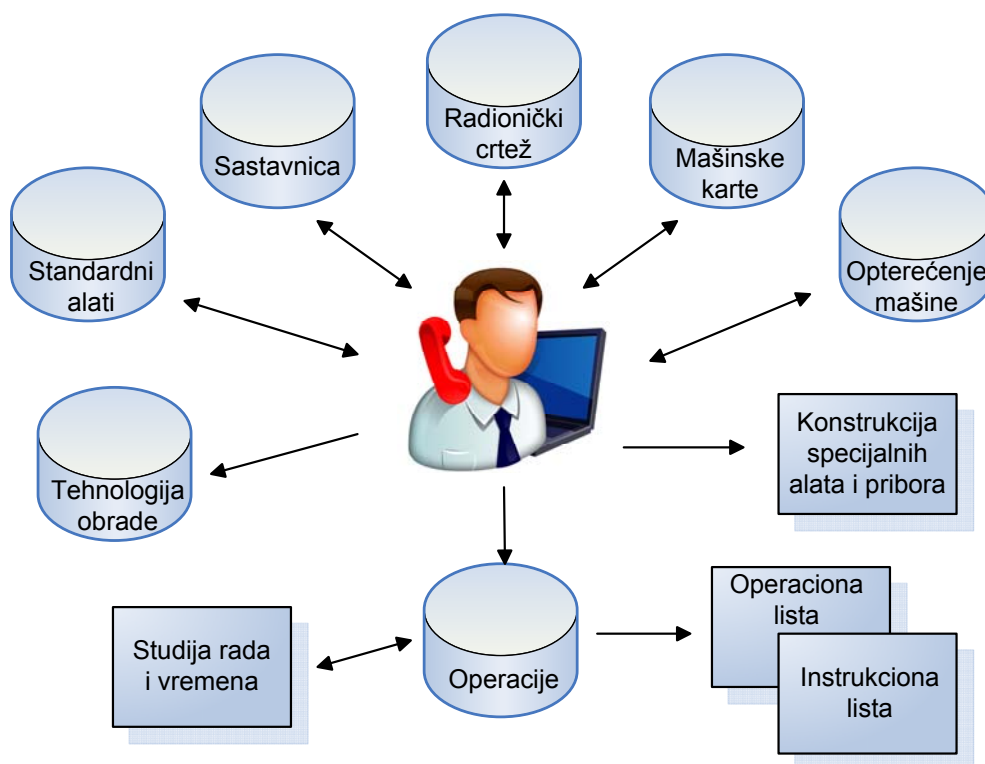
U oba slučaja menadžer proizvodnje u timu sa tehnolozima za razradu tehnoloških postupaka koristi sledeće baze podataka:

- mašinske karate sa podacima o karakteristikama mašina,
- stanje opterećenja, angažovanosti mašina, odnosno iskorišćenje kapaciteta,
- podatke o raspoloživim standardnim alatima,
- svu raspoloživu tehničku dokumentaciju formiranu u fazi planiranja proizvoda i planiranja proizvodnje.

Na slici 51 dat je šematski prikaz odnosa menadžera proizvodnje, ulaznih baza podataka koje mora analizirati u cilju definisanja plana proizvodnje, kao i osnovnih nosilaca informacija kao "izlaza" u njegovom radu, koji će služiti da tačno opišu radne zadatke u svim radnim operacijama tehnološkog procesa izrade proizvoda.

Kao izlaz planiranja procesa proizvodnje, na slici 51, javljaju se tehnologija obrade, plan potrebe za specijalnim alatima, plan radnih operacija.

Sama tehnologija obrade se bazira na karakteristikama finalnog proizvoda, te na neophodnim radnim operacijama koje treba obavljati na predmetu rada u cilju dobijanja proizvoda tih karakteristika. Tu se podrazumeva poznavanje materijala od kojih se izrađuju delovi proizvoda, poznavanje tačno definisanog redosleda radnih operacija, kao i selekcija adekvatne proizvode opreme i radne snage.



Slika 51. Odnos menadžera proizvodnje, ulaznih i izlaznih podataka kod planiranja procesa proizvodnje

Na osnovu toga, u zavisnosti od konačnog proizvoda i njegovih sastavnih delova, bira se i operama (mašine i alati) koje će se koristiti za njihovu izradu. Pri tome, ukoliko potrebne radne operacije može zadovoljiti standardni alat, tu se zapravo posao selekcije alata završava. Ukoliko su potrebe specifične, neophodno je projektovati specijalan alat ili pribor. Onda se daje ideja, tj. osnovni elementi koji treba da posluže konstruktorima za konstruisanje alata. U toku konstruisanja alata tesno saraduju tehnolozi i konstruktori alata da bi konstrukcija alata što potpunije zadovoljila potrebe proizvodnje.

U okviru plana proizvodnog procesa, na osnovu prethodno definisane tehnologije obrade, definišu se i radne operacije koje treba sprovoditi počevši od pogona, ka radionicama pa sve do nivoa pojedinih radnih mesta. Naime, u ovoj fazi je potrebno definisati opseg rada svakog pojedinačnog operatera u toku izrade finalnih proizvoda. U okviru toga, izabrana proizvodna oprema, stručna sadržina i složenost operacije koju treba obaviti, osnova su za određivanje struke, nivoa stručnosti i veština radnika - izvršioca.

Takođe, kao ishod tehnološke razrade i planiranja procesa proizvodnje, kreiraju se sledeći dokumenti, nosioci informacija:

1. *Operaciona lista* koja sadrži redosled predviđenih radnih operacija za izradu bilo kog dela proizvoda. Za svaku operaciju dati su sledeći osnovni podaci:

- naziv i oznaka mašine,
- predviđeni alati i pribori,
- normalno vreme izrade i
- vrsta i normirane količine materijala koju treba obraditi.

Primer operacione liste dat je na slici 52.

TEHNIČKA PRIPREMA				OPERACIONA LISTA														VK			ID br. dela			kvp				
br. op	kvo	br. lis.	NAZIV OPERACIJE	Šifra posla	Id. broj mašine	Vr. obr. (dm/i) <sup>1</sup>	D K V	Š K V	Vr. prip. (ch) <sup>-1</sup>	D V P	Uk. vreme (dmh) <sup>1</sup>	D U V	Sred. serija	Gr. priprav.	Slož. obr.	Id. broj pr. grupe	P	1	3	4	9	10	11	12	13			
[3]	[2]		[14]	[6]	[6]	[5]	[1]	[1]	[4]	[1]	[5]	[1]	[4]	[3]	[3]	[6]	[1]											
14	16	17	18	19	32	33	38	39	44	45	49	50	51	52	55	56	57	61	62	63	66	67	69	70	72	73	78	80

Slika 52. Primer operacione liste preuzet iz literature

Operaciona lista se zapravo odnosi na plan rada i aktivnosti koje treba obaviti na predmetima rada, na nivou veće organizacione jedinice, npr. pogona ili radionice.

2. *Instrukciona lista*, koja sa druge strane obuhvata detaljna uputstva za obavljanje svake radne operacije i izrađuje se kao poseban dokument za svaku operaciju (vidi sliku 53). Može sadržati i detaljan radionički crtež dela pre i posle operacije.

		INSTRUKCIONI LIST							List	
									Listova	
Zahvat	SADRŽAJ RADA	kontrola ozn. uča.	poz. ala.	tga tgr	tpa tpr	A L A T I				
1	2	3	4	5	6	7	8	OZNAKA		

Slika 53. Primer instrukcione liste preuzet iz literature

Za razliku od operacione liste, instrukciona lista se odnosi na pojedinačna radna mesta. Naime, u instrukcionoj listi se nalazi detaljan opis opsega posla svakog pojedinačnog operatera, koji treba da obavi na predmetu rada, kako bi se na kraju mogao da proizvede finalni proizvod željenih karakteristika.

Pri izradi operacionih i instrukcionih listi, treba imati u vidu sledeću važnu činjenicu. Sami operateri, koji će svoje poslove obavljati na pojedinačnim radnim mestima, najčešće nisu učestvovali u planiranju i dizajnu proizvoda. Samim time, oni najčešće i nemaju potpuno saznanje o definisanim karakteristikama konačnog proizvoda koji će proizvesti. Do njih stiže samo materijal i opis radnih zadataka na delu proizvoda koji oni trebaju da urade. Samim time, opisi koji se nalaze u operacionim i instrukcionim listama moraju biti dovoljno jasni i detaljni da nedvosmisleno dovedu do željenog ishoda, što se tiče dimenzija, količina i kvaliteta rezultata njihovog rada.

Takođe, u skladu sa usvojenim postupkom izrade bilo kog dela konačnog proizvoda, njegovim dimenzijama i određenom vrstom materijala, moguće je odrediti normativno potrebnu količinu materijala. Podaci o vrstama i normativnim količinama materijala za izradu, unose se u baze podataka kako bi se planirao materijal i izračunali periodi nabavke – naručivanja . O samom planiranju količina neophodnog materijala, kao i potencijalnim modelima za upravljanje zaliha, biće više reči u narednom poglavlju.

### **6.5. Planiranje procesa uz podršku računara (CAPP)**

Planiranje procesa proizvodnje pomoću računara se u internacionalnoj literaturi naziva Computer Aided Process Planning (CAPP). Pre CAPP-a, planiranje procesa se naravno izvodilo ručno. Ručno planiranje procesa se zasnivalo na iskustvu proizvodnog inženjera i poznavanju proizvodnih postrojenja, opreme, kapaciteta, procesa i alata. Planiranje procesa na ovaj način bilo je veoma zahtevno što se tiče trošenja vremena i rezultati su varirali zavisno o osobi koja ga radi.

Obzirom na kompleksnost projekta razvoja proizvodnje, posebno sa aspekta kompleksnosti savremenih proizvoda, sve brojniji radni sadržaji u okviru razvoja i pripreme proizvodnje imaju odgovarajuće programske pakete, zasnovane na CAD, 3D CAD, CATIA, CAM i drugim platformama. Upoređenje s obzirom na vreme potrebno za tzv. klasičan način ručne izrade planova i tehničke dokumentacije, najvažniji doprinos navedenih softverskih alata kao što je CAD i slični programski paketi je kod izrade tehničkih crteža i modela, što je od posebnog značaja za ubrzavanje i ekonomičnije obavljanje pripreme za proizvodnju. To se upravo odnosi na tehničke proračune dimenzija i normativa, mogućnost 3D modelovanja, simulacije i sve brojnije ekspertne sisteme.

Planiranje proizvodnog procesa prevodi informaciju o dizajnu proizvoda (geometrijski input) u stadijume procesa i instrukcije o efikasnoj proizvodnji. Slično drugim funkcijama razvoja proizvoda i dizajna, planiranje procesa je danas moguće uz pomoć kompjutera u okviru computer-aided process planing (CAPP). CAPP podržano većim brojem alata baziranim na savremenim softverskim platformama i adekvatnim hardverom, znatno je efikasnije u korišćenju resursa za proizvodnju i rezultuje pojednostavljenjem i unapređenjem planiranja procesa.

U početku, CAPP je bilo ograničeno na elektronsko storiranje planova procesa nakon njegovog završetka, modificiranje za novi deo i printanje plana. Pri čemu su se sami planovi proizvodnje i dalje izrađivali ručno.

Ovaj polazni pristup pomoći računara je evaluirao u ono što je potom bilo poznato kao «varijant» CAPP. Variant CAPP je zasnovan na Grupnoj Tehnologiji (GT) kodiranja i klasifikacije za identifikaciju većeg broja osobina ili parametara elemenata proizvoda ili proizvoda. Ovi atributi omogućivali su sistemu da odabere osnovni plan procesa, iz unapred formirane baze procesa proizvodnje, za familiju delova i obavi veliki deo planiranja. Ostali rad završavao je planer modifikacijom i finim podešavanjem plana. Osnovni planovi procesa storirani u kompjuteru su ručno unošeni standardizovani planovi razvijeni upotrebom prethodno akumuliranog iskustva i znanja ali i predefinisane komercijalne baze podataka koje su prodavali proizvođači ovakvih sistema.

Sledeći stadijum u razvoju je generišući CAPP. Generišuće planiranje procesa takođe zasniva pravila odlučivanja o adekvatnim planovima proizvodnje bazirano na grupnoj tehnologiji delova, odnosno takođe koristi tehnologiju kodiranja. Rezultujući plan procesa zahteva minimalnu manualnu interakciju i modifikaciju (na primer unos pojedinih dimenzija na crteže predmeta rada). Čisto generišući sistem koji može proizvesti celokupni plan procesa na osnovu klasifikacije komada i drugih dizajnerskih podataka je ipak cilj za budući razvoj ove oblasti. Ovakav tip čisto generišućeg sistema uključuje potpunu upotrebu veštačke inteligencije za izradu planova procesa i biće potpuno integrisan u CIM okruženje.

Dalji iskorak u stadijumu razvoja planiranja procesa putem računara je u okruženju dinamičko - generišućeg CAPP, koji će uzimati u obzir kapacitete mašina i postrojenja, mogućnosti izrade alata, radne centre i raspored opreme kao i status opreme (npr. zastoje usled održavanja) u razvoju planova procesa. Dinamički,



generišući CAPP zahtevaće tesnu integraciju sa sistemima planiranja proizvodnih resursa, pratiće trenutnu situaciju akvizicijom podataka iz rada postrojenja, u realnom vremenu. CAPP će direktno davati podatke kontrolorima procesa ili, u manje automatizovanom okruženju, davati grafikone o stanju i rasporedu opreme i tokovima materijala u vezi sa tokom razmatranog procesa. Ipak, na trenutnom nivou ICT i računarske tehnike, ovakvi alati planiranja proizvodnje još uvek nisu u potpunoj primeni.

### **6.5.1. Uloga CAPP u CAD/CAM integracijama**

U prethodnom tekstu je već opisam koncept CAD i CAM, kao i CAD/CAM integracija. Međutim, značajno je napraviti spregu i između CAD/CAM i CAPP koncepta. U cilju obezbeđivanja NC instrukcija CAM opremi, moraju biti donete osnovne odluke koje se tiču upotrebe opreme, alata i sekvenci operacija. Ovo je funkcija CAPP-a. Bez osnovnih elemenata CAPP-a ni sama integracija CAD/CAM ne bi bila moguća. Na taj način CAD/CAM sistemi koji generišu kretanje alata i NC programe, uključuju određene elemente CAPP-a, u najmanju ruku u smislu generisanja osnovnih parametara proizvodnog procesa, zasnovano na dizajnu konačnog proizvoda, kao i neophodne proizvodne opreme..

Prednosti CAPP-a su:

- Smanjenje napora na planiranju procesa,
- Direktna ušteda na radnoj snazi,
- Ušteda materijala,
- Smanjenje škarta,
- Ušteda alata,
- Smanjenje rada u procesu planiranja.

Dodatno, postoje i posredni benefiti kao što su:

- Smanjenje vremena planiranja procesa,
- Veća usaglađenost plana procesa sa raspoloživom opremom,
- Pristup aktuelnim podacima u centralnoj bazi podataka,
- Unapređene procedure procene troškova i manje grešaka proračuna,
- Unapređen vremenski raspored proizvodnih operacija i veće iskorišćenje kapaciteta,
- Manja mogućnost pojave uskog grla,
- Unapređena mogućnost uvođenja nove tehnologije

proizvodnje i brzog osavremenjavanja planiranja procesa za primenu naprednije tehnologije,

- Mogućnost uklapanje sa internacionalnim standardima.

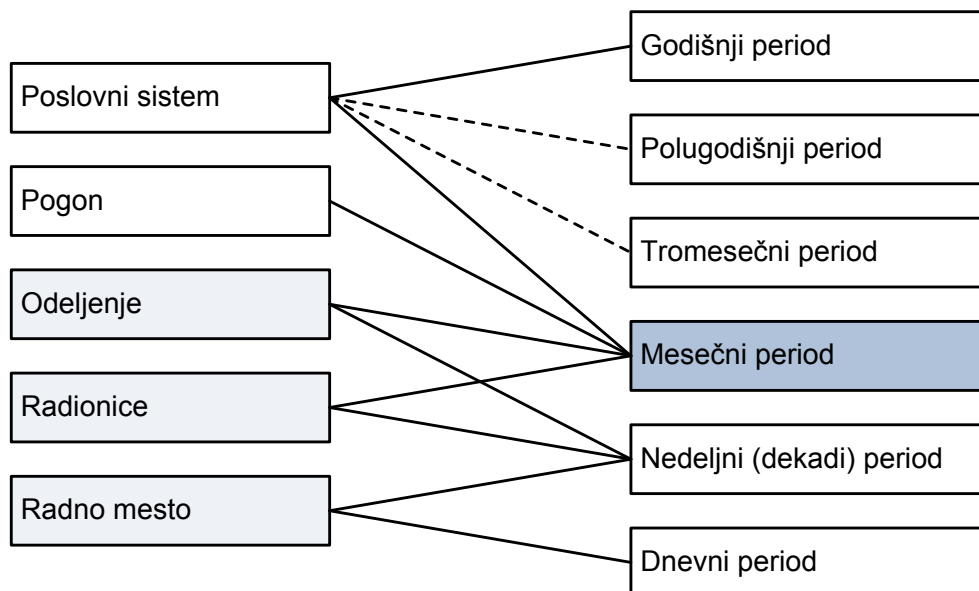
## POGLAVLJE 7.0. ORGANIZACIJA NEPOSREDNE PRIPREME PROCESA PROIZVODNJE

*„Vrednost je ono za šta je kupac spreman da plati a gubitak je svaka aktivnost koja ne dodaje novu vrednost proizvodu“*

Navedeni citat je preuzet iz opisa LEAN koncepta resursno štedljive proizvodnje. O samom LEAN konceptu će biti znatno više reči u narednim poglavljima ove knjige. Ipak, obzirom da će predmet ovog poglavlja biti organizacija neposredne pripreme proizvodnog procesa, svakako je značajno da su u tim aktivnostima ima na umu šta zapravo predstavlja ishod svakog proizvodnog procesa. Dakle, iz ugla organizatora proizvodnje, na kraju procesa proizvodnje se ne javljaju samo proizvodi i usluge. Tačnije je da se na kraju svakog procesa javlja **nova vrednost**. Ukoliko se uzme u obzir činjenica da je za svaki novi ciklus proizvodnje neophodno obezbediti određena novčana sredstva, sopstvena ili iz nekog eksternog izvora finansiranja - dakle vrednost, logično je da se ta vrednost proizvodnim procesom samo mora uvećavati a ne nikako smanjivati. Činjenica je da samu tu vrednost definišu krajnji korisnici, kroz količinu novca koju trebaju da izdvoje za kupovinu samog proizvoda. Takođe, u procesu stvaranja i uvećanja vrednosti proizvoda, obavljaju se različite radne operacije prema planu proizvodnje. Nije moguće da će svaka operacija samo dodavati vrednost. Npr., operacija transporta ne dodaje novu vrednost proizvodu, međutim, nije moguće poslovati bez operacija unutrašnjeg i spoljašnjeg transporta. S druge strane, određene operacije, kao što su obrada na radnim mašinama, pakovanje, ambalažiranje, dizajn, ... donose novu vrednost proizvodu, ali ponekad mogu imati i neopravdane troškove, odnosno gubitke. Na taj način, u okviru neposredne pripreme proizvodnih procesa neophodno je smanjiti broj i optimizirati operacije koje ne uvećavaju vrednost proizvodu ali i izvršiti eliminaciju potencijalnih gubitaka kod operacija koje donose i uvećavaju vrednost. Svakako, detaljniji opis samog LEAN koncepta će biti obrađen u daljem tekstu ove knjige. U ovom poglavlju, cilj će biti da se analiziraju modeli i procesi koji se primenjuju za organizaciju neposredne pripreme proizvodnog procesa a koji su u direktnoj vezi sa krajnom vrednošću proizvoda.

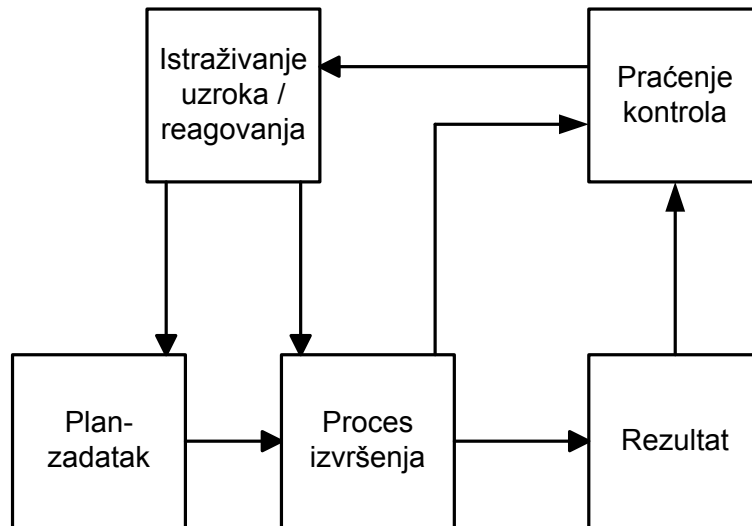
S druge strane, ukoliko se uzme u obzir da planiranje u organizaciji počinje na dugoročnom nivou, koje ima dugoročnog uticaja na funkcije čitavog poslovnog sistema, te se potom spušta

na srednjoročni nivo, koji utiče na nivo pogona i odeljenja, da bi se na kraju spustilo na operativni nivo, do vremenskog ciklusa trajanja jednog proizvodnog procesa, tada se mora reći da se neposredna priprema proizvodnog procesa obavlja u okviru operativnog planiranja, a zasniva se na dugoročnim planovima proizvodnog procesa. Na slici 54 je dat šematski prikaz prostronog i vremenskog aspekta strukture proizvodnog procesa.



Slika 54. Veze prostronog i vremenskog aspekta strukture proizvodnog procesa

Ukoliko se problem planiranja, a posebnog neposrednog operacionog planiranja, procesa proizvodnje posmatra iz ugla opšte teorije sistema, svakako je interesantno posmatrati tzv. kibernetički model organizacije. Kibernetički prikaz je dat na slici 55. Plan proizvodnje je osnovni matrični okvir na osnovu kojeg se odvija sama proizvodnja, kroz izvršenje radnih zadataka u proizvodnom procesu. Potom, na izlazu se javljaju rezultati procesa proizvodnje (paket proizvod – usluga, odnosno vrednost). Kako bi rezultati bili u skladu sa unapred definisanim kvalitetom, vrši se praćenje i kontrola kako samih proizvoda, tako i procesa proizvodnje. Na kraju, ukoliko se jave odstupanja od definisanih novoa kvaliteta, neophodno je izvršiti istraživanje uzroka odstupanja, te potom reakciju. Reakcija se može sastojati iz otklanjanja uzroka odstupanja kvaliteta u toku samog procesa ili iz zaustavljanja procesa u cilju otklanjanja svih uzroka lošeg kvaliteta.



Slika 55. Kibernetски model organizacije

## 7.1. Operativno planiranje i terminiranje

Na osnovu godišnjeg plana i programa proizvodnje, pristupa se razradi operativnih planova u vremenu i prostoru usklađeno sa postojećim proizvodnim uslovima. Pri tome, u literaturi se operativni plan uglavnom vezuje za planiranje neposrednih radnih aktivnosti vezano za mesto – lokaciju odvijanja, dok se termin plan vezuje za redosled i vreme trajanja pojedinih radnih operacija kao i čitavog ciklusa proizvodnje. U suštini, nemoguće je razdvojiti operativni plan od termin plana, te će se na dalje u okviru operativnog planiranja obraditi i koncept terminiranja procesa proizvodnje.

Naravno, mogući su različiti pogledi na to koliki period vremena treba obuhvatiti operativnim planom. Takođe, obzirom na pravilo da je planiranje utoliko tačnije ukoliko je vremenski period planiranja kraći, vremenski interval za operativni plan se najčešće usvaja kraćim od mesec dana. Međutim, u daljem tekstu ove knjige, **vremenski interval za operativni plan biće usklađen sa dužinom trajanja proizvodnog ciklusa.**

U suštini, u okviru operativnog planiranja, zadatke definisane godišnjim planom treba u okviru operativnog plana raspodeliti:

- po pogonima, odeljenjima, radionicama, vodeći računa o tehnološkoj uslovljenosti pojedinih faza proizvodnje (što je suština operativnog planiranja),
- prema rokovima završetka proizvoda, pridržavajući se pri tome preuzetih obaveza u pogledu planiranog roka isporuke ili potreba popunjavanja zaliha gotovih proizvoda (što je suština terminiranja).

Takođe, kako bi se svaki sledeći ciklus proizvodnje mogao neometano da odvija prema operativnom planu, pored planiranja zasnovanog na dugoročnom planu proizvodnje, neophodno je imati i kvalitetnu povratnu informaciju tokom procesa, prema kibernetском modelu, jer to omogućuje korekcije osnovnog plana. Naime, ni jedan plan nije savršen, samim time u toku realizacije operativnog plana proizvodnje, povratne informacije o toku proizvodnog procesa mogu dovesti do neophodnim manjih ili većih korekcija originalnog plana. Osim toga, podaci o stanju proizvodnje ali i stanju zaliha repromaterijala, raspoloživost kapaciteta, stanje ispravnosti proizvodne popreme, itd, iz prethodnih ciklusa proizvodnje, značajno utiču na operativni plan tekućeg ciklusa.

Prema tome, na osnovu podataka o trenutnom stanju - uslovima u operativnom delu PPS-a, kao i dugoročnom planu i programu proizvodnje, pristupa se izradi operativnog plana. Sadržaj operativnog plana, za svaki ciklus proizvodnje, obuhvata:

- a) Razrađen proizvodni zadatak za svaki pogon, odeljenje, radionicu, do nivoa radnog mesta po količini i vrsti proizvoda ili delova proizvoda koje treba obraditi,
- b) Rokove početka i završetka svih pojedinačnih elemenata proizvodnog zadatka,
- c) Specifikaciju potreba po vrstama i količinama inputa: materijala, delova, poluproizvoda, energenata i drugo. Pri tome, treba imati u vidu već postojeće raspoložive zalihe,
- d) Potrebe u radnoj snazi (po strukama i stepenu stručnosti) za pojedine pogone, odeljenja, radionice,
- e) Plan za izvršenje radova na održavanju mašina sa rokovima i specifikacijama potreba u materijalu, radnoj snazi i ostalo. U tom pogledu potrebno je razlikovati plansko-preventivni i reaktivni vid održavanja proizvode opreme, jer svaki uslovljava drugačiji vid planiranja. O tome će više reči biti u narednim poglavljima.

Kako je već rečeno, logičan nastavak i bitan sadržaj operativnog planiranja u smislu daljeg detaljnijeg definisanja u vremenu i prostoru predstavlja i terminiranje. Suština terminiranja sastoji se u vremenskom usklađivanju toka i redosleda tehnoloških operacija, pri čemu se polazi od planiranih rokova za završetak proizvoda uz istovremeno što racionalije korišćenje proizvodne opreme. Za uspešno terminiranje, prethodno je potrebni sastaviti:

- plan opterećenja radnih mesta,
- plan izvršenja zadataka po radnim nalogima.

U ranijem periodu, ovakvo planiranje se obavljalo ručno. To je svakako predstavljalo kompleksan zadatak, posebno u slučajevima gde se proizvodnja sastoji iz velikog broja radnih operacija. U savremenom konceptu poslovanja 21. veka, veoma je izraženo oslanjanje na podršku računara. Čak šta više, nije moguće zamisliti savremeni pristup operativnom planiranju i terminiranju bez upotrebe računara. Prema tome, u novije vreme javljaju se metode operativnog planiranja i terminiranja koje se baziraju na MRP-a i ERP sistemima, u velikim kompanijama ili na komercijalne softvere u manjim. Takođe, i sam LEAN koncept proizvodnje podrazumeva planiranje proizvodnje kao sinhronizovanog sistema, o čemu će biti više reči u daljem tekstu ove knjige.

**Planiranje potreba za materijalom - Material Requirement Planning (MRP)** je koncept planiranja koji proračunava potrebe u materijalu i planove proizvodnje i upoređuje ih sa raspoloživim zalihama u cilju zadovoljenja poznate i predviđene potrebe prodaje. Kako je već ranije rečeno, poznate potrebe prodaje su narudžbine stvarnih kupaca, dok su predviđene potrebe definisane istraživanjem tržišta u smislu potreba za datim proizvodima. Samim time MRP pomaže u proračunu potreba u vremenu i količini za dostizanje procenjene buduće potrebe. U istorijskom razvoju evolucija MRP sistema je išla kroz tri faze. Sve tri faze su se bazirale na primeni ICT opreme i adekvatnih softverskih rešenja u planiranju.

Prva faza razvoja MRP sistema ili **MRP I** sistem, razvijen je još 1960-tih godina i koristio se isključivo za kontrolu zaliha, planiranje proizvodnje i naručivanje ali ne i za planiranje kapaciteta. Rad MRP I se bazirao na glavnom planu proizvodnje koji sumarno prikazuje količinu i vreme završetka proizvoda. Potom MRP I uzima u obzir sve potreba-tržište (narudžbine i predviđanja) i unutrašnje potrebe kao što su količina za promociju i R&D. Na osnovu toga, određuju se osnove za korišćenje radne snage i opreme, nabavku materijala i neophodnih finansijskih sredstava.

Kako je već rečeno, svaki proizvod u portfoliju proizvoda poseduje sastavnicu, operacionu i instrukcionu listu u kojima su detaljno navedeni elementi (delovi) koji sačinjavaju konačni produkt, njihov sastav i vremena predviđena za njihovu izradu. Takođe je tu dat odnos i pozicija delova proizvoda u finalnom proizvodu. Na osnovu ovih podataka, prilagođavaju se proizvodna vremena u smislu određivanja broja podsklopova i komada koji su potrebni, i kada su potrebni da bi se ispunio

glavni plan proizvodnje. Jer delove proizvoda ne treba samo proizvesti već i uklopiti u finalni proizvod prema tačno definisanom redosledu i vremenski usaglašenim aktivnostima.

Sistem MRP I takođe je bio podržan sa podacima o postojećim zalihama, kroz akviziciju podataka o stanju zaliha bilo kog neophodnog repromaterijala. Svakako za ovaj sistem je bilo neophodno vršiti i akviziciju stanja zaliha gotovih proizvoda i delova proizvoda, preostalih iz prethodnog ciklusa proizvodnje. Na taj način sistem poseduje informaciju gde su zalihe smeštene i kolike su količine na zalihama.

Izlazne veličine MRP I sistema su narudžbenice, planovi kupovine materijala i radni nalozi koji pokreću preuzimanje sa zaliha, kupovinu ili proizvodnju potrebnih delova, kako bi se napravio dovoljan broj konačnih proizvoda da se zadovolje potrebe tržišta.

MRP I na taj način smanjuje postojeće zalihe i povećava broj ciklusa obnavljanja zaliha, pri čemu uzima u obzir i neophodna vremena isporuke naručenih delova proizvoda. Zalihe se posmatraju kroz svaki proces prema detaljnom, vremenskim planovima proračunatim na osnovu operacione liste.

Kako planiranje kapaciteta nije bilo integrisano u MRP I sistem, postojala je opasnost da će glavni plan proizvodnje predviđati obavljanje posla bez obzira da li operaciona jedinica ima raspoložive proizvodne kapacitete ili ne.

Dodatno, MRP I sistem pretpostavljao je fiksno operaciono okruženje sa fiksnim ciklusima što se tiče potrošnje materijala. Ipak, varijacija vremena potrebnog za manipulacijom materijalom u različitim uslovima, i drugi faktori, svedoče o tome da su vremena trajanja ciklusa daleko od fiksnih. Odnosno, svaki proizvodni ciklus se mora posmatrati kao dinamički sistem u kojem vreme ne treba posmatrati kao konstantu.

Na taj način MRP I sistemi imali su poteškoće pri radu sa promenjivim vremenima trajanja ciklusa proizvodnje, odnosno u fleksibilnim proizvodnim sistemima.

Kao odgovor na navedene nedostatke MRP I, razvijen je **MRP-zatvorena sprega**. Ovi sistemi, razvijeni su 1980-tih, i pored zaliha kontrolisali su i kapacitete. Oni sadrže povratne sprege (Kibernetiski model organizacije), koje su potvrđivale da su urađene provere kapaciteta kako bi se ustanovilo da su planovi proizvodnje realno izvodljivi. Gotovo svi savremeni MRP sistemi su sistemi sa zatvorenim povratnom spregom. Oni koriste tri rutine planiranja da bi uporedili planove proizvodnje sa operativnom raspoloživim resursima:

- Planovi Potrebnih Resursa (Resource Requirement Plans RRP)

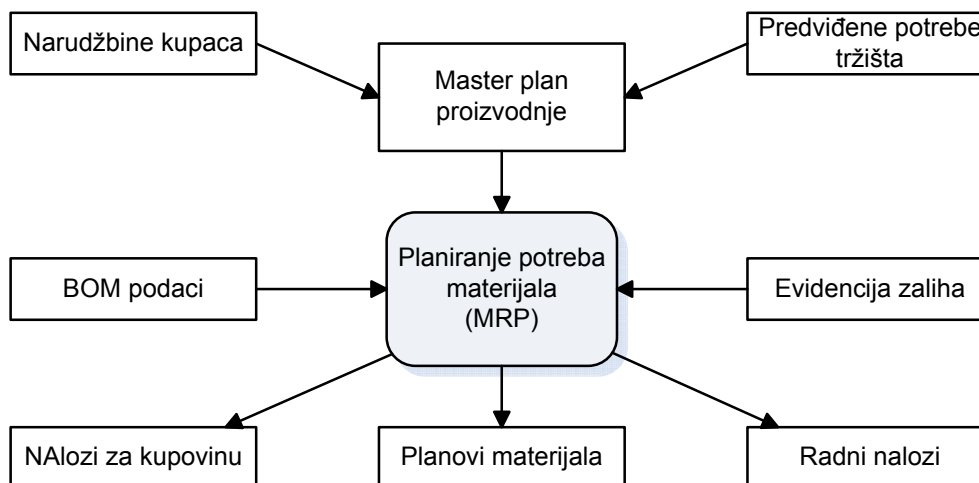


su planovi statičkog karaktera koji na dugoročnom nivou predviđaju potrebe svih neophodnih resursa u većim strukturnim delovima operacija.

- Grubi Planovi Kapaciteta (Rough-cut Capacity Plans RCCP) predstavljaju sistem koji uzima u obzir ograničenja (usko grlo, signalni nivo zaliha, itd.)
- Planovi Potrebni Kapaciteta (Capacity Requirements Plans CRP) koji projektuju vremena manipulacije materijalom određene mašine i radnika i upoređuju ih sa postojećim opterećenjem proizvodnih kapaciteta.

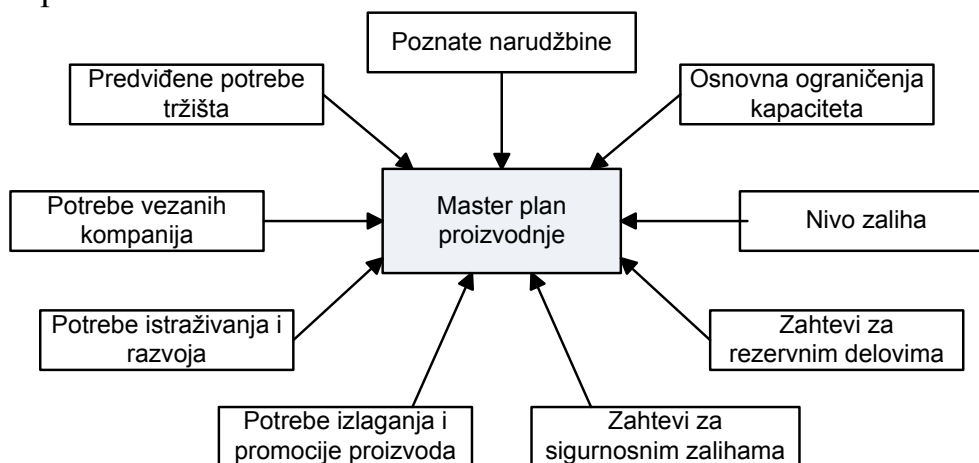
**MRP II** je najnoviji vid MRP sistema, koji su se razvijali od 1990-tih pa do danas. Ovi sistemi integrišu mnoge procese koji su povezani sa MRP, ali su locirani van same operativne funkcije. Naime, oni povezuju operativnu funkciju proizvodnje sa ostalim funkcionalnim jedinicama značajnim za poslovanje PPS-a. Obično oni kontrolišu tokove finansija (komercijalno – finansijska funkcija), potrebe tržišta (marketing funkcija), osoblje (HR funkcija), postrojenja (operativna funkcija), glavnu opremu kao i kapacitet i zalihe (operativna funkcija). Bez MRP II, za funkcionisanje različitih funkcija PPS-a bi bile potrebne odvojene baze podataka. MRP II sistemi imaju jedinstvenu bazu podataka kojoj pristupaju i koriste je svi delovi kompanije, shodno svojim ovlašćenjima. Inače, svaki naredni MRP nivo je nasledio sve korisne karakteristike prethodnih nivoa MRP sistema uz nadogradnju novim mogućnostima, na taj način MRP II sistemi sadrže i sve prethodno navedene karakteristike MRP I i MRP zatvorena sprega sistema.

Princip rada MRP sistema je predstavljen na slici 56. Prema ovom konceptu, proizvodnja prema MRP sistemu se zasniva na unapred definisanom glavnom planu proizvodnje. Glavni plan proizvodnje se kreira na osnovu stvarnih naručivanja kupaca kao i predviđenih potreba tržišta, slika 57. U glavnom planu proizvodnje se, prema tome, definišu količine koje treba napraviti u svakom ciklusu proizvodnje. Međutim, pored toga, treba sagledati da li se izvesna količina proizvoda ili delova proizvoda već nalazi u skladištima, kao ostatak iz prethodnog ciklusa. Za analizu delova proizvoda koristi se već opisani spisak delova u okviru BOM. Količine proizvoda ili delova proizvoda na zalihama se dobijaju na osnovu generisanih izveštaja o stanju zaliha, o čemu će biti više reči u nastavku ove knjige. Kao ishod MRP sistema generišu se planovi nabavke materijala, narudžbenice za kupovinu sirovina ili delova koje treba nabaviti od komplementarnih proizvođača i radni nalozi za sopstvenu proizvodnju.



Slika 56. Koncept MRP sistema

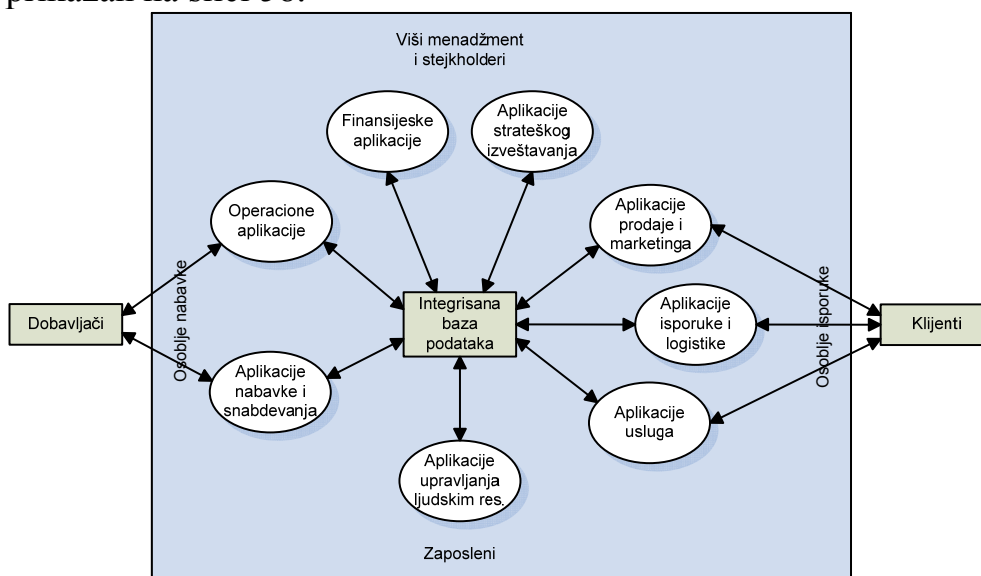
Šire posmatrano, glavni plan proizvodnje, kao značajan element planiranja proizvodnih procesa, predstavljen je na slici 57. Kako se tu može videti u ovom planu se nalaze podaci o poznatim narudžbinama, predviđenim potrebama tržišta, potrebama vezanih kompanija, potrebama za istraživanje i razvoj, potrebama za izlaganje ili promociju proizvoda, zahtevima za sigurnosne zalihe gotovih proizvoda, zahtevima u količinama rezervnih delova, planiranim nivoima zaliha i osnovnim ograničenjima proizvodnih kapaciteta.



Slika 57. Koncept Glavnog plana proizvodnje

Kao još savremeniji vid planiranja i integrisanja svih funkcija kompanija javljaju se **sistemi planiranja potreba preduzeća - ERP** (Enterprise Resource Planning). Ovi sistemi se ne bave analizom i planiranjem resursa samo na nivou jednog PPS-a, kao MRP, već na nivou čitave kompanije, uz uzimanje u obzir i poziciju razmatranog PPS-a u okviru lanca snabdevanja, kako iz

ugla nabavke tako i iz ugla distribucije finalnih proizvoda. Prema tome, ovi sistemi omogućuju i interakciju PPS-a sa njihovim okruženjem. Do određenog nivoa moguća je i komunikacija sa krajnjim korisnicima, kao i zajednička kontrola zaliha sa dobavljačima repromaterijala, sve u okviru jedinstvene baze podataka. Ovo su značajni i veoma sofisticirani sistemi planiranja. Kao primer se može izdvojiti SAP sistem (Systems Applications and Products), razvijen u Nemačkoj. Najnovije SAP aplikacije, poseduju i online web platformu (<http://mysap.com>), kao i platform za e-biznis. Međutim, obzirom da ERP sistemi znatno prevazilaze oblast upravljanja proizvodnjom, što je tema ove knjige, u daljem tekstu neće biti mnogo više reči o njima. Primer elemenata koje može da sadrži jedan ERP sistem je prikazan na slici 58.



Slika 58. ERP sistemi integrišu informacije iz svih delova PPS-a

Kako se značajan deo operativnog planiranja sastoji iz definisanja redosleda radnih aktivnosti, kao i definisanja njihovog vremenskog trajanja, u daljem tekstu biće predstavljeni osnovni alati za terminiranje i međusobno raspoređivanje aktivnosti.

Kao bitan plan operativnog planiranja, i osnova za uspešno terminiranje, neophodno je izvršiti i definisanje redosleda aktivnosti, odnosno sekventno planiranje. Naime, kada naručeni posao stigne do radnog centra, moraju se doneti odluke o redosledu samih radnih aktivnosti. Ovaj vid operativnog planiranja se naziva seqventno planiranje („sequencing“). Na sam način raspoređivanja radnih zadataka uticaj mogu imati:

1. *Fizička ograničenja*, shodno prirodi materijala koje treba obrađivati ili shodno redosledu proizvodne opreme. Prema tome, tu postoji neophodan redosled aktivnosti koji je

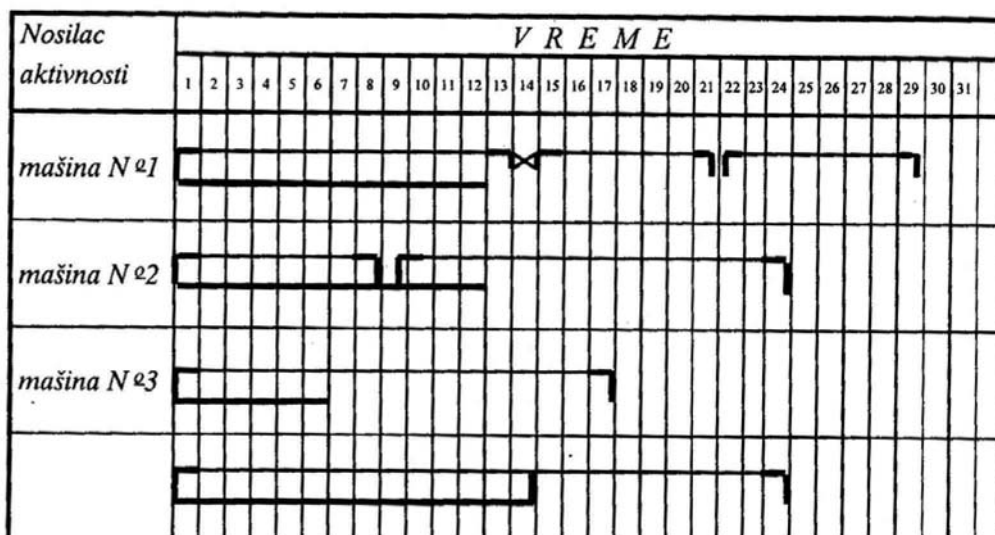
- nemoguće menjati. Ovo je čest slučaj u procesnoj industriji
2. *Prioritet kupaca*. Ponekad se na redosled operacija može uticati na osnovu značaja samih kupaca, bez obzira na to kojim redosledom su stizale narudžbine. Naime, ponekad je neohodno prvo izvršiti radne aktivnosti na proizvodima naručenim od strane kupaca koji su redovni klijenti PPS-a ili naručuju značajno veće količine od drugih. Svakako, ovakav vid organizacije je moguć samo tamo gde proces proizvodnje nije vidljiv i nije u direktnom kontaktu sa samim kupcima. U suprotnom, svakako bi izazvao nezadovoljstvo kupaca koji naručuju manje količine.
  3. *Rok isporuke*. Kod ovog vida organizacije, prioritetizacija radnih aktivnosti na proizvodima se vrši prema rokovima isporuke, nezavisno od veličine posla ili značaja samih kupaca. Ovaj vid organizacije povećava performanse pouzdanosti jer se smanjuje mogućnost kašnjenja sa isporukom.
  4. *First – In- First – Out (FIFO)*. U ovom vidu organizacije se klijenti uslužuju tačno prema redosledu pristizanja porudžbine, prema principu „ko prvi pristigne, prvi je uslužen“. Ovaj vid organizacije se smatra kao fer, u operacijama koje imaju visok kontakt krajnjih korisnika – sa proizvodnim operacijama. Ipak, nedostatak je što se u obzir ne uzima rok isporuke pojedinih poslova, prema urgentnosti.
  5. *Last-In-First-Out (LIFO)*. Kod ove organizacije redosled radnih aktivnosti se zasniva na praktičnim razlozima. Naime, ovde se prve radne aktivnosti obavljaju na predmetu rada koji je poslednji stigao. Iako deluje nelogično, ovakav vid rada je čest kod skladišta koja imaju samo jedan ulaz. Naime, logično je prvo vršiti obradu na predmetu rada koji je najbliži ulazu skladišta, dakle koji je posledni pristigao. Ovaj vid organizacije se primenjuje u operacijama koje ne uključuju kontakt sa krajnjim korisnicima – klijentima.
  6. *Longest Operation Time first (LOT)*. Pod određenim okolnostima, operacije mogu planirati rad prvo na predmetima rada koje je najduže potrebno obrađivati. Prednost je jer se tada radni centri bave operacionim radom koji je dugoročnog karaktera. U nekim slučajevima se manji obim posla, kraćeg roka, može i odbiti.
  7. *Shortest Operation Time first (SOT)*. Ovaj organizacioni metod se primenjuje tamo gde su operacije zavisne od

trenutne potrebe za gotovim novcem. Tada se prioritet daje poslovima koji se mogu prvi završiti i za njih se upućuju predračuni te sakuplja gotovina. Ovaj vid rada može unaprediti prihod kompanije ali dugoročno može uticati na ukupnu produktivnost i na gubitak većih klijenata.

### 7.1.1. Gantove karte kao alat za terminiranje

Jedno od najranije razvijenih sredstava za planiranje, praćenje i regulisanje aktivnosti na izradi proizvoda su Gantove karte (Gantogrami). Pored toga, ovo je i danas najčešći alat koji se koristi u terminiranju. Tvorac Gantovih karata je Henry L. Gantt (1861-1919).

Osnovna ideja Gantt-ovih karti je u vizualnom prikazivanju planiranih i ostvarenih rokova za proizvodnju i druge aktivnosti, odnosno njihovih nosioca. Na slici 59. dat je prikaz Gantove karte koja se koristila u originalnom vidu, za svrhe planiranja i praćenja izvršenja proizvodnih zadataka.



Slika 59. Originalni izgled Gantovih karti

Pri čemu su korišćene oznake na dijagramu:

┌ - početak obavljanja aktivnosti

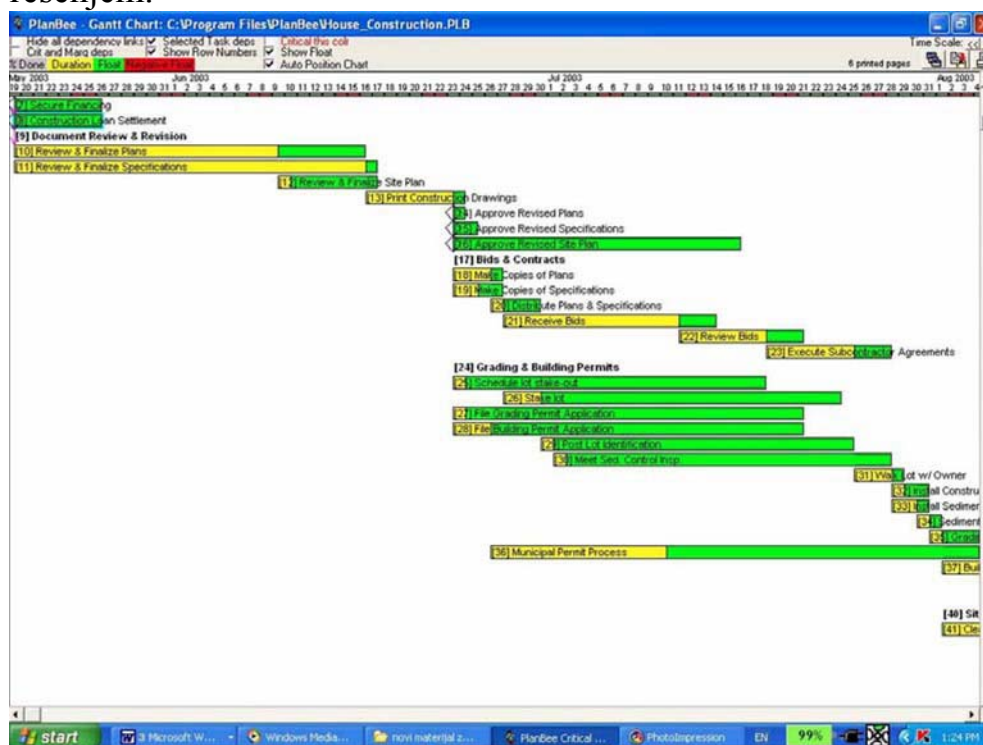
└ - završetak neke aktivnosti

▭ - linija koja povezuje simbole početka i završetka na prikazani način označava predviđeno vreme trajanja odgovarajuće aktivnosti,

▬ - donja linija od simbola početka na desno označava koliko je od planiranog ostvareno,

∨ - ovaj simbol se koristi da se na vremenskoj liniji definiše sadašnji trenutak, odnosno trenutak posmatranja.

U novije vreme razvijen je čitav niz savremenih softvera koji, između ostalog, vrše konstrukciju Gantt-ovih karti na osnovu zadatih parametara. Iako su načelno gantove karte razvijene za potrebu brze proizvodnje u uslovima ratne proizvodnje u I svetskom ratu, u današnje vreme svoju najveću primenu ovaj vid planiranja ima u oblasti upravljanja projektima. Naime, gotovo svi aplikativni softveri koji se koriste za upravljanje projektima, zasnovani su na Gantovim kartama planiranja (MS Project, Primavera, PlanBee, ...). Na slici 60 dat je primer Gantt-ove karte konstruisane savremenim aplikativnim rešenjem.

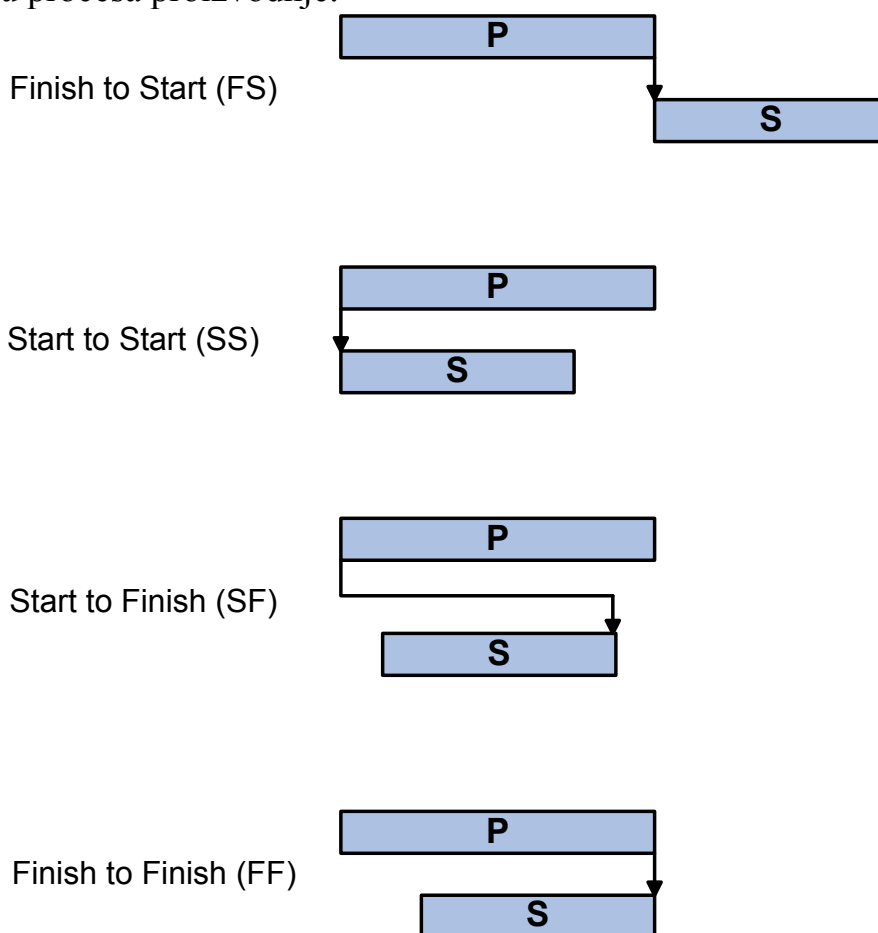


Slika 60. Gantov dijagram konstruisan u programu PlanBee  
(Critical Path Project Management)

Svakako, treba imati u vidu da je planiranje proizvodnje takođe kategorija upravljanja projektima, te je logično da se Gantove karte široko primenjuju i kod terminiranja proizvodnih procesa. Prema slici 60, očigledno je da su savremeni gantogrami značajno drugačiji od polaznih. Na njima se može uočiti da je lako predstaviti međusobni odnos pojedinih aktivnosti, takođe, moguće je predstaviti stepen završetka aktivnosti (drugačija boja u odnosu na nezavršeni deo), omogućeno je predstavljanje resursa koji su angažovani u okviru aktivnosti (prostom unosom naziva resursa na samu aktivnost ili pored nje). Pored toga, na osnovu plana i izvršenja aktivnosti na gantogramima, savremeni softveri

mogu generisati izveštaje o angažovanosti radne snage, materijalnim resursima, kao i o troškovima rada i ostvarenju budžeta.

Karakteristični tipovi veza između aktivnosti, koji se javljaju u Gantt-ovim kartama su prikazani na slici 61. Tip veze FS je „Finish to Start“, gde je zapravo kraj prethodne aktivnosti povezan sa početkom naredne; SS je „Start to Start“ i tu postoji povezanost početaka između dve aktivnosti; SF je „Start to Finish“ i tu je početak prethodne aktivnosti povezan sa završetkom naredne. Na kraju, veza FF podrazumeva povezanost dveju aktivnosti zajedničkim završetkom. Svaki od navedenih tipova veza su primenjivi u raspoređivanju radnih zadataka u okviru procesa proizvodnje.



Slika 61. Tipovi veza između aktivnosti

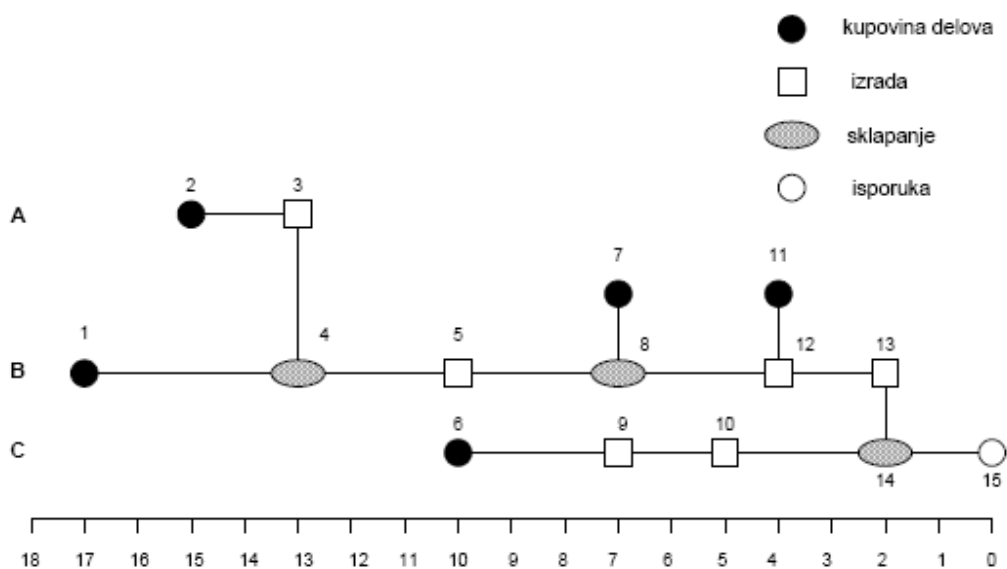
U svakom slučaju, o opštoj primeni Gantt-ovih dijagrama će mnogo više reči biti u predmetu Upravljanje projektima, tako da će u daljem tekstu ove knjige fokus biti stavljen na njihovoj praktičnoj primeni u planiranju i kontroli procesa proizvodnje.

Kao jedna od značajnih metoda, koja je zapravo nastala kao nadogradnja Gantovih dijagrama biće opisana LOB metoda.

### 7.1.2. Metoda uravnotežavanja plana i ostvarenja – LOB

Sa porastom složenosti proizvodne problematike i naročito zaoštrenih zahteva u pogledu uspešnosti planiranja i regulisanja izvršavanja planiranih zadataka, u okviru definisanih zahteva vremena, količina i kvaliteta, ostvaruju se uslovi za razvoj brojnih metoda i tehnika. Među takve treba ubrojati LOB metodu koju je 1941. godine razvila i primenila grupa stručnjaka u Goodyear Tire&Rubber kompaniji (SAD). Očigledno je i ovde da je metoda razvijena u okviru intenzivne proizvodnje kakva je proizvodnja vezana za ratne uslove. Naime, u takvim uslovima je neophodno brzo proizvoditi velike količine proizvoda a da pri tome svi imaju unapred definisani zadovoljavajući nivo kvaliteta. Samim time, neophodna je sveobuhvatna kontrola svih raspoloživih resursa. Sama LOB-metoda predstavlja sintezu prilagođenih Gantt-ovih dijagrama i elemenata tehnike mrežnog planiranja. Osnovni principi LOB metode biće objašnjeni na konkretnom primeru. LOB metoda zahteva sledeći vid informacija:

- Raspored završetka koji označava realno potrebnu količinu delova konačnih proizvoda koje treba isporučiti u određenom vremenskom intervalu.
- Operacioni Program, koji u ovom slučaju zapravo predstavlja dijagram vremenskih rokova. To je grafički prikaz koji pokazuje vremenski rok i raspored aktivnosti u okviru različitih radnih operacija, slika 62.



Slika 62. Dijagram vremenskih rokova



Prilikom primene LOB metode, postoje četiri osnovna stadijuma:

- A. Formiranje tabele kumulativnog završetka procesa, koja se konstruiše na osnovu rasporeda završetka pojedinih operacija i količina proizvoda.
- B. Operacioni program definisan dijagramom vremenskih rokova.
- C. Dijagram plana procesa:
  - konstrukcija osnove za Liniju Bilansa (Line of Balance LOB), prema planu procesa,
  - pregled stvarno dostignutog nivoa procesa i upoređenje LOB linije sa stvarno dostignutim nivoom proizvodnje.
- D. Analiza procesa i predlog unapređenja.

Prema tome, najčešće su stvarni zahtevi isporuke gotovih delova finalnih proizvoda, dati u tabelarnom obliku, Tabela 2. Ova tabela zapravo predstavlja količinu gotovih proizvoda koje je neophodno isporučiti stvarnim ili potencijalnim korisnicima u toku svake od narednih nedelja. Ukoliko se radi o stvarnim kupcima, količine po nedeljama su najčešće različite. S druge strane, ako se radi o proizvodnji prema MRP planu i istraživanju tržišnih potreba za proizvodima, tada se svakako planira ujednačena proizvodnja i samim time jednaka količina proizvoda po nedeljama. U konkretnom slučaju, Tabela 2, radi se o stvarnim narudžbinama kupaca.

Tabela 2. Planirani završetak proizvoda po radnim nedeljama

Raspored završetaka	
Nedelja	Zahtev
0	0
1	12
2	14
3	8
4	6
5	10
6	12
7	14
8	16
9	18
10	22

Da bi se formirala tabela kumulativnog završetka procesa, dodaje

se jedna kolona datoj tabeli u kojoj se unose vrednosti kumulativnih potreba za svaku nedelju, kao što je prikazano u Tabeli 3.

Tabela 3. Tabela kumulativnog završetka procesa

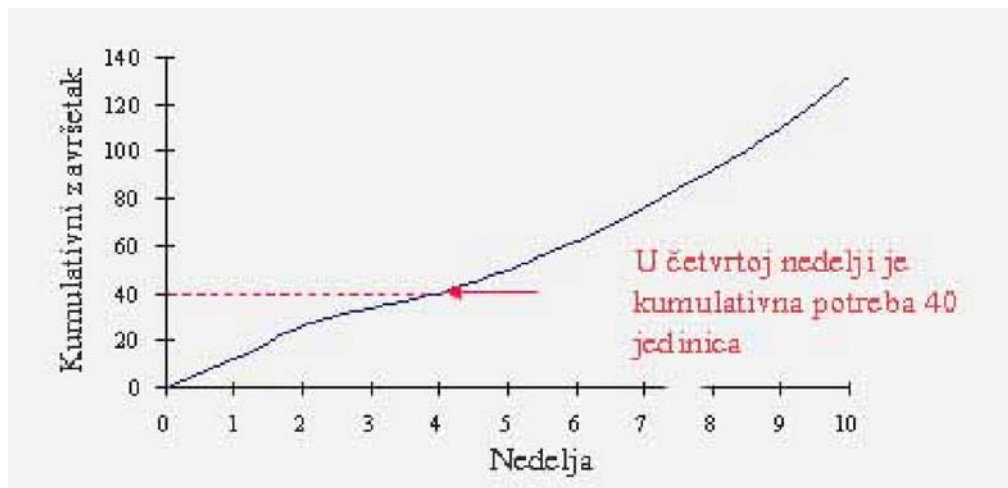
Nedelja	Potrebe	Kumulativni završetak
0	0	0
1	12	12
2	14	26
3	8	34
4	6	40
5	10	50
6	12	62
7	14	76
8	16	92
9	18	110
10	22	132

26=0+12+14

U četvrtoj nedelji potrebno je 6 nominalnih jedinica

U devetoj nedelji kumulativna potreba je 110 jedinica

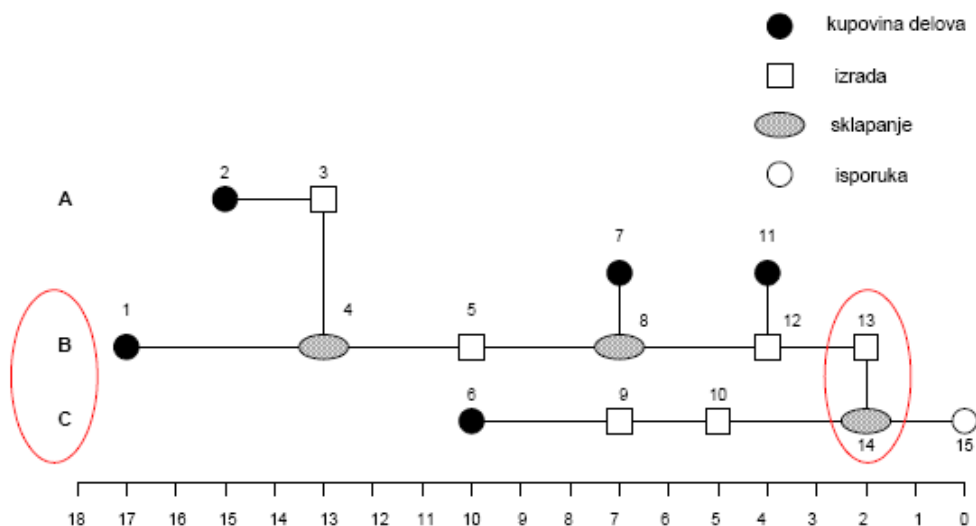
Grafik kumulativnog završetka je ilustracija prethodnih tabelarnih podataka i dat je na slici 63.



Slika 63. Grafik kumulativnog završetka projekta

Vremenski rok jeste dužina vremena pre završetka finalnih operacija na nekom od delova konačnog proizvoda. Dijagram vremenskih rokova je prikazan slikom 62, pri čemu vremenska skala ide sa desna na levo (baždarena je u danima, 0÷18 dana). Na dijagramu je datum finalne isporuke definisan kao nulti momenat vremena, odnosno završetak operacije 15 – isporuka, je nulta tačka razmatranja.

Dok npr. podsklopovi B i C moraju biti kombinovani sklapanjem (Operacija 14) dva dana pre isporuke finalnog proizvoda, Slika 64.



Slika 64. Interpretacija Operativnog Plana

Na isti način, za podsklop C, operacija izrade 9 mora biti gotova 7 dana pre planirane isporuke. Operacija 10 mora biti gotova 5 dana pre kraja i tako redom.

Operacija 1, kupovina potrebnih delova podsklopa B ima najduži planirani vremenski rok, i potrebno ju je obaviti 17 dana pre završetka ukupnog procesa.

Dijagram plana procesa pokazuje broj komada koji su završeni za bilo koju važnu ili kritičnu operaciju i upoređuje se sa LOB linijom, u bilo kojoj jedinici vremena. Sastoji se od LOB-linije i Linije stvarnog razvoja projekta koja se daje u histogram obliku.

Ilustracija na slici 65 je dobijena pri razmatranju, npr. četvrte nedelje projekta. Logično je u razmatranje uzeti upravo četvrtu nedelju, jer je ranije rečeno da se u literaturi najčešće aproksimira da jedan proizvodni ciklus treba planirati do nivoa jednog meseca. Sama LOB linija će se dobiti na osnovu broja komada koji su morali biti gotovi kod svake operacije u datom vremenskom periodu.

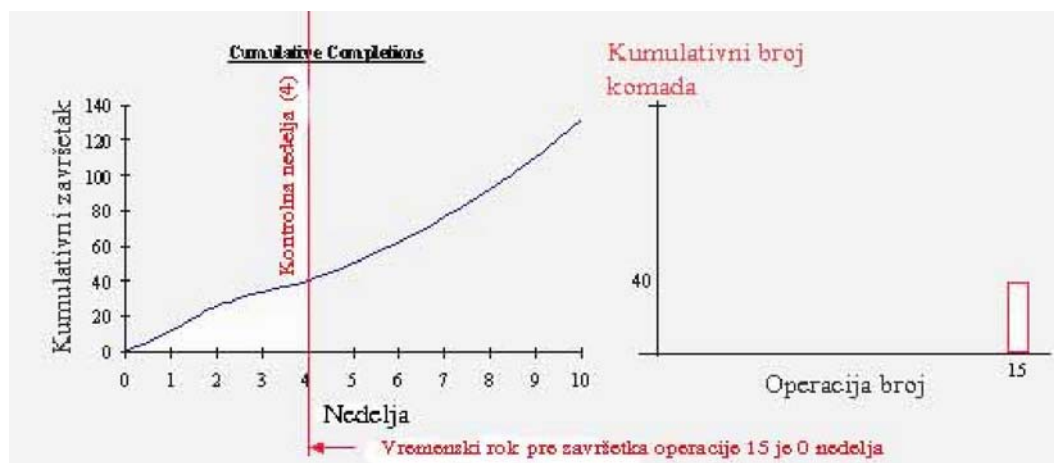
Prema tome, na osnovu Operativnog plana, definisanog slikom 62, sledi:

- Vremenski rok za celi proces je 17 dana (3.4 nedelja, ukoliko je usvojeno 5 radnih dana u nedelji)
- Tačka razmatranja: Četvrta nedelja.

Sa ovim podacima se konstruiše histogram gde je: X-osa broj operacije i Y-osa kumulativni završetak. Na taj način za operaciju 15, u četvrtoj nedelji, imamo: Vremenski rok pre završetka je 0 dana (0 nedelja).

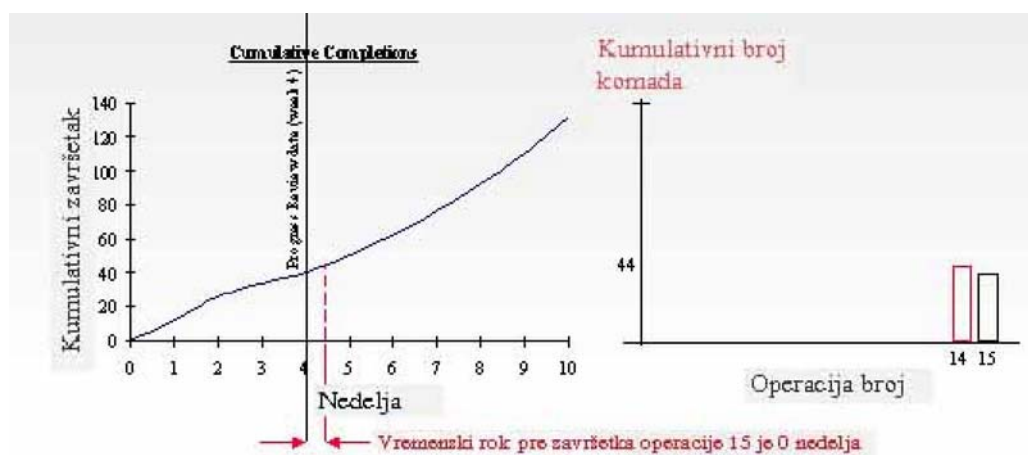
Prema tome za ovu operaciju je **kumulativna tačka razmatranja = kontrolna nedelja + vremenski rok pre završetka = 4 + 0 = 4**

nedelja. Na taj način je kumulativni broj gotovih jedinica, na osnovu tabele 3 jednak 40 jedinica. Ova se vrednost može odrediti i grafički, korišćenjem dijagrama sa slike 63. Konstrukcija histograma ove operacije je data na slici 65.



Slika 65. Konstrukcija histograma operacije 15

Na isti način, vremenski rok pre završetka za operaciju 14, sa slike 54, je 2 dana - odnosno  $\frac{2}{5} = 0.4$  nedelja. Prema tome je: kumulativna tačka razmatranja = kontrolna nedelja + vremenski rok pre završetka =  $4 + 0.4 = 4.4$  nedelja. Prema tome je kumulativni broj gotovih jedinica, na osnovu tabele 3 ili slike 63 jednak 40 komada za 4 nedelje +  $10 \cdot 0.4 = 40 + 4 = 44$  jedinica (jer je potreban broj gotovih komada u petoj nedelji 10, pa samim time imamo vrednost  $10 \cdot 0.4$ ). Grafički prikazano to izgleda na način dat na slici 66.



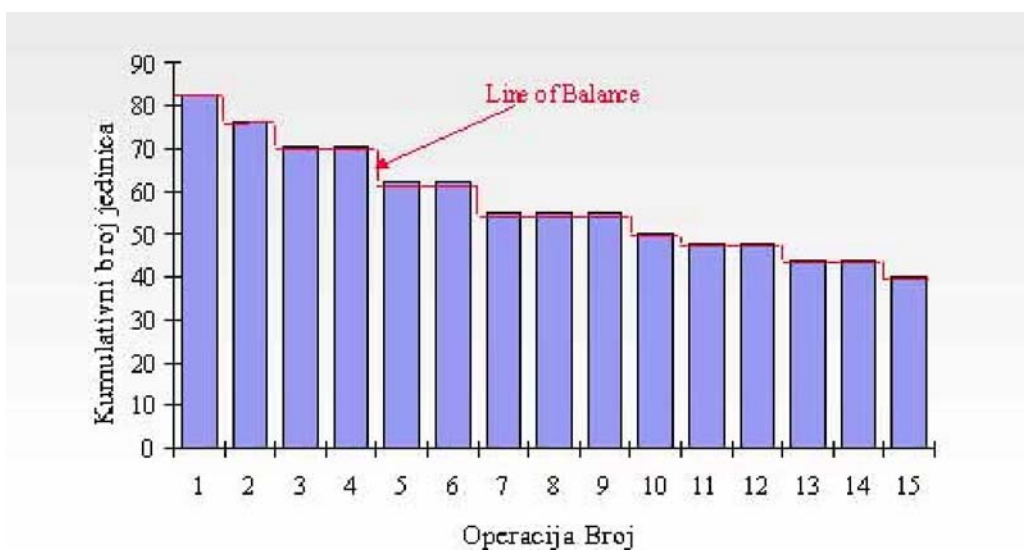
Slika 66. Konstrukcija histograma za operaciju 14

Na isti način se određuje histogram za svaku operaciju, sve do operacije pod rednim brojem jedan. U tabeli 4 je dat tabelarni prikaz proračuna kumulativnog broja gotovih jedinica za svaku operaciju.

Tabela 4. Proračun kumulativnog broja gotovih proizvoda za svaku od radnih operacija

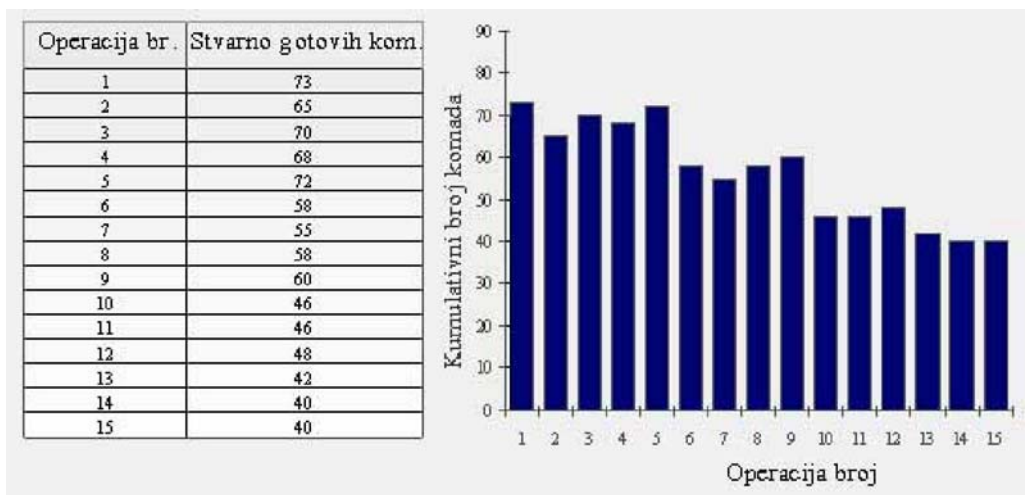
Oper. Broj	Vremenski rok pre završetka (dani)	Vremenski rok pre završetka (nedelje)	Kontrol. nedelja + (a)	Broj celih nedelj	Kumulativni završetak (jedinice)	Započ. nedelja	Kumulativni završetak u započetoj nedelji	Ukupno završenih jedinica
		(a)					(c)	
1	17	3.4	7.4	7	76	8.0	0.4 * 16	82
2	15	3.0	7.0	7	76	8.0	0.0 * 16	76
3	13	2.6	6.6	6	62	7.0	0.6 * 14	70
4	13	2.6	6.6	6	62	7.0	0.6 * 14	70
5	10	2.0	6.0	6	62	7.0	0.0 * 14	62
6	10	2.0	6.0	6	62	7.0	0.0 * 14	62
7	7	1.4	5.4	5	50	6.0	0.4 * 12	55
8	7	1.4	5.4	5	50	6.0	0.4 * 12	55
9	7	1.4	5.4	5	50	6.0	0.4 * 12	55
10	5	1.0	5.0	5	50	6.0	0.0 * 12	50
11	4	0.8	4.8	4	40	5.0	0.8 * 10	48
12	4	0.8	4.8	4	40	5.0	0.8 * 10	48
13	2	0.4	4.4	4	40	5.0	0.4 * 10	44
14	2	0.4	4.4	4	40	5.0	0.4 * 10	44
15	0	0	4.0	4	40	5.0	0.0 * 10	40

Na osnovu definisanog histograma za svaku radnu operaciju, može se definisati LOB-linija, slika 67.



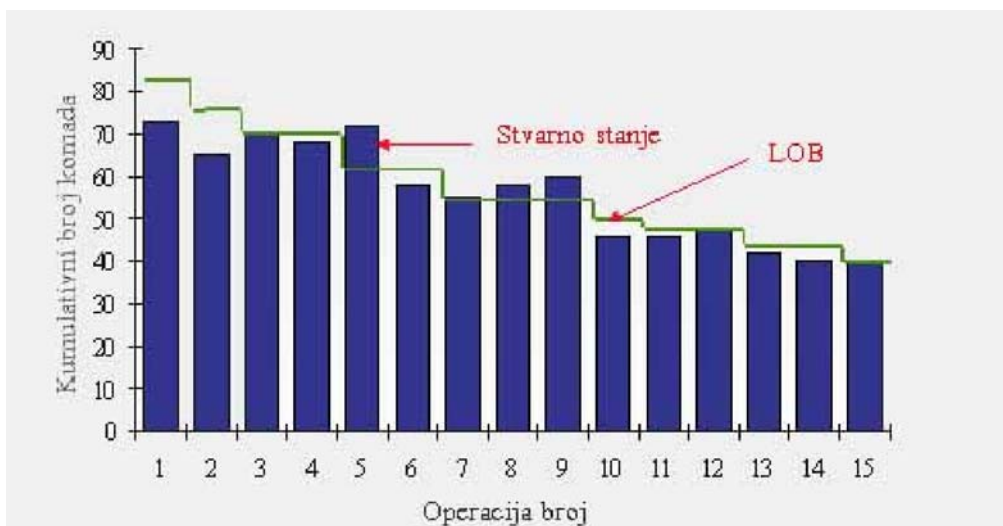
Slika 67. Konstrukcija LOB linije plana proizvodnje

Jednom kada se LOB linija formira, svaka pojedina operacija može da se kontroliše upoređenjem sa stvarno završenim jedinicama u kontrolnoj nedelji. Tako, npr., ukoliko su stvarno završene količine po operacijama definisane tabelarno i histogramom, date na slici 68.



Slika 68. Stvarne količine završenih komada u kontrolnoj nedelji

Ukoliko prethodno konstruisanu LOB liniju nanesimo na dati dijagram, možemo uporediti predviđenu količinu sa stvarno ostvarenom, u četvorj nedelji, što je dato na slici 69.



Slika 69. Upoređenje stvarnog stanja sa predviđanjima LOB metode – dijagram progressa procesa

Na osnovu stanja prikazanog na slici 69, moguće je izvršiti analizu aktuelnog procesa sa stanovišta svake radne operacije. Na primer, za operaciju 15, 40 komada su trebala da budu završena (prema LOB liniji), i završena su 40 komada (Histogram), što znači da se operacija 15 odvija po planu. Međutim ako posmatramo operaciju 6, prema LOB liniji je bilo potrebno da završena bude količina od 62 jedinice, međutim prema histogramu 58 jedinica je zaista završeno. Prema tome u narednoj nedelji (petoj) je potrebno nadoknaditi razliku. Zašto je to značajno? Naime, ukoliko se ovaj nedostatak ne nadoknadi, tada se u okviru operacije 15 u narednom ciklusu proizvodnje neće moći da isporučiti planirana količina proizvoda. Naime, nedostatak

od 4 delova proizvoda koje je trebalo nabaviti kupovinom u operaciji 6, dovodi do toga da možemo sklopiti i isporučiti 4 finalna proizvoda manje jer će im nedostajati delovi koje je trebala blagovremeno da obezbedi ova operacija.

Na opisani način, može se razmatrati progres svake operacije u odnosu na konstruisani dijagram progresa procesa na slici 69. Posredstvom navedene metode, može se izvršiti upoređenje ostvarenih količina komada proizvoda u odnosu na potrebnu količinu u toku samog procesa proizvodnje te, ukoliko dođe do odstupanja, može se na vreme reagovati nadoknadom zaostatka pre isteka kompletnog vremena trajanja procesa proizvodnje. Prema tome, ova metoda u obzir uzima i dinamičnost promena procesa proizvodnje a ne samo potrebne količine.

## 7.2. Lean/resursno štedljiva proizvodnja

Na više mesta je u prethodnom tekstu ove knjige spomenut LEAN koncept proizvodnje. U daljem tekstu ovaj koncept će biti predstavljen u osnovnim crtama. Koncept Lean proizvodnje razvijen je kao rezultat istraživanja sprovedenog u automobilskom sektoru, na koji je jak uticaj izvršio Japanski način poslovanja. Krajem dvadesetog veka, u Japanu, objavljena je studija u kojoj su upoređeni pokazatelji različitih kompanija širom sveta. Naziv studije bio je «Mašina koja je promenila svet», gde se u prenesenom smislu misli na automobil. Srž studije bio je u tome da ne postoji magični recept u postizanju visokih performansi proizvodnje. Potreban je jednostavno sistematski pristup da bi se eliminisali gubici i da se pažnja celokupne kompanije fokusira na proces stvaranja vrednosti.

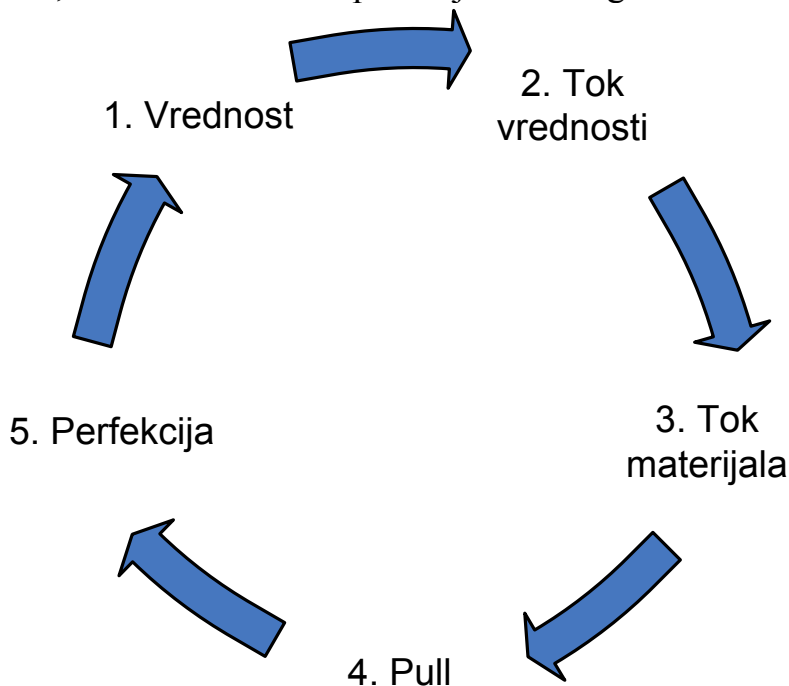
Poreklo reči Lean, ukoliko se potraži njen prevod, može biti (*oslonac - podrška ali i slabost*). Ukoliko se uzme u obzir da Lean filozofija potiče od koncepta novog smisla poslovne prakse koja predstavlja: poslovanje bez gubitaka uz oslanjanje samo na aktivnosti koje donose profit (vrednost), svakako da reč ne treba bukvalno prevoditi. Ipak, može se reći da se radi o poslovnom konceptu koji se oslanja na vrednosti kao jedinom značajnom ishodu procesa proizvodnje. Pri tome, vrednost je definisana kao ono za šta je kupac spreman da plati a gubitak je svaka aktivnost koja ne dodaje novu vrednost proizvodu.

Cilj lean pristupa je da obezbedi tehnike koje omogućuju kompanijama da definišu vrednost u svojim proizvodima, identifikuju gde i kako se vrednost dodaje, i da te aktivnosti uredi

tako da se u proces uključi minimum gubitaka i da se, što je veoma važno, proizvode produki samo kada su potrebni. Krajnji cilj Lean proizvodnje je da kompletno ukloni gubitke iz procesa stvaranja proizvoda. U savremenoj literaturi se može naći i tumačenje da je Lean koncept proizvodnje zapravo nasledio prethodni „Kanban“ sistem „Just in Time“ proizvodnje. Takođe, Lean koncept se poistovećuje sa drugim vidom „Just in Time“ koncepta, a to je tzv. sinhronizovana proizvodnja. U suštini, LEAN koncept je najviši nivo uštede resursa u procesu proizvodnje. O samom „Just in Time“ konceptu, Kanban sistemu i sinhronizovanoj proizvodnji, biće više reči u narednim poglavljima.

U Lean konceptu, postoje 5 ključna principa, koji su prikazani i na slici 70, a to su:

1. **Vrednost**, koja se fokusira na vrednost u smislu onoga za šta je kupac/krajnji korisnik spreman da plati,
2. **Tok vrednosti**, identifikuje kako se vrednost dodaje proizvodu/usluzi,
3. **Tok materijala**, dizajn procesa koji rezultuje u neprekidnom toku materijala, od sirovina do gotovog proizvoda,
4. **Pull**, koncept proizvodnje za «pull» proizvoda kroz proces, a ne «push» sirovina u proces,
5. **Perfekcija**, prihvata pristup koji unapređuje proces toka vrednosti, bilo kroz mala unapređenja ili kroz globalne izmene.



Slika 70. Osnovni elementi LEAN koncepta poslovanja



Tehnike i alati Lean-koncepta, koji se koriste za postizanja navedenih 5 lean principa su:

- Mapiranje i analiza toka vrednosti,
- 7 Gubitaka,
- 5S,
- TPM,
- SMED,
- JIT,
- Kanban,
- Kaizen.

O svakoj od navedenih tehnika biće više reči u daljem tekstu.

Lean filozofija se širi u pravcu Lean razmišljanja koje uključuje sve aktivnosti sa kojima se proizvod susreće i pri čemu se primenjuje minimizacija gubitaka u proizvodnim aktivnostima, manipulaciji sirovinama u lancu snabdevanja, administraciji porudžbenica i svim drugim funkcijama organizacije.

Na osnovu svega rečenog očigledno je da je potrebno identifikovati vrednost u proizvodu, ali i u procesu proizvodnje, na takav način da se minimizira mogućnost nastajanja novih gubitaka, kao i iznos ostvarenih gubitaka proizvodnje, koje je nemoguće izbeći.

Fokusiranje na vrednosti je u smislu onoga za šta je kupac spreman da da svoj novac. Da bi ostvarivala ovu aktivnost kompanija mora razumeti šta kupac zahteva u pogledu osobina i performansi, i koliko je spreman da izdvoji za dati proizvod. Ishod ove aktivnosti je jasno razumevanje stanja na tržištu, odnosno koje proizvode kupci zahtevaju. Ovi zahtevi možda nisu ostvarivi momentalno, ali oni predstavljaju jasnu predstavku onoga što kupci žele.

Tok vrednosti predstavlja celokupni proces stvaranja proizvoda. On počinje kao plan proizvodnje a završava se kao isporuka finalnih proizvoda krajnjim korisnicima - kupcima. Svaki stadijum kroz koji proizvod prolazi trebao bi dodavati vrednost proizvodu, iako često to nije slučaj u praksi.

Kako bi se uradila analiza toka vrednosti sprovodi se tzv. mapiranje toka vrednosti, koje pomaže identifikaciji aktivnosti dodavanja ili ne dodavanja vrednosti (odnosno gubitaka), npr:

**Aktivnosti dodavanja vrednosti:** Mašinska obrada, Proizvodnja, Farbanje, Sklapanje, ....

**Aktivnosti koje izazivaju gubitke:** Sortiranje i klasifikacija, Zalihe, Kretanje (Transport), .....

Mapiranje i analiza toka vrednosti je alat koji se koristi za analizu procesa ili aktivnosti u operacijama proizvodnje. Ove aktivnosti potom mogu biti podeljene na one koje dodaju i one koje ne dodaju vrednost.

Mapiranje podrazumeva izradu dijagrama koji opisuje proces. Postoji mnogo različitih formata «mapa» sa različitim setom simbola i oznaka. U prethodnom poglavlju je već opisano mapiranje proizvodnog procesa. Mapiranje toka vrednosti je zapravo u suštini isti koncept, osim što se ovde pored fizičkog predstavljanja redosleda operacija, analizira odnos troškova tih operacija i vrednosti proizvoda nakon njih. Na taj način, analizira se da li operacije uvećavaju vrednost finalnom proizvodu ili dovode do gubitaka.

Prvi stadijum u Mapiranju Toka Vrednosti je priprema mape trenutnog stanja (Current State Map). Od informacija sa mape trenutnog stanja može se pripremiti mapa budućeg stanja (Future State Map), na kojoj su gubici minimizirani i eliminisane aktivnosti koje ne dodaju vrednost, u odnosu na mapu trenutnog stanja. Treći, najvažniji stadijum, je preduzimanje akcija za promenu proizvodnog procesa iz trenutnog do stanja što bližeg željenom.

Izrada mapa tokova vrednosti može se vršiti olovkom i papirom ali i software-ima koji to rade na mnogo višem nivou. Na slici 71 je predstavljen primer izrade mape trenutnog stanja.



Slika 71. Mapa toka vrednosti-priprema mape trenutnog stanja

Cilj posmatranja toka vrednosti jeste dizajn procesa koji rezultuje

neprekidnim tokom materijala, od procesiranja narudžbenice, preko nabavke neophodnih sirovina i repromaterijala, proizvodnje pa sve do isporuke. Potencijalni dobici ovakvog pristupa su smanjenje zaliha, zastoja i vremena trajanja proizvodnih ciklusa.

Prelazak na ovakav način poslovanja zahteva i posvećeni mentalni stav zaposlenih u smeru stalnog fokusiranja na vrednost proizvoda i ignorisanje tradicionalnih organizacionih ograničenja.

Prema tome, kako bi se postigli optimalni rezultati, neophodno je pratiti i tok materijala kroz proizvodni proces. Idealno stanje bi bilo, ukoliko bi tok materijala bio jednak toku vrednosti. Medjutim, taj koncept je teško ostvariti. Samim time, nakon analize tokova materijala, vrši se njihova optimizacija.

U metodama analize toka materijala: dostupnost materijala, operatera, alata i mašina su kritični za uspeh. Ovo zahteva da svaki operater može da obavlja veći broj zadataka u okviru tima, mašine se moraju održavati tako da su 100% dostupne, i operacije moraju biti dizajnirane tako da komadima sa defektom nije dozvoljeno da pređu na naredni stadijum procesa. Kako bi se to ostvarilo, razvijeni su i *Alati toka materijala*. Neki od njih su:

**Just in Time (JIT) – pravovremena proizvodnja**, koji predstavlja sistem upravljanja materijalom dizajniran za proizvodnju koja koristi metod toka materijala. Ova tehnika teži da isporuči materijal/delove do mašina/radnih mesta u onom momentu kada su oni zaista potrebni. Bez stvaranja nepotrebnih zaliha. O ovom konceptu će mnogo više reči biti u narednim poglavljima.

**Poka - Yoke**, takođe poznat i kao Dokazivanje Greške, je tehnika razvijena da smanji mogućnost da neispravni materijal/deo pređe u sledeći stadijum procesa. Takođe, ova metoda podrezujeva i izradu delova, koji se sklapanjem ugrađuju u finalni proizvod, na takav način da se onemogućí ili umanju mogućnost za grešku prilikom njihove ugradnje.

**TPM (Total Preventive Maintenance) – totalno preventivno održavanje**, je filozofija održavanja gde se za sve mašine potrebne u procesu meri dostupnost, performanse i iskorišćenje. Ovaj pristup ima za cilj razvoj preventivnog a ne reaktivnog održavanja. O načinima održavanja mašina i proizvode opreme, kao i o TPM-u, biće više reči u narednim poglavljima.

**SMED (Single Minute Exchange od Dies) – brza izmena alata**, je neophodno za obezbeđivanje glatkog toka materijala kada se različiti delovi proizvoda obrađuju na istoj mašini. Ovo je alat koji je razvijen kako bi se na istoj mašini mogli obrađivati različiti elementi proizvoda a da pri tome period prilagođavanja

same mašine traje manje od jednog minuta.

**Heijunka**, primenom ovog koncepta se zalihe gotovih proizvoda smanjuju tako da kupci dobijaju svoje proizvode kada su im potrebni. Na primer, kupčeva nedeljna potreba za različitim tipovima proizvoda može biti razložena na raspored proizvodnje i isporuke mešanih tipova proizvoda, svakog dana. Time se ne isporučuje cela narudžbina na kraju nedelje, već se delovi narudžbine isporučuju svakog dana. Ovo smanjuje zalihe i povećava fleksibilnost proizvodnje.

**Takt time – takt proizvodnje**, ima za cilj usaglašavanje brzine proizvodnje sa brzinom prodaje. Dobija se usklađivanjem broja proizvoda prodatih na sat (ili jedinicu vremena) sa brojem proizvoda koji se proizvode u jednom satu. Broj proizvoda koji se proizvode u jednom satu se dobijaju ukoliko se ukupna planirana dnevna proizvodnja podeli sa iznosom raspoloživog proizvodnog vremena u radnom danu. Takt vreme mora se prilagoditi da odgovara brzini prodaje tako da su postignuti zahtevi kupaca ali i izbegnuta preterana proizvodnja.

Lean organizacija mora biti organizovana tako da se proizvode samo produkti koje kupac želi i to onda kada ih želi, što predstavlja takozvani **Pull** sistem.

Ovde su proizvodne operacije dizajnirane da «vuku» proizvod kroz proces, a ne da se sirovine «guraju» (**push**) u proces. Idealna solucija bi bila proizvoditi novi produkt samo onda kada je već gotov produkt iste vrste prodat, ali je ovo često nemoguće ostvariti, te se obično zahteva formiranje vremenskog rasporeda proizvodnje, na osnovu narudžbina kupaca.

U «pull»sistemu svaka radna stanica radi na bazi proizvodnje samo prema potrebi i vrši potražnju materijala od prethodne stanice ili magacina samo kada su oni potrebni. Suprotan je «push» stil koji kontinualno proizvodi delove bez obzira da li je sledeća radna stanica spremna da ih prihvati i obradi ili da li ima prodaje. Na taj način, u pull sistemu se proizvodnja inicira onda kada su određeni proizvodi prodati ili kada imamo narudžbinu za tim proizvodima (tzv. proizvodnja prema kupcima). Tada se pristupa trebovanju materijala upravo za tu količinu proizvoda i potom njihovoj proizvodnji. Kod Push sistema, radi se o proizvodnji prema zalihama. Naime, u ovom slučaju se raspoložive zalihe repromaterijala „guraju“ u proizvodni sistem kako bi se dobila određena količina gotovih proizvoda. Potom, za gotove proizvode se vrši promocija i prodaja na tržištu.

Pull koncept smanjuje količinu zaliha ulaznih sirovina - repromaterijala, zaliha materijala u toku samog procesa rada

(poluproizvoda) i kao veoma značajno, zalihu gotovih proizvoda. Osnovni alat Pull metoda proizvodnje je **KANBAN**. Kanban se može opisati kao signalna karta proizvodnog sistema. Ovaj sistem koristi signale za pokretanje materijala kroz proizvodni proces. Oslanja se na prosto pravilo za proizvodnju i isporuku samo kada su signalna karta ili prazni kontejner dostavljeni radnoj stanici. Naime, operateri na radnim mestima ne znaju da li su gotovi proizvodi iz prethodnog ciklusa proizvodnje prodati ili nisu. Takođe, ne znaju da li je izvršeno naručivanje nove količine za tekući ciklus. Onog momenta kada se javi tražnja za novim proizvodima, emituje se signal – kanban, koji označava proizvodnju nove količine proizvoda.

Na kraju, poslednji stadijum Lean koncepta je Perfekcija. Perfekcija teži kompletnoj eliminaciji preostalih gubitaka, iako je poznato da je nemoguće to u potpunosti učiniti. Ova tehnika omogućuje fokus, pokretačku silu i pravac aktivnosti za unapređenje procesa permanentno.

Perfekcija je filozofija koja tvrdi da se dalja unapređenja uvek mogu činiti. I nakon svake aktivnosti uklanjanja gubitaka uvek će preostati neki elementi gubitaka u operacijama, te je pristup perfekciji u angažovanju radne snage da kontinualno unapredi način rada kako bi se uklonili i preostali gubici. Sama perfekcija takođe ima određene alate. Alati Perfekcije su:

**Kaizen**, koji je takođe poznat i kao *Kontinualno unapređenje*. U Kaizan-u se na procesu čine male izmene i mala unapređenja, sa težnjom da se one vrše redovno. Kod ove metode se teži da učinjene izmene ne budu skupe i da unapređenja budu mala, ali kako ona zahtevaju samo mali iznos investicija, mogu se često ponavljati i praćene su smanjenim investicionim rizikom.

**Kaikaku**, koji se obično sa japanskog prevodi kao Radikalno ili Sveukupno unapređenje. Ova metoda je sušta suprotnost Kaizen metode. Kaikaku je primena kompleksne izmene u procesu koji generalno može da dovede do većeg unapređenja performansi. Radikalne promene, ipak, dovode i do većih elemenata troškova, te se ne vrše često kao male izmene u Kaizan-u i njihov rizik je veći. Naime, ukoliko se učini pogrešna procena ili pogrešno planiranje promena, greške kod radikalnih promena mogu dovesti do bankrota kompanije. Ukoliko se pojavi greška kao posledica Kaizen unapređenja, ona najčešće nije toliko velika da bi značajno ugrozila dalje poslovanje kompanije. Svakako, ovo je samo navedeno kao ilustracija, u oba slučaja nije poželjno pogrešno planirati i dovoditi do grešaka prilikom unapređenja i optimizacije proizvodnje.

Kako je već rečeno u prethodnom tekstu, pored identifikacije vrednosti, i smeštanja istih u okviru toka vrednosti, takođe je neophodno identifikovati gubitke. **Gubitak** je, kao što je već napomenuto, svaka aktivnost koja ne donosi novu vrednost proizvodu ili usluzi. Međutim, treba imati u vidu da neke aktivnosti ne dodaju vrednost proizvodu, ali su neophodne da bi naredne aktivnosti dodale vrednost uz minimalne gubitke.

Iako je kod optimizacije proizvodnje jednostavnije koncentrisati se na manje oblasti u određenom vremenu, minimiziranje gubitaka u nekoj manjoj zoni ne sme biti sa većim troškovima, a da kao posledicu izazove troškove u drugim zonama. Kako bi se to izbeglo, kao alat u identifikaciji gubitaka razvijen je pristup klasifikacije koji se naziva **7 gubitaka**. Cilj je da se izvrši optimizacija operacija koje stvaraju gubitke ali ih je nemoguće izbeći.

**Metod 7 gubitaka** potiče iz Japanske industrije. Prema ovom alatu, sedam gubitaka su:

**Transport**, kao aktivnost koja u svakom slučaju ne uvećava vrednost proizvodu, ali je neophodna. Cilj je da se izvrši njegova optimizacija, kako unutrašnjeg tako i spoljašnjeg transporta, te da se izbegne mogućnost da se materijal ili proizvodi pomeraju više nego što je to zaista potrebno.

**Zalihe**, su proizvodi/materijali koji čekaju da se na njima dogodi dalja akcija ili da se dogodi naručivanje materijala. Ovo se najčešće javlja kod sistema «zaliha-potraživanje=push». Cilj je izvršiti optimizaciju nivoa zaliha prema realnim uslovima poslovanja. O zalihama će više reči biti u narednim poglavljima.

**Kretanje**, nepotrebno kretanje ljudi, na primer ako su rastojanja između radnih mesta velika, višestruko uzimanje istog komada ili potreba za čestim pružanjem ruku da bi se dohvatio materijal ili alat. Kretanje se optimizira analizom rasporeda radnih mesta i adekvatnom alokacijom. O tome će više reči biti u narednim poglavljima.

**Čekanje**, ljudi koji čekaju da se proces završi ili da materijal stigne do radnog mesta. Pravilnom optimizacijom redosleda radnih operacija i terminiranjem, čekanje se smanjuje na najmanju moguću meru, o čemu će više reči biti u narednim poglavljima.

**Neadekvatna obrada**, aktivnosti koje se rade na materijalu/proizvodu a ne dodaju vrednost, primer je korišćenje vrlo preciznog komada alata za operaciju koja ne zahteva takvu preciznost i obratno, korišćenje nepreciznog alata onda kada je neophodno uraditi precizne zahvate na predmetu rada.

**Defekti/Popravka**, izrada proizvoda koji nisu pogodni za prodaju, ili zahtevaju popravku da bi dostigli zahtevani nivo standarda, pri čemu je ovde standard uska definicija kvaliteta. U svakom slučaju, ponekad je moguće ispraviti nastali defekat na proizvodu a ponekad nije. I jedna i druga okolnost dovodi do uvećanja troškova, odnosno do gubitaka.

**Hiperprodukcija**, proizvodnja proizvoda koji nisu naručeni ili preterana proizvodnja. Ovo je upravo najveći od svih navedenih gubitaka, jer uključuje neke od elemenata svih ostalih gubitaka. Zastupnici Lean koncepta upravo smatraju da je hiperprodukcija najbrži put ka uništenju PPS-a. Iz tog razloga, Lean koncept podrazumeva JiT mnogo više nego MRP način poslovanja.

Kako je već rečeno, u kompanijama koje su se opredelile za Lean koncept, prvi stadijumi svake aktivnosti Lean unapređenja su identifikacija vrednosti i omogućivanje stvaranje vrednosti na takav način da se smanji ili onemogući nastajanje gubitaka. Da bi se ovo uradilo često je neophodno urediti radno mesto i standardizovati metode rada. Jedan od često korišćenih metoda za uređenje i organizovanje radnih mesta je metod 5S. Ovo je zapravo veoma jednostavan metod, ali dalekosežno može imati značajan uticaj na ukupnu uštedu vremena trajanja proizvodnog procesa, a samim time, i na dobit kod poslovanja.

Metod 5s potiče iz Japana i predstavlja metodologiju koja se fokusira na postizanju i održavanju vizualne urednosti i čistoće. 5S teži da ukloni nepotrebne elemente iz radnog prostora i da organizuje radno mesto tako da je operaterima lako da obavljaju svoje zadatke i održavaju čistu i urednu okolinu.

**5S** se može predstaviti kao 4 aktivnosti i jedno uverenje da se nastavi sa te 4 aktivnosti. Sam naziv 5S potiče od pet japanskih reči: Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu i Shitsuke. Postoje mnogi prevodi za Japanske reči za 5S, jedan od prevoda, koji se najčešće koristi u domaćoj literaturi je: «Seiri» - sortiraj «Seiton» - sredi «Seiso»-očisti «Seiketsu» - standardizuj «Shitsuke» - nastavi.

**Sortiranje** ima za cilj da sa radnog mesta ukloni ono što nije potrebno, kao što su suvišni alati, materijali i delovi, kao i da identifikuje koji su predmeti realno potrebni za vršenje operacija na svakom radnom mestu.

**Sređivanje**, se odnosi na potrebne materijale, komponente i alate, koji se uređuju na takav način da im operator može lako pristupiti. Kao primer ovog metoda je tabla za alate, najčešće smeštena na zid radionice, na kojoj svaki alat ima svoje obeleženo mesto i lako se locira. Dodatno, kad postoji prazno mesto na tabli lako je identifikovati nedostajući alat.

**Čišćenje**, pomoću koga se radno mesto održava čistim tako da je bezbedno da operatori rade i kreću se. Ovo takođe utiče na produktivnost jer što je lakše operaterima da se kreću oni brže završavaju svoje zadatke.

**Standardizacija**, formalizuje prethodne aktivnosti u standarde tako da svi operateri, na sličnim radnim mestima, moraju postići iste ili približne rezultate. Primena ovoga obezbediće da svako radno mesto bude organizovano i čisto.

**Nastavi**, ova tehnika obezbeđuje da 5S aktivnosti postanu redovna praksa u organizacionoj kulturi. Usmerava radnu snagu da ostane fokusirana na 5S aktivnosti u redovnim intervalima vremena, obično svakog dana. Da bi se održala doslednost, mere se pokazatelji kojima bi se obezbedilo da su svi zaposleni uključeni i informisani u trenutni napredak na ovom polju.

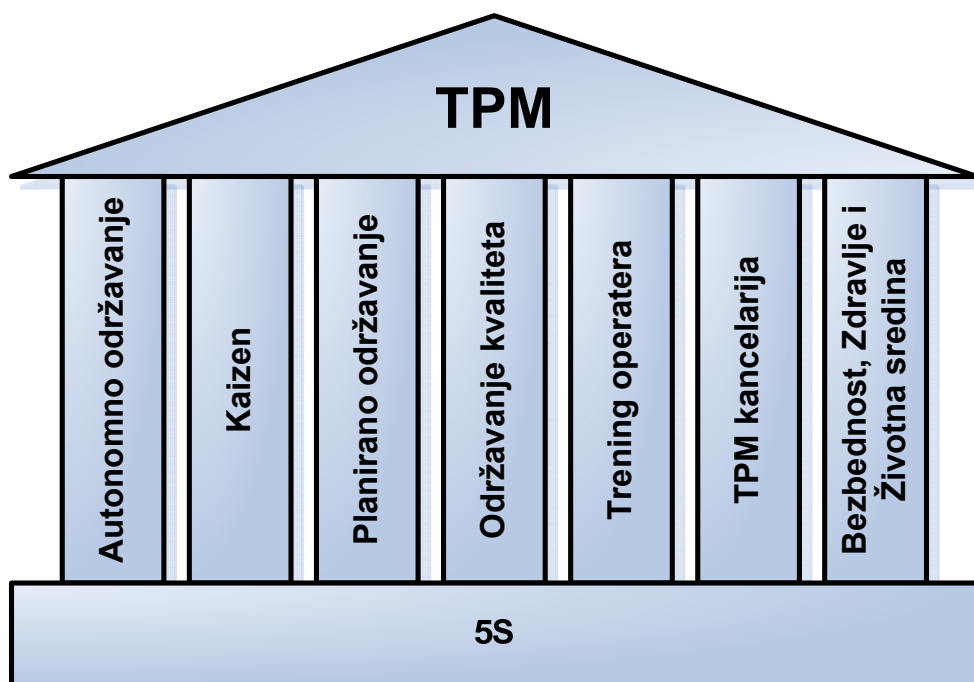
Već je više puta napomenuto da je osim činjenice da kompanija poseduje adekvatne proizvodne kapacitete, od izuzetnog značaja i to da su ti kapaciteti operativno dostupni – odnosno u ispravnom stanju. Samim time, da bi se postiglo da se minimalni gubici stvaraju usled kvarova mašina ili da se proizvode produkti lošeg kvaliteta, sve mašine, alati i oprema moraju imati dobro održavanje. Da bi se ovo postiglo potrebno je primeniti moderne metodologije, kao jedan primer takve metodologije je **Total Preventive Maintenance (TPM)** ili potpuno preventivno održavanje proizvodnje.

Ovo je filozofija održavanja gde se za sve mašine, alate i opremu vrši merenje dostupnosti, performansi i iskorišćenja. Ovaj pristup ima za cilj postizanje preventivnog a ne reaktivnog održavanja, tako da su problemi locirani i rešeni pre kvara mašine ili pre no što opadne kvalitet proizvoda. Pet ciljeva TPM-a su:

1. Poboljšati efikasnost opreme,
2. Svo osoblje obučiti za održavanje mašina,
3. Omogućiti da održavanje izvodi svo osoblje,
4. Planirati aktivnosti održavanja unapred,
5. Imati za cilj olakšano održavanje još u fazi dizajniranja mašina i opreme, sa minimalnim potrebama rada na održavanju.

TPM se često prikazuje kao veći broj stubova koji stoje na istoj osnovi, i svi podržavaju isti cilj, slika 72.





Slika 72. TPM struktura

Struktura se takođe zasniva na primeni 5S za uklanjanje sa radnog mesta neželjenih predmeta tako da se lakše uočavaju potrebe za održavanjem. Pri tome od značaja su sledeći pojmovi:

**Autonomno održavanje** (Autonomous Maintenance) ima za cilj da osposobi operatere na mašinama da sami održavaju svoju proizvodnu opremu, to može omogućiti da mašina radi veći broj sati, da se izvrši prevencija i rano otkrivanje kvarova i ograniči procenat škarta u proizvodnji.

**Kaizan** koncept je već definisan. U konkretnom slučaju se odnosi na kontinualno unapređenje mašina i opreme.

**Planirano održavanje** (Planned Maintenance) se koncentriše na izvođenje preventivnog održavanja, prema unapred definisanom planu. Ovo dovodi do toga da se nedostaci u radu mogu otkloniti znatno pre nego što dođe do potreba za reakcijom na veću havariju ili kvar mašine.

**Održavanje kvaliteta** (Quality Maintenance) ima za cilj proizvodnju delova bez defekata vršenjem unapređenja na delovima mašina/opreme što utiče na ukupni kvalitet proizvodnje.

**Trening operatera** da održavaju svoje i druge mašine i opremu, u okviru svojih pogona. Ovo omogućuje da operateri održavaju svoje mašine, razumeju zašto je do kvara došlo i predlažu načine izbegavanja sličnih kvarova u budućnosti.

**TPM kancelarija** (Office TPM) za cilj ima da TPM primeni i na kancelarijske poslove i da tako unapredi njihovu produktivnost i

eliminiraju gubitke.

Zdrava i bezbedna okolina (**Safety, health and environment**) ima za cilj da minimizira broj nesrećnih slučajeva, nezgoda i oštećenja zdravlja ljudstva, kao i sprečavanje narušavanja ekoloških parametara okoline.

TPM metodologija meri «**šest velikih gubitaka**» koji su: kvar mašina, vremena postavljanja proizvodnje, manji zastoji, gubici brzine, defekti i gubici iskorišćenja.

Značajan indikator performansi u TPM-u je Ukupna Efikasnost Opreme (Overall Equipment Efficiency OEE). Ova veličina je definisana kao dostupnost proizvodne opreme, brzina rada opreme i stepen iskorišćenja opreme. Na primer, mašina koja ima dostupnost 90% (90% slobodnog kapaciteta za dati ciklus proizvodnje) sa maximumom brzine (100%) i iskorišćenje 98% ima OEE od 88.2%

Dalje, da bi se postigao glatki tok vrednosti na proizvodnoj liniji koja proizvodi različite tipove proizvoda, potrebna je i brza izmena alata. Da bi se smanjila količina materijala koji čeka na obradu, potrebno je fokusirati napore na smanjenju vremena zamene alata tako da se proizvodni kapacitet može održati ili čak uvećati. Čest pristup postizanja brze zamene alata je primena **Single Minute Exchange of Dies (SMED)** metodologije ili sistema za zamenu komponenti u minutu. Ovaj sistem je razvio Shigao Shingo u Japanu i detaljno ga opisao u svojoj knjizi štampanoj još 1985. SMED nije samo Lean alat, može se koristiti za smanjenje vremena zamene alata u većini proizvodnih sistema. Termin «single minute» u nazivu metode, ne znači da se delovi uvek menjaju u vremenu manjem od minute, već se odnosi na fokus u cilju smanjenja vremena gde god je to moguće na najmanju moguću meru, najčešće manje od deset minuta.

Postoje tri osnovne komponente SMED-a:

1. Identifikovati koje se akcije zamene delova mogu odvijati dalje od mašine, ili na mašini u toku rada, a koje se moraju obavljati dok mašina stoji, koje je Shingo označio kao spoljašnje i unutrašnje podešavanje.
2. Redizajnirati sistem tako da se omogući da se više aktivnosti odvija dok mašina radi, odnosno u toku rada mašine.
3. Minimiziranje vremena potrebnog za odvijanje unutrašnjih podešavanja, koje se odvijaju dok proizvodnja stoji.

Da bi se izmerio iznos napredka primenom SMED sistema, vrše se merenja vremena zamene delova opreme pre i nakon primene ovog sistema.

Ukoliko je još dodatno potrebno smanjiti vreme zamene delova,

može se primeniti OTED metoda. **OTED** je skraćenica za (**One-Touch Exchange of Dies**) ili zamena delova jednim dodirrom tastera, koja teži da se zamena delova vrši pritiskom na taster, obično je u pitanju vreme kraće od minute. Ovakav vid zamene delova je primenjiv u automatizovanim – robotizovanim obradnim centrima.

### **7.3. Obezbeđivanje uslova za proizvodnju u okviru neposredne pripreme**

Osnovni zadatak svih organizacionih jedinica zaduženih za stvaranje uslova za proizvodnju je da sve što je potrebno za izvršenje proizvodnih zadataka bude u predviđeno vreme na predviđenom radnom mestu. Pod time se podrazumeva da je neposredno pre početka rada, na bilo kom radnom mestu, obezbeđen potreban alat, operater adekvatne stručne spreme, sva neophodna tehnička dokumentacija koja će sadržati opis svake pojedine radne operacije, materijal na kojem će se vršiti rad, neophodna pomoćna sredstva i energenti za pokretanje mašina i radne opreme. Uz to, značajno je da su obezbeđeni i odgovarajući uslovi rada. Samo uz ispunjenje ovih kriterijuma može se razmišljati o efikasnosti rada svih relevantnih organizacionih jedinica.

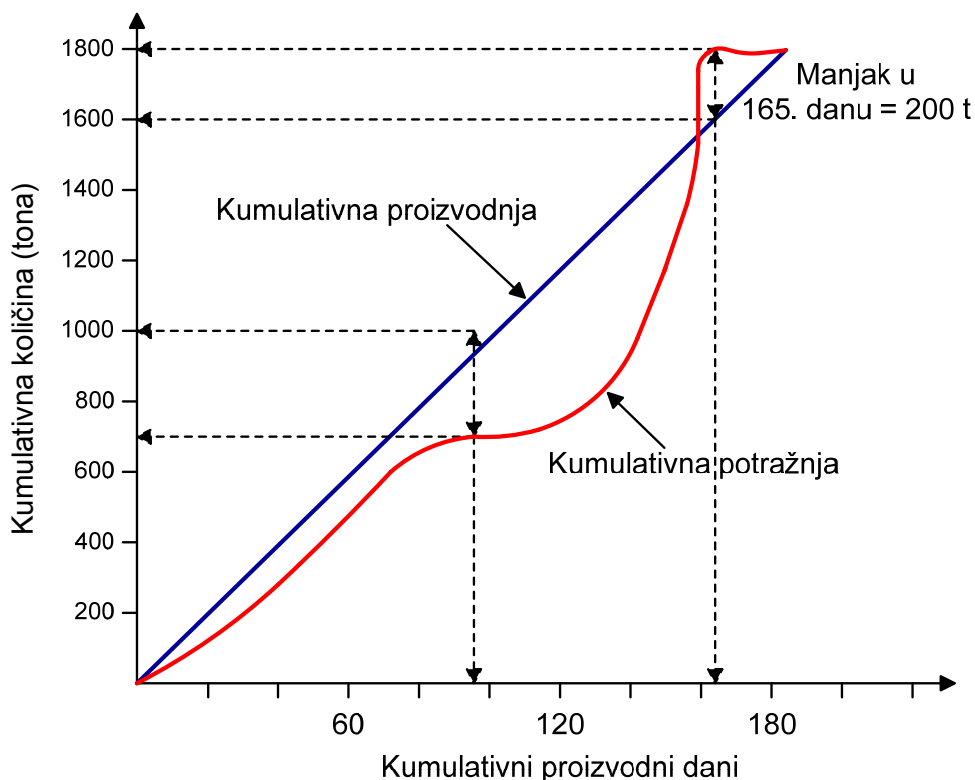
#### ***7.3.1. Organizacija obezbeđivanja materijala za proizvodnju***

Kako je navedeno, jedan od osnovnih neophodnih uslova za normalno izvršenje proizvodnih zadataka na radnim mestima u proizvodnji je prisustvo materijala potrebnog kvaliteta i količine, u određeno vreme. Naime, bez predmeta rada koji treba procesuirati ili obraditi u okviru radnih zadataka, nije moguće ni formiranje gotovih proizvoda.

U prethodnom tekstu je navedeno da se, na osnovu plana proizvodnje za duži vremenski period, planira i ukupno potrebna količina materijala (R). Naravno, u ređim slučajevima PPS se može odlučiti o kupovini tako velike količine repromaterijala i kao takve je smestiti u zalihe ulaznog tipa – zalihe repromaterijala. S druge strane, kompanija se može opredeliti za potpuno poslovanje bez zaliha – po takozvanom JiT principu. Ipak, najčešće je da se u realnosti ne pribegava ovim ekstremnim mogućnostima. U najvećem broju slučajeva, posebno u domaćem tržišnom okruženju, kompanije posluju sa zalihama, ali ne sa ukupnom količinom predviđenom za duži vremenski plan (R), već sa značajno manjim količinama, koje pokrivaju period do

jednog ciklusa proizvodnje (G). Sam nivo količine u jednoj isporuci repromaterijala – količina zaliha po ciklusu (G), određuje se na osnovu karakterističnih uslova poslovanja samog PPS. O tome će više reči biti u ovom poglavlju.

Takođe, kod planiranja proizvodnih kapaciteta, na slici 19 bio je predstavljen model u kojem proizvodni kapaciteti prevazilaze potražnju, što samo po sebi dovodi do potreba formiranja zaliha gotovih proizvoda ali, posredno i do zaliha repromaterijala. Ukoliko bi se promena potražnje i promena iskorišćenja kapaciteta posmatrali kumulativno, dobila bi se situacija predstavljena na slici 73.

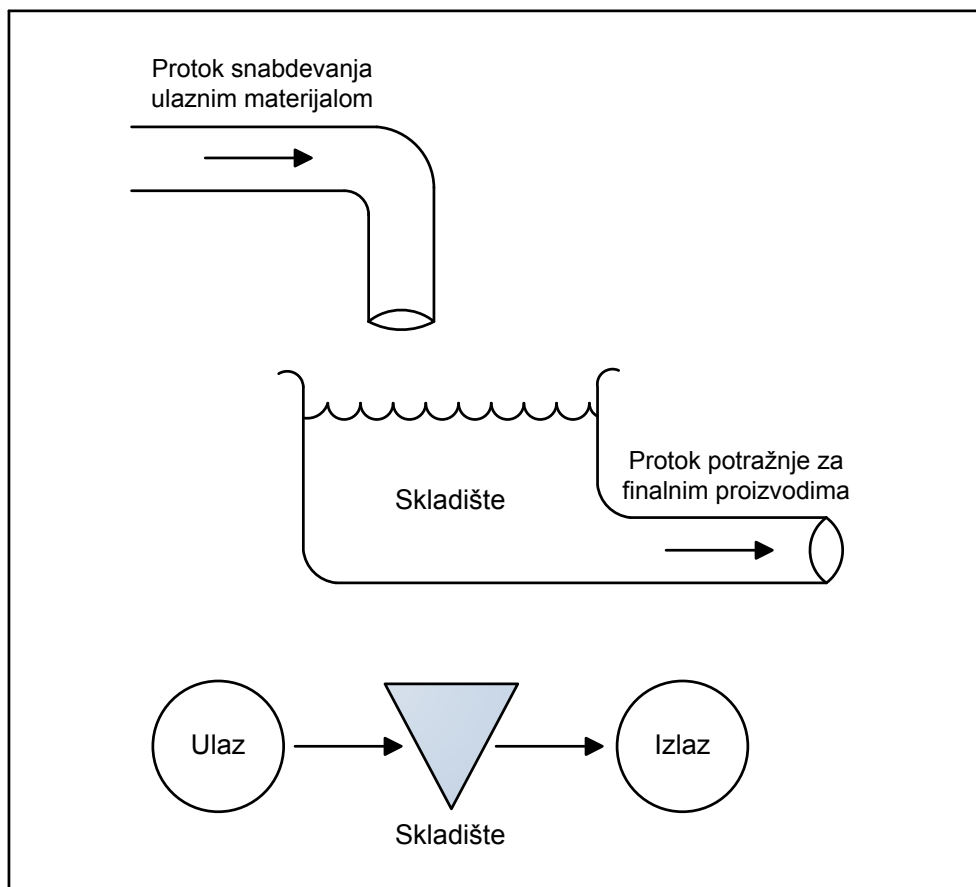


Slika 73. Kumulativna promena ponude i potražnje

Očigledno je da se prema situaciji na ovoj slici radi o promenjivim zahtevima tržišta, ali i o planskoj proizvodnji prema MRP principu. Samim time, u prvih 165 dana proizvodnja prednjači u odnosu na potražnju. Prema tome, u tom periodu se proizvodi znatno veća količina proizvoda nego što je neophodna na tržištu. Potom, nakon 165. dana, dolazi do porasta potražnje i nedostatka gotovih proizvoda. Količina gotovih proizvoda, kojih je bilo u višku do 165 dana, mogla se u vidu zaliha smeštati u skladišta, da bi se potom ponudila tržištu onda kada se javi povećana potreba.

Pojednostavljen ali slikovit prikaz zaliha i njihova analogija sa

jednostavnim praktičnim sistemom je data na slici 74. Prema ovoj analogiji, sve dok je protok potražnje za finalnim proizvodima, na izlazu iz procesa manji od protoka snabdevanja ulaznim materijalom u procesu, postojaće zalihe.



Slika 74. Analogija zaliha u proizvodnji sa jednostavnim sistemom akumulacije vode

Gotovo sve poslovne operacije poseduju zalihe, obično materijala ali i informacija. Zalihe se javljaju jer se vreme isporuke i potrebe ne poklapaju uvek. Obično se njima upravlja kroz informacione sisteme zasnovane na jedinstvenim bazama podataka, koje u manjim kompanijama funkcionišu kao samostalna celina, dok su u većim kompanijama deo MRP ili ERP sistema. U svakom slučaju, neke od funkcija ovih sistema se sastoje u sledećem: generisanje izveštaja o trenutnom stanju zaliha – akvizicijom podataka iz magacina i skladišta, predviđanje potreba materijala na osnovu tražnje i akvizicija podataka brzini trošenja raspoloživih zaliha.

Postoje oprečna mišljenja eksperata o tome da li su zalihe dobra ili loša osobina operacionih sistema.

Dobre osobine zaliha su:

- Stvaraju zaštitu protiv nesigurnosti u smislu

neadekvatnog predviđanja količina koje su potrebne i onih koje se isporučuju,

- Omogućuju ekonomičnu proizvodnju i nabavku, jer je kupovina veće količine materijala uvek sa nižom cenom nego ukoliko se materijal kupuje u manjim količinama i parcijalno,
- Pokrivaju neočekivani skok ponude i potražnje, usled pojave konkurencije koja bi na istom tržištu nabavljala isti neophodni repromaterijal,
- Omogućavaju neometan rad u slučaju kašnjenja u transportu u okviru snabdevanja.

Loše osobine zaliha su:

- Zauzimaju prostor, jer moraju negde biti fizički smeštene,
- Zahtevaju kapitalna ulaganja (vezani kapital). Naime u okviru zaliha je vezana izvesna količina novca koja bi inače mogla da se investira u druge segmente poslovanja,
- Dešava se da budu izgubljene/ukradene/uprljane/polomljene,
- Ukoliko se radi o gotovim proizvodima, mogu postati demodirani i samim time kapital koji je vezan u ove zalihe može biti trajno izgubljen,.
- U zavisnosti od tipa materijala koji se skladišti, mogu zahtevati posebne uslove skladištenja, odnosno dodatnu investiciju u opremu. Čak i tada, može im doći do isteka roka upotrebljivosti ili čak i kvarenja,
- Mora se njima rukovati, adekvatnom tehničkom opremom i sredstvima unutrašnjeg transporta.

U praksi, menadžer operacija mora uzeti u obzir sve navedene dobre i loše osobine zaliha i na osnovu njih da se opredeli za optimalnu količinu zaliha – optimalni nivo G.

Obzirom da potrebe u materijalu zavise od proizvoda koje treba proizvesti, pitanje treba postaviti na području određivanja proizvodnog programa. Shodno tome, kako je već ranije rečeno, razlikuju se sledeći slučajevi:

- proizvodnja prema planu, koja najčešće primenjuje „Push“ princip. Ovaj vid proizvodnje se često naziva i poslovanje prema zalihama. Tada je nivo zaliha uglavnom veliki,
- proizvodnja prema narudžbini, koja se zasniva na tzv. „Pull“ principu. Kod ovog vida poslovanja je često moguće primeniti i JiT koncept, čime se zalihe mogu u značajnoj meri umanjiti ili čak i eliminisati.
- kombinacija ova dva slučaja.

Proizvodnja uz striktno pridržavanje plana, osim u posebnim slučajevima predstavlja samo teoretsku mogućnost jer ukoliko je duži vremenski period za koji je planiranje urađeno, promene u odnosu na plan su izvesnije. Posledično, odstupanja se odnose na planirane potrebe u materijalu, pa pridržavanje plana gubi smisao. Proizvodnja za unapred poznatog kupca, po ugovoru ili narudžbi predstavlja povoljniju varijantu sa stanovišta plasmana, ali za nabavku to može stvoriti poteškoće, zbog vremenskih ograničenja i uslova na tržištu repro materijala. Naime, čak i ukoliko bi se kompanija opredelila za potpuni JiT koncept, svakako bi bilo neophodno da i u celokupnom lancu snabdevanja kompanije postoje partneri koji bi mogli omogućiti ovako sinhronizovan protok materijala. Samo u tom slučaju se može govoriti o potpunoj primeni JiT koncepta. To nažalost nije moguće u tržišnim uslovima mnogih, manje razvijenih, ekonomija.

S obzirom na stohastičku prirodu faktora od kojih zavise proizvodni programi i mogućnosti snabdevanja potrebnim materijalom, rešenje je u kombinovanju planiranja (MRP) sa održavanjem odgovarajućeg nivoa zaliha shodno narudžbini od strane stvarnih kupaca (JiT), što bi bilo u skladu sa trećim od navedenih slučajeva, kada se planira i prilagođava zahtevima kupaca tokom planskog perioda.

Pokazalo se, međutim, da uvažavanje zahteva kupaca u okviru JiT koncepta, čak i u kraćim vremenskim intervalima donosi puno elemenata neizvesnosti, čime se remeti efikasnost u poslovanju sa materijalima, i u razvijenim tržišnim ekonomijama kakva je u Japanu. Zbog toga je i u Japanu razvijen koncept poslovanja pod imenom Seiban (analogan sa MRP - Material Requirements Planning- Planiranje potreba u materijalu u SAD), koji se zasniva na čvrstom planu proizvodnje za tri meseca unapred. Posledice su se iskazale kroz uvećanje zaliha u odnosu na JiT ali je smanjena nesigurnost usled neadekvatne isporuke.

Imajući u vidu pomenute sisteme i iskustva iz njihove primene, treba nastojati da se kroz plan na duži rok utvrde potrebe, a da se kroz regulisanje nivoa zaliha teži ka optimizaciji angažovanja obrtnih sredstava. Time bi se izbegli nedostaci i iskoristile bi se pozitivne mogućnosti oba koncepta MRP i JiT. Ipak, ovo je lako tvrditi ali u praksi je samo sprovođenje često povezano sa brojnim izazovima, tako da je upravljanje zalihama, i uopšte materijalom, jedan od većih izazova planiranja proizvodnje.

Komponentni plan potreba u materijalu, i odgovarajući plan nabavke, predstavljaju deo usvojenog pristupa. U nastavku će biti izložen postupak zasnovan na korišćenju nekoliko osnovnih

Modela zaliha u cilju optimizacije angažovanja obrtnih sredstava, uz istovremeno obezbeđenje kontinuirane snabdevenosti proizvodnje potrebnim materijalom.

Na osnovu prethodnog teksta moguće je zaključiti da se regulisanje optimalnog nivoa zaliha može postići:

- 1) optimizacijom količina koje se naručuju za popunjavanje zaliha,
- 2) permanentnom evidencijom stanja zaliha i blagovremenim pokretanjem narudžbine za popunu zaliha.

Iz prikazanog proizilazi da, s obzirom na složenost problematike obezbeđivanja materijala kroz nabavku, i osetljivost i značaj redovne snabdevenosti, planiranje materijala i regulisanje zaliha predstavljaju jedinstvenu celinu.

Optimizacija količina koje treba naručiti za popunu zaliha, zasniva se na prethodno ispitanim uslovima nabavke i brzine potrošnje repromaterijala u proizvodnji. Zbog toga treba ispitati i utvrditi sledeće:

- karakter potrošnje materijala u proizvodnji, vrste i količine materijala, kao i brzinu trošenja u odnosu na takt proizvodnje,
- uslove skladištenja (veličina skladišnog prostora, troškovi,...).

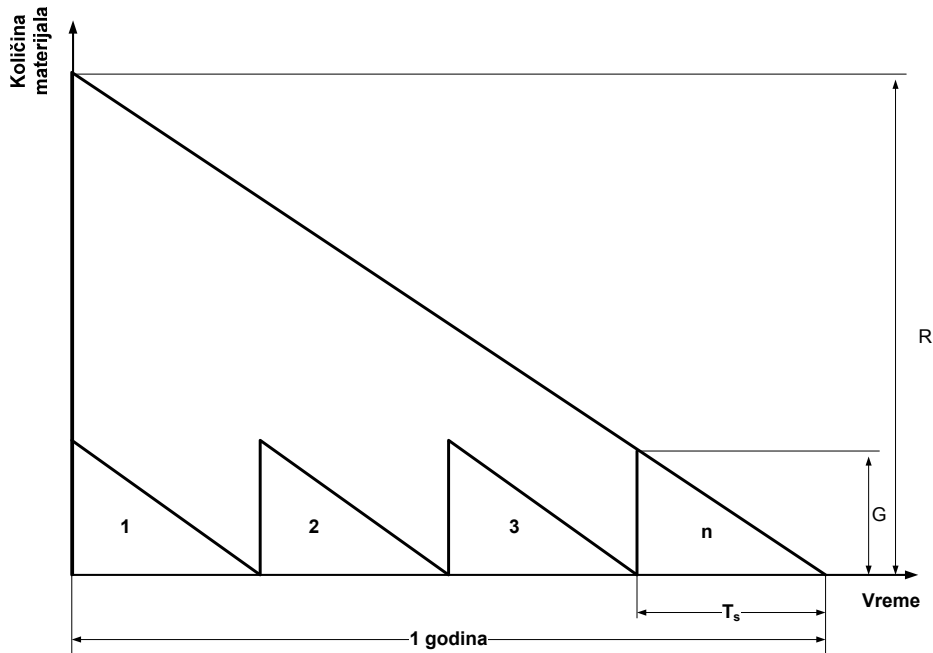
U pogledu karaktera potrošnje treba ustanoviti da li je posredi kontinuirana ili diskontinuirana potrošnja. Npr. u prerađivačkoj industriji najvećim delom je u pitanju diskontinuirana, dok je kod procesne industrije potrebno obezbediti kontinualnost. Zatim, da li je u pitanju unapred određen period izdavanja određene količine materijala sa zaliha, ili je posredi stohastički karakter trošenja, prema narudžbini.

S obzirom na uslove potrošnje i skladištenja, treba takođe ustanoviti da li su gubici - izdaci zbog nedostatka materijala, kritični po veličini.

Ilustracije radi, u nastavku se opisuju osnovni modeli za izračunavanje optimalne količine za naručivanje materijala.

Prvi model se odnosi na uslove redovne potrošnje i popune zaliha. To je takozvani „opšti“ model zaliha, koji je ujedno i osnova za razvoj svih ostalih modela. Grafički prikaz opšteg modela zaliha je prikazan na slici 75. Optimizira se s obzirom na troškove naručivanja i skladištenja.





Slika 75. Opšti model zaliha – model bez prekida u snabdevanju

Ukoliko uporedimo prikaz na slici 75, sa prikazom Optimalne veličine proizvodne serije, na slici 40, očigledna je velika sličnost. Naime, kod veličine proizvodne serije, uvećavala se količina proizvedenih gotovih proizvoda (slika 40), odnosno uvećavale su se zalihe gotovih proizvoda. U slučaju slike 75, dolazi do smanjenja količine repromaterijala usled proizvodnje, čime se smanjuju raspoložive zalihe ulaznog materijala. Inače, sam matematički princip analize je sličan.

Za konkretno izračunavanje odgovarajućih numeričkih veličina za uslove kada treba nabaviti količinu od  $R$  (tona ili kilograma.) repromaterijala za duži vremenski period  $T$  uz poznate troškove skladištenja po komadu  $C_1$  i troškove naručivanja jedne narudžbine  $C_s$  postavlja se sledeći osnovni izraz za ukupne troškove  $C$ :

$$C = (1/2 \cdot C_1 \cdot G \cdot T_s + C_s) \cdot \frac{R}{G} \quad (7.1)$$

Za pojednostavljenje gornjeg izraza poslužiće sledeći odnos, koji sledi iz jednakosti trouglova datih na slici 75:

$$\frac{T}{T_s} = \frac{R}{G} \Rightarrow T_s = \frac{T \cdot G}{R} \quad (7.2)$$

Obzirom da je od interesa potražiti minimalne troškove poslovanja sa zalihama, neophodno je potražiti minimum funkcije  $C = f(G)$ .

Posle odgovarajućih transformacija, diferenciranja, izjednačavanja sa nulom, rešenjem po  $G$  dobija se izraz optimalne veličine porudžbine – optimalnih zaliha jednog ciklusa:

$$C = \frac{1}{2} \cdot C_1 \cdot T \cdot G + C_s \cdot \frac{R}{G} \quad (7.3)$$

$$\frac{\partial C}{\partial G} = \frac{1}{2} \cdot C_1 \cdot T - \frac{C_s \cdot R}{G^2} \quad (7.4)$$

Uslov za minimum je:

$$\frac{\partial C}{\partial G} = 0 \quad (7.5)$$

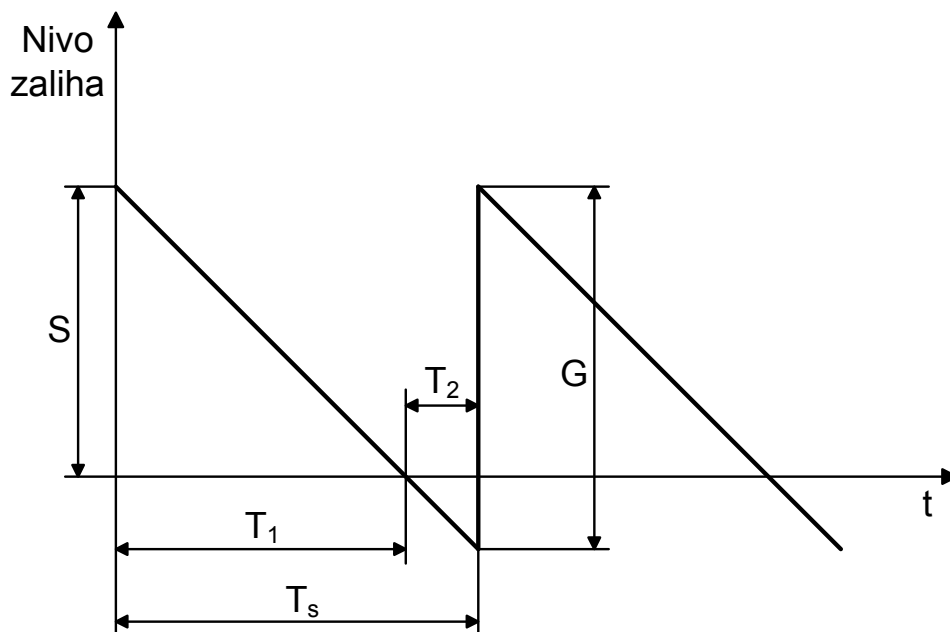
Odatle je:

$$G = G_{opt} = \sqrt{\frac{2 \cdot C_s \cdot R}{C_1 \cdot T}} \quad (7.6)$$

Samim time, minimalne troškove poslovanja dobijamo kada se vrednost za  $G = G_{opt}$  zameni u jednačinu  $C = f(G)$ .

Međutim, ukoliko se pogleda slika 75, jasno je da je ovo zapravo idealizacija uslova poslovanja. Naime, jednostavno je nemoguće da onog momenta kada se utroši i poslednja količina repromaterijala (kada nivo zaliha padne na nulu), da momentalno pristigne nova količina i da se zalihe trenutno obnove. Naime, u realnim uslovima poslovanja, ili će doći do izvesnog prekida u snabdevanju, za period vremena potreban da stignu nove naručene količine, ili je neophodno naručivanje vršiti znatno pre nego što nivo zaliha dodje na vrednost nula, odnosno formirati tzv. „signalni“ nivo zaliha. U daljem tekstu, biće opisane obe mogućnosti.

Drugi model zaliha se odnosi na situaciju kada troškovi nedostatka materijala predstavljaju određeni iznos koji se ne može zanemariti, slika 76. Potrebno je reći da ovaj model zaliha predstavlja – model zaliha sa prekidom u snabdevanju. Ovaj model je realniji u odnosu na opšti model zaliha jer uzima u obzir period vremena neophodan da se nivo zaliha dopuni nabavkom nove količine repromaterijala. Samim time, on podrzumeva i troškove koji mogu nastati usled nedostatka repromaterijala za tekuću proizvodnju, izazvan prekidom u snabdevanju. Na slici 76 prikazani su odgovarajući elementi ovog modela.



Slika 76. Model zaliha sa prekidom u snabdevanju

Ukupni troškovi u ovakvom slučaju računaju se na osnovu obrasca:

$$C = \left( \frac{1}{2} \cdot C_1 \cdot S \cdot T_1 + \frac{1}{2} \cdot C_2 \cdot (G - S) \cdot T_2 + C_s \right) \cdot \frac{R}{G} \quad (7.7)$$

Gde su:

$C_1$  - troškovi skladištenja po jedinici materijala (din/t dan)

$C_2$  - troškovi zbog nedostatka materijala (din/t dan)

$C_s$  - troškovi naručivanja (din/nar)

$T_1$  - vreme kada na skladištu ima zaliha

$T_2$  - vreme kada na skladištu nema zaliha (prekid u snabdevanju)

$T_s$  - ukupno vreme trajanja jednog ciklusa proizvodnje

$R$  - ukupna količina materijala koju treba naručiti u dužem vremenskom periodu (t, kg, kom)

$S$  - stvarna veličina porudžbe.

$G$  - veličina porudžbine kada ne bi postojao period nedostatka materijala.

Ovde treba napomenuti da je period  $T_2$  zapravo vreme koje je potrebno partnerskoj organizaciji iz lanca snabdevanja da isporuči naručenu količinu repromaterijala. U konkretnom slučaju za taj period vremena ne postoji neophodni repromaterijal na zalihama, te proizvodnja stoji. Samim time, javljaju se troškovi usled nedostatka repromaterijala  $C_2$ , jer čak i kad proizvodnja stoji

postoje fiksni troškovi proizvodnje. Takođe, ukoliko dođe do kašnjenja isporuke naručenih gotovih proizvoda, može doći do izvesnih dodatnih troškova, što sve ulazi u grupaciju troškova  $C_2$ .

Optimizacija ovog modela zaliha vrši se na sledeći način:

$$C = \left( \frac{1}{2} \cdot C_1 \cdot S \cdot T_1 + \frac{1}{2} \cdot C_2 \cdot (G - S) \cdot T_2 + C_s \right) \cdot \frac{R}{G} \quad (7.8)$$

Obzirom da važe jednakosti:  $T_1/S = T_s/G$ , odatle je  $T_1 = T_s \cdot \frac{S}{G}$

Takođe:  $T_2/(G-S) = T_s/G$ , pa je:  $T_2 = T_s \cdot \frac{G-S}{G}$

Vrednosti za  $T_1$  i  $T_2$  treba uvrstiti u gornju jednačinu za  $C$ , a potom diferencirati jednačinu ( $\frac{\partial C}{\partial G} = 0$ ), odnosno potražiti minimum.

Realno rešenje ove jednačine je (7.9):

$$G_{opt} = \sqrt{\frac{2 \cdot C_s \cdot R}{C_1 \cdot T}} \cdot \sqrt{\frac{C_1 + C_2}{C_2}}$$

Ukoliko se uporedi ovaj izraz za optimalnu veličinu nivoa zaliha sa obrascem za optimalni nivo zaliha kod opšteg modela, vidi se da je razlika u poslednjem članu izraza koji u obzir uzima upravo postojanje troškova  $C_2$ , što i jeste bazična razlika ova dva modela. Naime, ovaj drugi model je realniji i samim time podrazumeva mogućnost kašnjenja u isporuci.

Naravno kako bi se takav vid kašnjenja izbegao, ili eliminisao njegov uticaj, postoji organizaciono rešenje o kojim će biti više reči u nastavku ovog teksta.

Sa stanovišta održavanja određenog nivoa zaliha koji obezbeđuje stalnu snabdevenost proizvodnih pogona neophodnim repromaterijalima, mogući su različiti pristupi. Jedan od načina je da se, obzirom na rokove isporuke i intenzitet potrošnje, može da definiše signalni nivo zaliha ( $S_{sign}$ ). Naime, ovo je nivo zaliha kada treba započeti naručivanje nove količine repromaterijala, kako bi se izbegli troškovi usled nedostatka materijala. Dodatno, da bi se u potpunosti izbegla mogućnost nedostatka materijala, usled kašnjenja isporuke, planira se još i  $S_{rez}$  - rezervna količina zalika, kao što je na slici 77 prikazano.

Očigledno da takav pristup povlači za sobom dodatnu vezanost određenih finansijskih sredstava, zamrzavanjem odgovarajućeg

obima obrtnih sredstava. Ipak, ovakav vid rada daje maksimalnu sigurnost da proizvodnja ne može ostati bez neophodnih sirovina. Veličina  $S_{\max}$  predstavlja najveći dopustivi nivo zaliha odgovarajućeg materijala, odnosno maksimalni kapacitet skladišta. Signalni nivo zaliha kao što se iz slike 77 vidi, je onaj nivo kada se s obzirom na rokove nabavke i isporuke ( $T_r$ ), mora pokrenuti postupak naručivanja, a da pod normalnim uslovima potrošnje, nivo zaliha ne padne ispod  $S_{\text{rez}}$ .

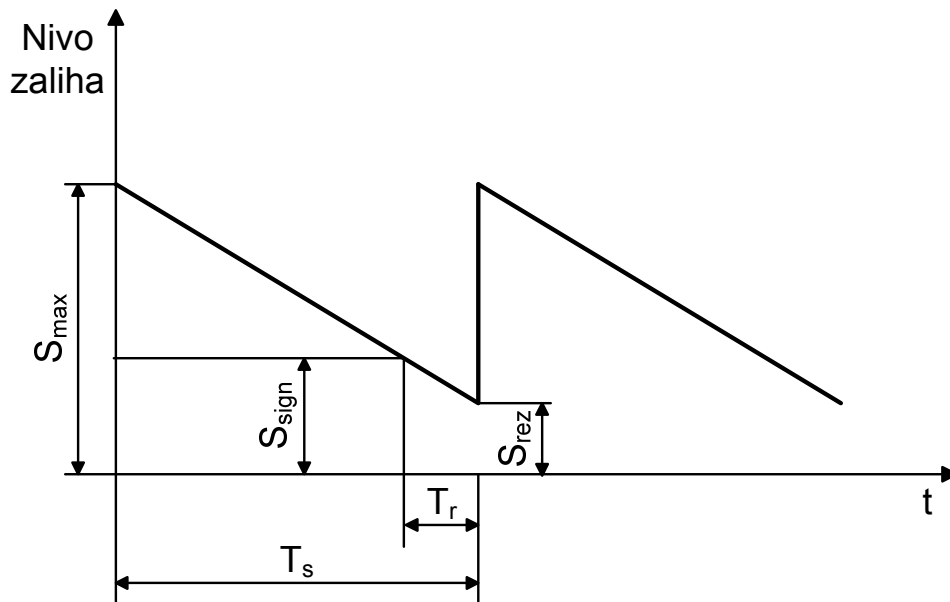
Signalni nivo zaliha se izračunava na osnovu obrasca:

$$S_{\text{sign}} = S_{\text{rez}} + T_r \cdot k \quad (7.10)$$

Gde su:  $S_{\text{rez}}$  - rezervna količina materijala u skladištu (rezervni nivo zaliha),

$T_r$  - vreme potrebno za isporuku materijala,

$k$  - koeficijent zakona potrošnje (brzina trošenja zaliha) t/dan.



Slika 77. Signalni nivo zaliha

Sa slike 77. je očigledno da  $k$  predstavlja nagib prave koja predstavlja promenu nivoa zaliha u funkciji vremena, odnosno:

$$k = \frac{\Delta S}{\Delta t} = \frac{S_{\max} - S_{\text{rez}}}{T_s} \quad (7.11)$$

Dodatno treba istaći da u PPS istovremeno treba upravljati velikim brojem različitih vrsta repro materijala (nekada i po nekoliko hiljada vrsta), koji mogu biti neophodni za proizvodnju kompleksnih proizvoda. Ta činjenica značajno otežava efikasno

praćenje stanja zaliha i pravovremeno reagovanje u cilju obnavljanja zaliha. Značajnu pomoć u ovom poslu predstavlja celishodna selekcija kritičnih materijala koji se određuju na osnovu prethodno usvojenog kriterijuma (npr: najveća vrednost, najveća količina ili neki drugi, saglasno specifičnim uslovima u datoj proizvodnji), a uz pomoć Metode ABC, o kojoj je već bilo reči. Naime, u slučaju velikog broja različitih vrsta reporomaterijala, najveći akcenat se stavlja na modelovanju i optimizaciji strateški najvažnijih sirovina, sirovina iz grupe A, dok se materijali iz grupa B i C, kontrolišu na manje sofisticirani način.

Prema vrstama, u literaturi se može još susresti i sledeća klasifikacija zaliha:

- Sigurnosne zalihe, odnosno zalihe koje se ostavljaju kao rezerva kako se ne bi pojavio prekid u snabdevanju, o čemu je već bilo reči,
- Ciklične zalihe. Ovaj vid zaliha se javlja kada naručilac naruči čitavu proizvodnu seriju, ili srazmerno veću količinu a da pri tome, očekuje isporuku tek pošto i poslednji komad proizvoda bude završen. Samim time, mora postojati zaliha gotovih proizvoda sve do završetka ciklusa proizvodnje,
- Zalihe očekivanja tražnje. Kod ovih zaliha, dolazi do gomilanja količine proizvoda u periodu kada je smanjena potražnja na tržištu da bi se isti isporučivali u periodu veće potražnje. To je situacija slična onoj opisanoj na slici 63.
- Zalihe tekuće proizvodnje. Ovde spadaju svi oni materijali koji se nalaze u samom toku proizvodnje, u sredstvima unutrašnjeg ili spoljašnjeg transporta, na kojima se još uvek odvijaju radni zadaci.

Takođe, značajno je istaći da se zalihe ulaznih sirovina, poluproizvoda i finalnih proizvoda, nalaze u prostoru predviđenom za to, gde ovi materijali moraju biti fizički smešteni. U pogledu skladištenja materijala, pored već obrađene problematike nivoa zaliha, treba s obzirom na tok materijala (putanja kretanja i odgovarajuća količina) utvrditi kategorije, lokaciju i veličinu skladišta materijala.

Razlikuju se sledeće kategorije skladišta materijala:

- skladišta reproduktionog materijala (ulazna skladišta),
- skladišta delova proizvoda i nedovršene proizvodnje (međuskladišta),
- skladišta gotovih proizvoda (izlazna skladišta).

Položaj svih kategorija skladišta treba da bude usklađen sa zahtevom da glavni tok materijala kroz proizvodni proces bude

ostvaren po putanji koja će biti optimalna - najkraća unutar fabrike uz istovremeno optimalno povezivanje sa pristupnim javnim saobraćajnicama na karakterističnim ulaznim, odnosno izlaznim punktovima. O raspoređivanju pogona, skladišta, kao i pojedinih radnih mesta unutar pogona, više reči će biti u narednim poglavljima.

Prema tome, svi prikazani modeli za optimizaciju zaliha, predstavljeni u prethodnom tekstu, su dosta pojednostavljeni u poređenju sa realnim upravljanjem zaliha u proizvodnji.

Istovremeno bavljenje hiljadama predmeta u skladištima i stotinama različitih isporučioaca, uz mogućnost postojanja desetina hiljada krajnjih korisnika, upravljanje zalihama čini vrlo kompleksnim i dinamičkim zadatkom.

Kako bi kontrolisao takvu kompleksnost, menadžer proizvodnje mora uraditi dve elementarne stvari:

1. Izvršiti klasifikaciju različitih predmeta koje ima u skladištima (kako je već rečeno na osnovu BOM i ABC metode);
2. Odlučiti o investiciji u adekvatni informacioni sistem kontrole zaliha.

U savremenoj proizvodnji, većinom zaliha kojih ima u značajnijoj količini, se upravlja kompjuterizovanim sistemima. Postoje brojni komercijalni softveri za kontrolu zaliha, koji u suštini imaju određene zajedničke osobine, kao što su:

1. *Ažuriranje podataka o nivou zaliha.* Nakon svake transakcije (isporuka u ili iz skladišta), čini se tzv. "update" podataka u smislu broja, količine, pozicije ili vrednosti zaliha.
2. *Generisanje narudžbenice.* Osnovne dve odluke koje treba doneti u ovom smislu su koliko materijala i kada treba naručiti. Ove odluke se mogu doneti i uz podršku infomacionih sistema (IS), nakon što se definiše optimalni nivo zaliha (G), predstavljen u prethodnom tekstu, i eventualno signalni nivo zaliha. Potom IS može automatski generisati narudžbenice.
3. *Generisanje izveštaja o stanju zaliha.* Informacioni sistemi za kontrolu zaliha mogu generisati i periodične izveštaje o stanju zaliha (u smislu količina, vrednosti, pozicije, ...) koji su od pomoći kako kod upravljanja zalihama, tako i kod kontrole odvijanja plana proizvodnje.
4. *Predviđanje.* Sve odluke o zalihama se zasnivaju na predviđanju budućih zahteva. Sistem kontrole zaliha može

upoređivati stvarnu potražnju u odnosu na predviđanja i prilagođavati predviđanja u skladu sa stvarnim nivoima potražnje.

### **7.3.2. Priprema i obezbeđenje proizvodnje alatima**

Kako bi proizvodnja mogla neometano da se odvija, u okviru svih planiranih radnih mesta, osim obezbeđivanja potrebnih repromaterijala – predmeta rada, nophodno je obezbediti i sve potrebne alate za rad. Naime, za izvršavanje proizvodnih zadataka, značajnu komponentnu potrebu predstavljaju alati, pribori i tome slično, koje takođe treba planirati i dopremiti na dato radno mesto.

Projektovanje tehnoloških procesa i razrada pojedinih operacija uz odgovarajuću dokumentaciju, stvara mogućnost pojave specifične potrebe za alatima, kvalitativno i kvantitativno, o čemu je već bilo reči u tekstu koji se bavio planiranjem proizvodnog procesa.

Planiranje potreba u alatima i priborima, poseduje izvesne specifičnosti. Pre svega, treba utvrditi sledeće:

- potrebe u alatima za nove proizvode, i
- potrebe u alatima za osvojene proizvode.

Dalje, sa stanovišta izvora obezbeđenja, treba razlikovati dve grupe alata:

- standardne,
- specijalne.

Pri čemu su standardni alati oni koji se mogu nabaviti kupovinom od bilo kojeg distributera ovog vida opreme. Specijalni alati su karakteristični samo u slučajevima proizvodnje specifičnih-retkih tipova proizvoda i najčešće se izrađuju namenski isključivo za dati PPS. Svakako nabavka i izrada specijalnih alata je značajno skuplja u odnosu na nabavku standardnih alata.

### **7.4. Raspored organizacionih celih PPS-a sa aspekta tokova materijala - Layout**

Svaku proizvodnju karakteriše kretanje materijala, od jedne do druge „tačke“ u skladu sa redosledom faza u proizvodnom procesu, odnosno operacija u okviru pojedine faze proizvodnje.

Redosled faza operacija u planu proizvodnje određuje i raspored proizvodnih pogona, odnosno odeljenja. Sa stanovišta racionalizacije proizvodnje poželjno je da pređeni put materijala i sredstava unutrašnjeg transporta bude pravolinijski i što je moguće kraći.



Unutar svake faze ostvaruje se određeni broj operacija u skladu sa tehnološkom razradom na odgovarajućim mašinama (radnim

mestima) a što određuje raspored odgovarajućih mašina, odnosno radnih mesta. Oblik i dužina putanje predmeta rada, za dati tehnološki proces, zavise od rasporeda mašina odnosno radnih mesta, koja su predviđena da učestvuju u realizaciji proizvodnje.

Sam raspored radnih mesta, odnosno opreme, mašina, operatera, kao i odnos pozicija pogona i skladišnog prostora, definiše osnovni oblik i izgled fabrike. Na taj način se takođe određuje tok proizvodnje. Drugim rečima, određuje kako se materijali i delovi kreću kroz fabriku. Relativno mala izmena u poziciji mašine u fabrici može uticati na tok materijala. Ovo na taj način može uticati na cenu i efikasnost proizvodnje, kroz tok vrednosti.

Pri tome, treba razlikovati dve osnovna situacije kod definsanja rasporeda organizacionih celina PPS-a. Naime, jedno je mogućnost pozicioniranja kod potpuno novog pogona. Tada se na osnovu tehnološkog procesa, po prvi put definišu i neophodne faze proizvodnje, pa potom i neophodne radne operacije (i radna mesta) u okviru svake od faza. Tek potom, planira se proizvodnja oprema, da bi se zatim, u skladu sa redosledom rada i planiranom opremom, vršio dizajn prostora odnosno samih zgrada pogona kao i skladišnih kapaciteta. S druge strane je situacija gde treba uraditi alokaciju opreme i novi redosled radnih operacija u već postojećem pogonu, shodno novim proizvodima u portfoliju fabrike. Ova druga situacija je dosta kompleksnija, jer uključuje usaglašavanje sa već postojećom proizvodnom opremom i u izvesnim slučajevima pomeranje delova opereme. Srećom, u savremenim uslovima, sami objekti (zidovi i krovna konstrukcija) pogona se izrađuju od montažno-demontažnih sklopova i lakih konstrukcionih materijala te ih je relativno lako demontirati i vršiti modifikacije na obliku prostora bilo kog pogona ili skladišta.

Dizajn rasporeda organizacionih celina, pa i samih radnih mesta u pogonu, se u stranoj literaturi jednom rečju naziva „Layout“. Obzirom da nije jednostavno naći adekvatan prevod ovog termina, koji bi se sastojao od samo jedne reči, ovaj izraz se često bez prevoda koristi i u domaćoj literaturi. Praktično određivanje layout-a je jedan od najkritičnijih zadataka proizvodnog menadžmenta. On utiče na efikasnost fabrike, kvalitet i cenu proizvodnje. Ako je layout pogrešan, to može uticati na konfuzne

putanje toka, problem sa uvećanim zalihama, produženo vreme procesa, nefleksibilan rad i samim time uvećanje troškova. Međutim, mnogi praktični razlozi ovaj zadatak čine otežanim. Jedan od njih je fizička veličina opreme i mašina koje se moraju pozicionirati ili čak pomerati. Menadžerima proizvodnje je onemogućeno da čine česte izmene layout-a fabrike jer je to skupo i može negativno uticati na izazivanje kvarova opreme. Međutim, u isto vreme postoji pritisak za dizajnom efikasnog layout-a koji najviše odgovara fabrici.

Dizajn layout-a fabrike, kao i svaka druga aktivnost dizajna, mora početi sa jasnim ciljevima. Važno je za članove tima koji su uključeni u dizajn layout-a da razumeju strateške ciljeve proizvodnje kao što su karakteristike i moguće promene obima proizvodnje. Ipak, ovo je samo početna tačka višestadijuskog procesa koja vodi ka konačnom fizičkom layout-u fabrike. Stadijumi ovog procesa su:

1. Uzeti u obzir obim proizvodnje i opsege materijala koji se kreću kroz proizvodni proces i analizirati najoptimalniji tip procesa (proizvodnje).

Obim proizvodnje treba sagledati kako sa kvantitativnog, tako i sa kvalitativnog aspekta, o čemu je već bilo reči u prethodnom tekstu ove knjige. Kako je već rečeno tipovi proizvodnje mogu biti:

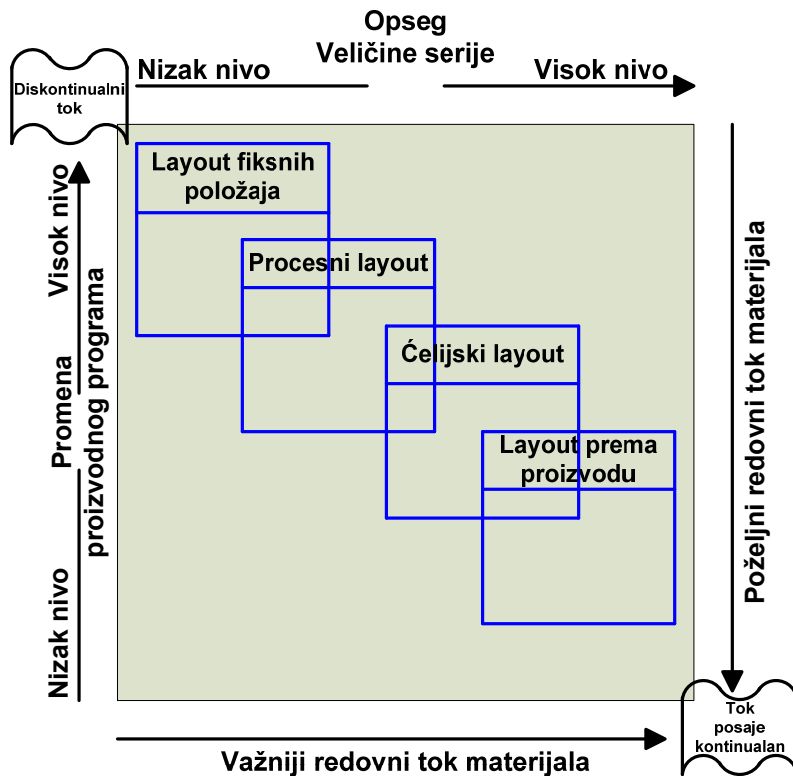
- Pojedinačna proizvodnja,
- Serijski proizvodnja,
- Masovna proizvodnja,
- Kontinualna ili diskontinualna proizvodnja.

Takođe, već je opisana analiza optimalne veličine proizvodne serije. Odluke sa tog nivoa sada se koriste kod selekcije najoptimalnijeg osnovnog layout-a proizvodnje.

2. Izbor osnovnog layout-a.

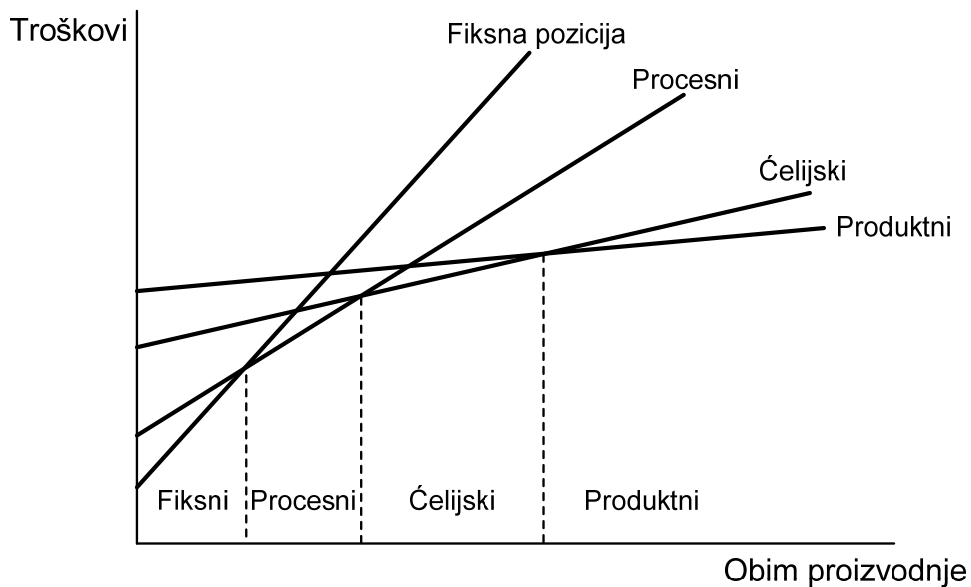
Osnovni tipovi uređenja postrojenja i odeljenja u fabrici su: Layout fiksnih položaja, procesni layout, ćelijski layout i layout prema proizvodu. Takođe, može se pojaviti kombinacija navedenih, što predstavlja mešoviti layout.

Na odluku o tome koji od navedenih layouta da se primeni mora uticati razumevanje njihovih prednosti i nedostataka. Karakteristike planiranog opsega proizvodnjih operacija suziće izbor na dve ili tri opcije. Na Slici 78. je to prikazano dijagramski.



Slika 78. Uticaj opsega određenih faza procesa na layout fabrike

Veoma važan faktor je i uticaj cene pojedinih layout-a. Ukupna troškovi, fiksni i varijabilni zavise od količine proizvedenih proizvoda, odnosno opsega proizvodnje, kako je dato na slici 79.



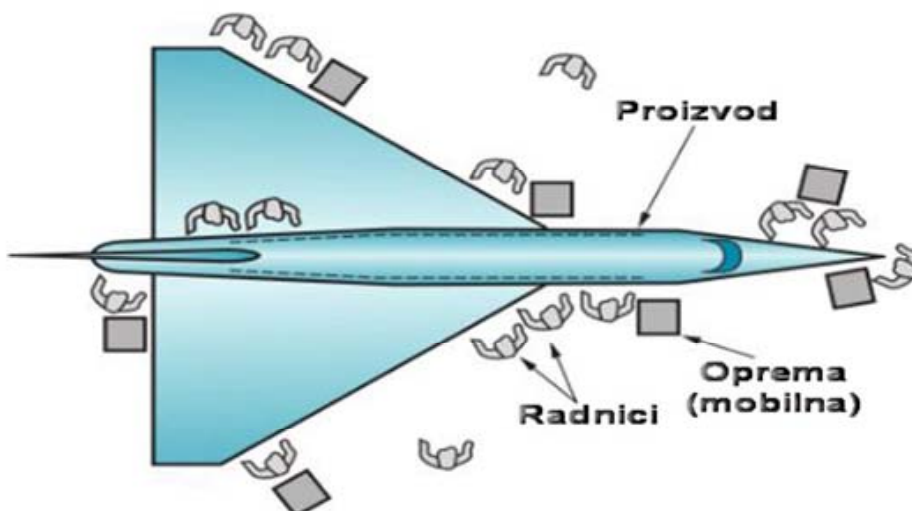
Slika 79. Osnovni tipovi layout-a imaju različite fiksne i varijabilne karakteristike troškova u funkciji opsega (obima) proizvodnje

Odnos samih tipova Layouta, prema vrstama proizvodnih procesa (kao i procesa koji generišu usluge), koji su već bili predstavljeni na slici 41., dat je na slici 80.

Tipovi proizvodnih procesa	Osnovni tipovi layout-a	Tipovi uslužnih procesa
Projektni procesi	Layout fiksnih položaja	Profesionalne usluge
Zanatski procesi		
Maloserijski procesi	Funkcionalni layout	Uslužne radionice
Masovni procesi	Čelijski layout	
Kontinualni procesi	Produktivni layout	Masovne usluge

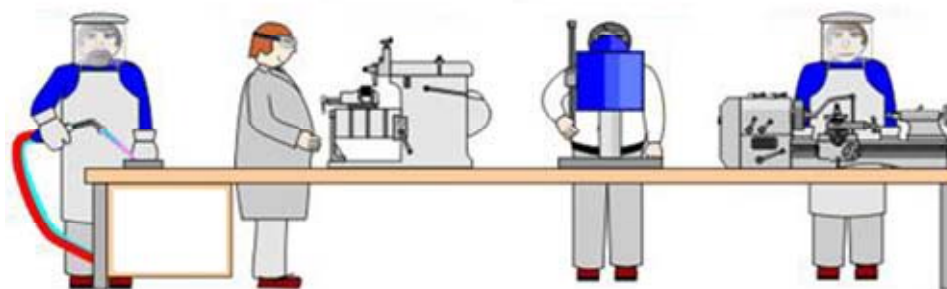
Slika 80. Odnos tipova procesa prema tipovima layout

Na osnovu slike 80 jasno je da se za slučaj projektnih procesa, pa tako i kod procesa karakterističnih za zanatske radionice, logično je opredeliti se za layout fiksnih položaja. Naime, ukoliko se radi o projektnom procesu, svakako je slučaj da predmet rada (koji može biti zgrada, most, letelica ....) miruje u fiksnim položajima, dok se vrši kretanje operatera i proizvodne opreme (Slika 81). S druge strane, kod zanatskih radnji, obično se radi o manjim proizvodnim serijama, za koje nije isplativo premeštati proizvodnu opremu. U ovom slučaju, proizvodna oprema je fiksirana na određenim pozicijama a vrši se kretanje operatera i predmeta rada (Slika 82).



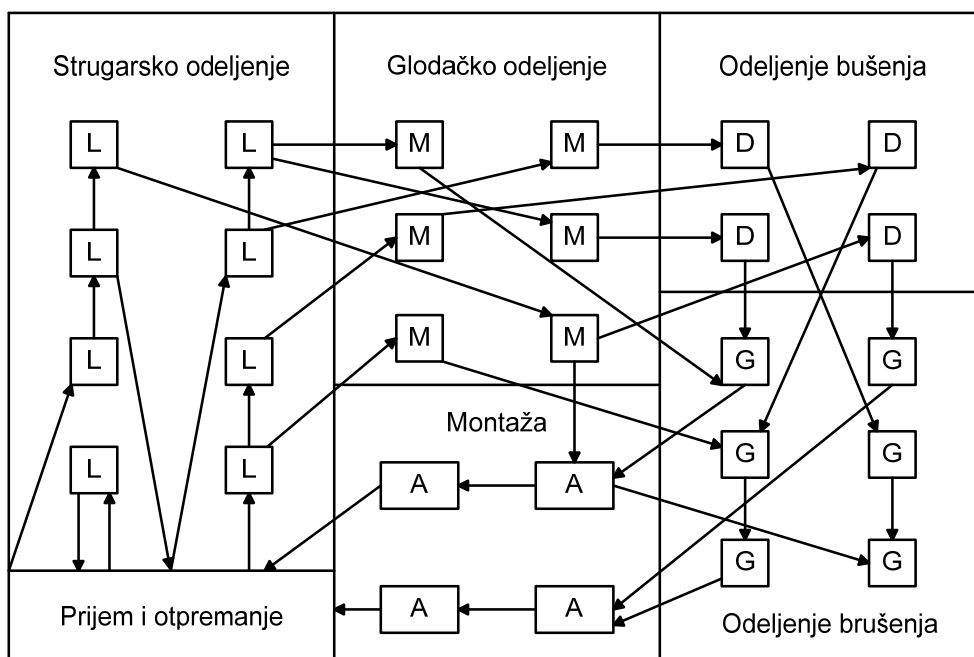


*Slika 81. Primeri Layout-a fiksnih položaja kod projektnih procesa*



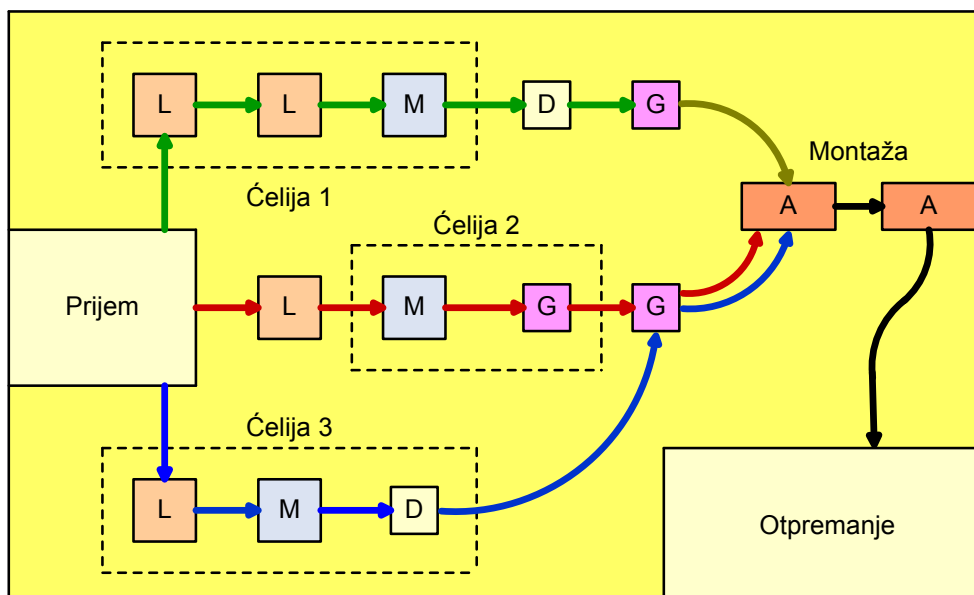
*Slika 82. Primer Layout-a fiksnih položaja za procese u zanatskim radnjama*

Kod nešto većih obima proizvodnje – maloserijska proizvodnja, koristi se tzv., funkcionalni layout (koji se još naziva i procesni layout kao i grupni layout). U okviru navedenog layouta proizvodna oprema je klasifikovana u grupe koje su smeštene u adekvatnim delovima pogona. Ovaj layout je sličan layout-u fiksnih položaja, samo što se ovde osim pojedinačnih mašina, na fiksnim položajima nalaze grupacije od po nekoliko mašina iste vrste (slika 83). Takođe, ovde se javlja slučaj da se proizvodi veći broj različitih proizvoda, te možemo imati i paralelno kretanje više predmeta rada. Na ovaj način grupisane mašine najčešće nisu usklađene sa redosledom operacija za pojedine radne predmete, pa se veoma često javljaju "cik-cak" i povratna kretanja, a ponekad i kretanja u obliku "petlje", što se ocenjuje kao neracionalno.



Slika 83. Primer funkcionalnog-grupnog layout-a

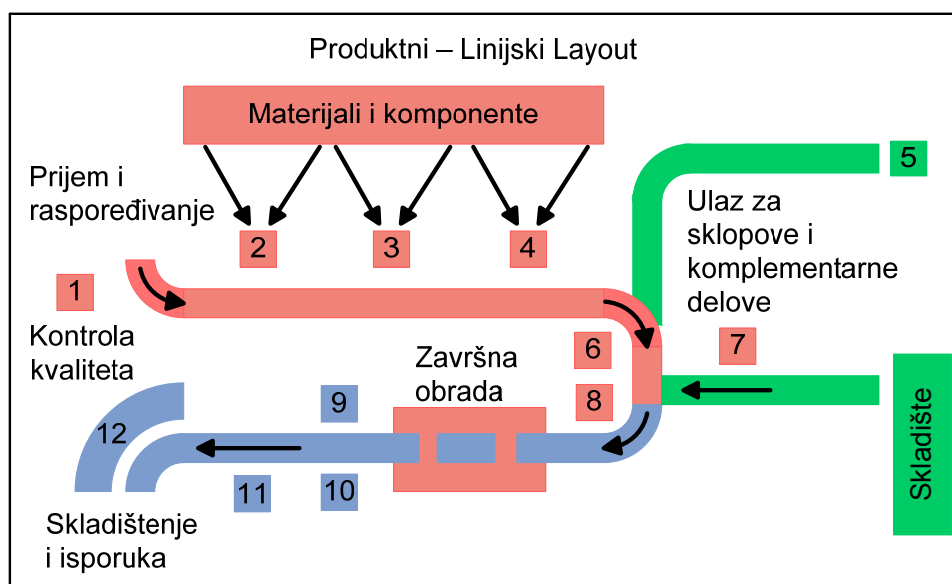
Sledeći je ćelijski layout koji se primenjuje kod znatno većih serija ili kod masovne proizvodnje. U tom slučaju se shodno pojedinim tipovima proizvoda, mašine grupišu prema funkcijama u logički niz, odnosno proizvodne ćelije. Naravno, za veći broj različitih proizvoda, postoji i veći broj zasebnih ćelija (Slika 84).



Slika 84. Primer ćelijskog layout-a

Na kraju, za masovnu – kontinulnu proizvodnju, koristi se layout koji je prilagođen samom proizvodu, tzv. produktni layout, koji je poznat i kao linijski layout. Ovde su proizvodne serije toliko

velike, da je isplativo proizvodnu opremu poredati prema reosledu proizvodnih operacija koje treba preduzimati na svakom pojedinačnom proizvodu. Mašine su poredane u skladu sa projektovanim redosledom operacija za izradu jednog komada, proizvoda. Na svakoj mašini obavlja se jedna ili više operacija, a radni predmet se kreće od mašine do mašine u istom smeru po najkraćoj mogućoj putanji. Takav raspored mašina najčešće je ekonomski isplativ za primenu u masovnoj, odnosno lančanoj proizvodnji. Primena ovog rasporeda opravdana je u uslovima ustaljenog proizvodnog programa i uz odgovarajuću masovnu proizvodnju, na dugoročnom, nivou. Primeri ovakvog Layout-a su dati na slici 85. Kako se na slici vidi, ovaj tip layouta može imati visoku automatizaciju ili čak robotizaciju proizvodnih procesa.



Slika 85. Primeri produktnog – linijskog layout-a

3. Finalni stadijum je sam dizajn layout-a zasnovano na gornjim uslovima i izboru adekvatnog tipa layouta.

U ovom stadijumu se zapravo određuje detaljna lokacija mašina.

Tu se u obzir se moraju uzeti sledeći značajni detalji:

- vreme trajanja proizvodnog ciklusa,
- varijacije vremena svake pojedinačne operacije,
- bilans materijala koji se kreće,
- redosled operacija.

Dodatno, uz navedene operacione ciljeve moraju se uzeti u obzir i sledeći važni faktori: bezbednost na radu, dostupnost opreme sredstvima unutrašnjeg transporta, iskorišćenje prostora (kako horizontalno, tako i vertikalno) i dugoročna fleksibilnost.

U pogledu racionalnosti rasporeda mašina, najpovoljniji je linijski raspored, dok je najnepovoljniji grupni raspored mašina. Međutim, kako je već rečeno, prilikom izbora tipa rasporeda mašina treba imati u vidu sledeće faktore:

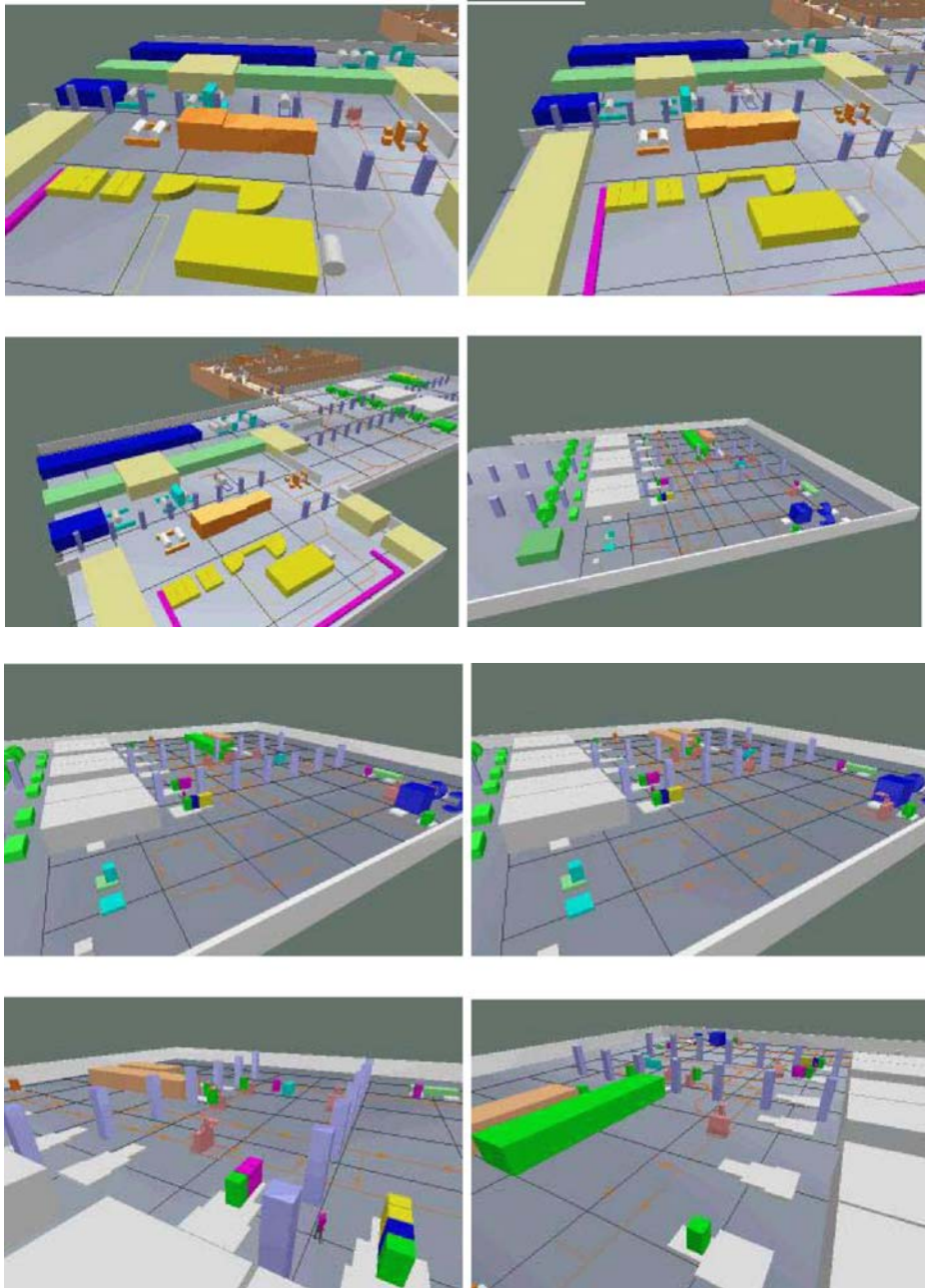
- obim proizvodnje,
- dugoročna ustaljenost i usklađenost proizvodnog programa,
- stepen specijalizacije opreme i mašina,
- organizacioni nivo proizvodnih procesa.

Na osnovu definisanih podataka, traženje rešenja, koje bi zadovoljilo kriterijum: „minimalna nepotrebna kretanja u tokovima materijala, uz najveći udeo pravolinijskih putanja“, može biti sprovedeno na dva načina:

1. empirijskim metodama,
2. analitičkim metodama.

Pod *empirijskim* metodama podrazumevaju se raznovrsni zahtevi na bazi analogije sa sličnim rešenjima, rešenja na bazi intuicije i procene, i u novije vreme rešenja bazirana na osnovu računarskih simulacija. Prikaz elektronski simuliranog layout-a postrojenja dat je na nizu slajdova na slici 86.





*Slika 86. Dizajn layouta primenom računarske simulacije*

Sama softverska simulacija omogućuje primenu baza podataka za različite vidove proizvodne opreme i mašina, kao i različitih tipova sredstava unutrašnjeg transporta. Potom se putem adekvatnog softvera vrši raspoređivanje opreme u virtualnom prostoru. Zatim, može se vršiti simulacija transportnih tokova i kretanja materijala između pogona i pojedinačnih radnih mesta. Svakako, moguće je vršiti i dodatnu optimizaciju, premeštanjem opreme, mašina i transportnih tokova. Ovakav vid planiranja smanjuje troškove i smanjuje rizik eksperimenata u fizičkom prostoru, sa realnom proizvodnom opremom. Time se umanjuje mogućnost greške kod određivanja layouta, jer se realna oprema

raspoređuje u fizičkom prostoru, tek pošto se dostigne optimum u toku simulacije na računaru. Prema tome, simulacija omogućava dizajneru da eksperimentiše, uz upotrebu virtualnog modela, metodom pokušaja i greške. Ovo takođe dizajneru omogućava da razume osobine, probleme i moguća rešenja. Problemi za čije bi razumevanje bile potrebne godine mogu se simulirati za veoma kratko vreme, primenom savremenih softverskih alata.

*Analitičke* metode obuhvataju različite postupke zasnovane na određivanju optimalnog layouta na osnovu merenja, proračuna, numeričkih analiza i modelovanja. Svaka od ovih aktivnosti je orijentisana ka optimizaciji. Primena ovih metoda pretpostavlja korišćenje elektronskog računskog sistema i adekvatnog softvera zbog masovnosti računskih operacija, čime se postiže značajno skraćenje trajanja procedure i ujedno, kao veoma značajno, analiza znatno većeg broja kombinacija rasporeda radnih mesta nego što je to realno i moguće na klasičan način. Naime, za situaciju kada u prostoru treba rasporediti više od 10 radnih stanica (radnih mesta, mašina), smatra se da ona spada u klasu NPH (Non Polynomial Hard) matematičkih problema. Za ovakve probleme malo je verovatno pronaći optimalno rešenje, u realnom vremenu, bez primene adekvatnog softverskog alata zasnovanog na generičkim algoritmima. Prema tome, kompleksnost zadataka dizajna rasporeda fabrike, dovela je do razvoja specijalizovanih softverskih alata koji pomažu u procesu dizajna. Neki od ovih alata se zasnivaju na heurističkim procedurama. Čak i ovi alati, za slučaj velikog broja radnih mesta koja treba rasporediti u prostoru, ne traže optimalno rešenje već tragaju za dovoljno dobrim rešenjem.

Međutim, kod traženja optimalnih rešenja analitičkim metodama, bez obzira da li se zasnivaju na klasičnim proračunima ili proračunima adekvatnim algoritmima, uzimaju se u obzir sledeći unapred zadati kriterijumi:

- *kvantitativni kriterijumi* (minimalni tok materijala, ljudi, sredstava unutrašnjeg transporta i slično),
- *kvalitativni* (poželjno – nepoželjno postojanje kontakta između pojedinih pogona ili radnih mesta usled buke, vibracija, itd.),
- *mešoviti kriterijumi*, gde na konačni raspored opreme podjednaki uticaj imaju kvantitativni ali i kvalitativni uticaji.

Kvantitativni kriterijumi su najčešće zasnovani na određenim funkcijama cilja, koje mogu biti definisane na načine predstavljene u daljem tekstu.

- Transportni učinak definisan protokom materijala (7.12):

$$\min F = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n q_{ij} \cdot l_{ij}; \quad i, j = 1, 2, 3, \dots, n$$

Gde je:

F - ukupni transportni učinak,

$q_{ij}$  (t, m<sup>3</sup>, kom) - količina materijala koja se kreće između radnih mesta i – j,

$l_{ij}$  (m) - dužina transportnog puta između i-te i j-te lokacije radnih mesta.

- Transportni učinak definisan brojem ciklusa (7.13):

$$\min F = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n N_{ij} \cdot l_{ij}; \quad i, j = 1, 2, 3, \dots, n$$

gde je:

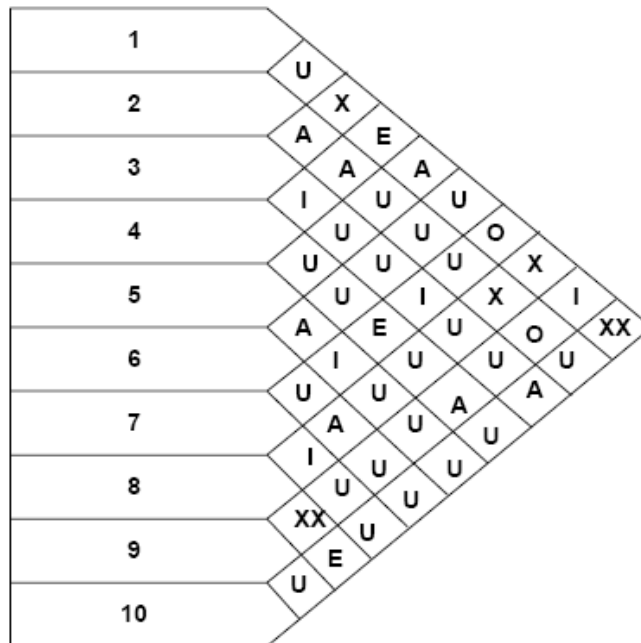
$N_{ij}$  - broj transportnih ciklusa između i-te i j-te lokacije radnih mesta. Ostali simboli su identični kao u prethodnom slučaju.

- Transportni učinak definisan preko transportnih troškova (7.14):

$$\min T = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n q_{ij} \cdot l_{ij} \cdot c_{ij}; \quad i, j = 1, 2, 3, \dots, n$$

gde je:  $c_{ij}$  - (din/m kg) jedinični transportni troškovi.

Kvalitativni kriterijumi su najčešće definisani takozvanom matricom međuzavisnosti aktivnosti, koja pokazuje vrstu i poželjnost/nepoželjnost veza između podsistema, odnosno pojedinih lokacija radnih mesta, slika 87.



Slika 87. Matrica međuzavisnosti aktivnosti

Gde su:

A - apsolutno neophodna

povezanost

E - veoma važno postojanje veze

I - važno postojanje veza

O - potrebno postojanje veza

U - nevažno

X - nepoželjno

XX - veoma nepoželjno

Razlozi:

1. Udaljenost od skladišta,

2. Buka

3. Vibracije

4. Prašina

5. Protok dokumentacije

6. Step komunikacije

7. Korišćenje iste opreme

8. Korišćenje zajedničke arhive

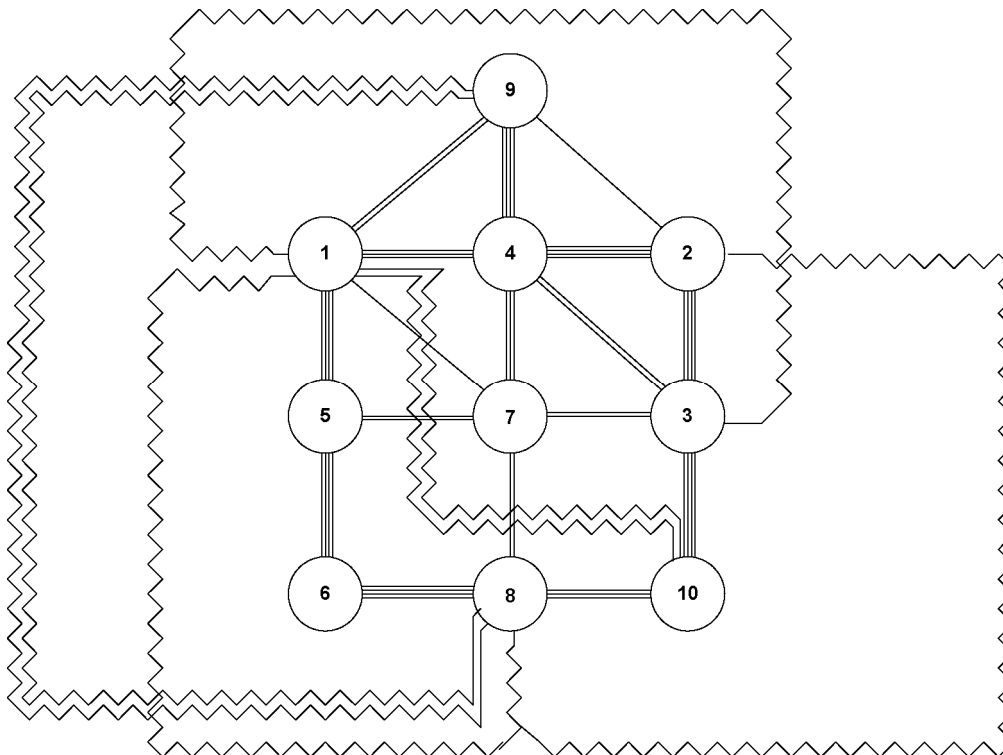
9. Protok materijala

Koristeći sledeću analogiju stepena zavisnosti pojedinih lokacija sa sa brojem veza, može se dati odnos predstavljen u Tabeli 5.

Tabela 5. Odnos povezanosti lokacija i broja veza između njih

Oznaka	Stepen zavisnosti	Broj veza
A	Apsolutno neophodno	====
E	Veoma važno	====
I	Vežno	=====
O	Potrebno	=====
U	Nevažno	-----
X	Nepoželjno	∩ ∩ ∩ ∩ ∩
XX	Veoma nepoželjno	∩ ∩ ∩ ∩ ∩ ∩ ∩ ∩ ∩ ∩

Na osnovu parametara zadatih u matrici međuzavisnosti aktivnosti (slika 87) i analogije sa brojem veza, može se formirati sledeći raspored navedenih 10 radnih mesta iz matrice, slika 88.



Slika 88. Kvalitativno određen raspored proizvodnih lokacija (odeljenja/radnih mesta)

Mešoviti, kvalitativno-kvantitativni kriterijum biće takođe objašnjen na primeru. Kako je već rečeno, kvantitativna metoda je zasnovana na konkretnom kriterijumu. Na primer ukoliko je kriterijum: „najveća količina proizvoda se kreće najkraćom relacijom za transport proizvoda“.

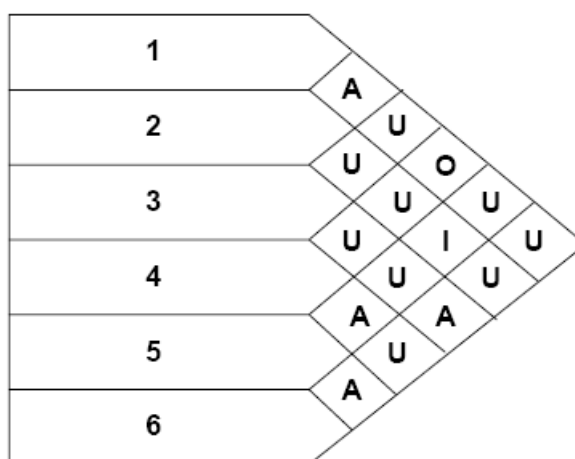
U tom slučaju, funkcija cilja je:

$$(\min F = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n q_{ij} \cdot l_{ij}; \_i, j = 1, 2, 3, \dots, n) \quad (8.15)$$

Uz to, kvalitativni kriterijum je baziran na matrici međuzavisnosti aktivnosti, slika 89. Zadati odnos između kvalitativnih i kvantitativnih uticaja je 50 : 50. Količina materijala koja se kreće između pojedinih radnih mesta, data je u tabeli 6. Ovaj vid tabele je značajan alat kod kvalitativnog kriterijuma i poznat je još pod nazivom „od-do“ matrica.

Tabela 6. protok materijala između pojedinih odeljenja (t)

Do Od	1	2	3	4	5	6
1		170	12	90		13
2			25	200	120	
3				13	40	
4					12	200
5						90
6						



Slika 89. Matrica međuzavisnosti aktivnosti

Da bi se mogla izvršiti kombinacija kvantitativne i kvalitativne metode, prvo je potrebno izvršiti kvantifikaciju kriterijuma kvalitativne metode, na način predstavljen u tabeli 7.

Tabela 7. Kvantifikacija oznaka iz matrice međuzavisnosti aktivnosti

Oznaka	Kvantitativni analog
A	4
E	3
I	2
<b>0</b>	1
U	0
X	-2
<b>XX</b>	-10

Takođe, radi pojednostavljenja proračuna, vrši se rangiranje količine proizvoda, koja se kreće između pojedinih radnih mesta, na način predstavljen u tabeli 8.

Tabela 8. Određivanje ranga količine materijala koji se kreće između pojedinih radnih mesta

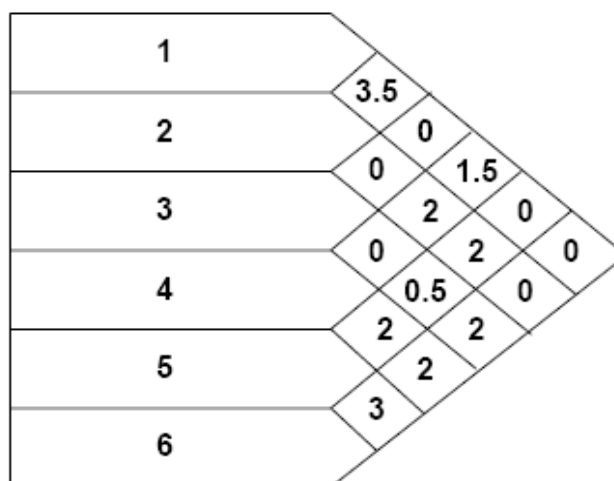
Količina proizvoda (t)	rang
0-30	0
31-70	1
71-120	2
121-180	3
181-200	4

Na taj način je moguće formirati tabelu kvantitativno-kvalitativnog ranga (Tabela 9).

Tabela 9. Sumarni kvantitativno-kvalitativni rang

	A(4)	E(3)	1(2)	0(1)	U(0)	X(-2)	XX(-10)
4(181-200)	4	3,5	3	2,5	2	1	/
3(121-180)	3,5	3	2,5	2	1,5	0,5	/
2(71-120)	3	2,5	2	1,5	1	0	/
1(31-70)	2,5	2	1,5	1	0,5	-0,5	/
0 (0-30)	2	1,5	1	0,5	0	-1	/

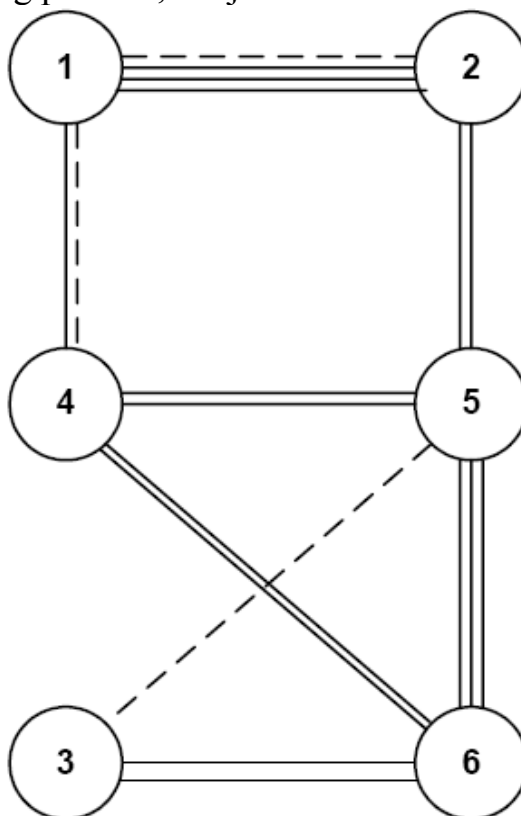
Za slučaj definisan uslovima navedenog primera, može se formirati zajednička matrica međuzavisnosti, zasnovana na mešovitom kvalitativno-kvantitativnom kriterijumu, slika 90.



Slika 90. Kombinovana matrica međuzavisnosti aktivnosti



Prema tome, rezultujući najoptimalniji raspored odeljenja/radnih mesta, navedenog primera, dat je na slici 91.



Slika 91. Optimalni raspored odeljenja

Takođe, i ovde treba istaći da je kod dizajna layouta još jedan važan segment i pozicija PPS-a u okviru lanca snabdevanja. Naime, svaki PPS je povezan, sa strane ulaza u proces – sa različitim snabdevačima, dok je sa strane isporuke svojih finalnih proizvoda – povezan sa distributerima. Samim time, zbog jednostavnijeg i glatkog protoka materijala neophodno je imati usaglašen tok kako u okviru samog PPS-a, tako i na nivou čitavog lanca snabdevanja. Tipičan primer lanca snabdevanja – odnosno logističke mreže u savremenom poslovanju, bio je predstavljen na slikama 13 i 14.

Posmatranje PPS-a i dizajn položaja u okviru čitavog lanca snabdevanja je od značaja za upravljanje proizvodnjom iz više razloga. Jedan od razloga je što se tako mogu identifikovati i oceniti po značaju veze PPS sa svakom od pratećih kompanija, bilo da su sa strane snabdevanja ili sa strane distribucije.

S druge strane, adekvatno logističko povezivanje PPS-a u okviru lanca snabdevanja značajno je i zbog usaglašavanja rukovanja materijalom, odnosno spoljašnjeg i unutrašnjeg transporta.

### **7.4.1. Rukovanje materijalom u proizvodnji**

Pod rukovanjem materijalom podrazumevaju se osnovne operacije koje uključuju pomeranje robustnih, upakovanih ili individualnih proizvoda u bilo kom agregatnom stanju, ručno ili uz primenu opreme koja se pokreće energijom i u okviru granica individualne proizvodnje, fabrikovanja, procesa ili kreiranja usluga.

Treba imati u vidu da rukovanje materijalom ne dodaju novu vrednost proizvodu i uvećava troškove proizvodnje, te samim time utiče i na povećanje cene koštanja finalnog proizvoda. Na taj način rukovanje materijalom treba da bude optimizirano i svedeno na minimalno potrebni opseg. Takođe, loše rukovanje materijalom može dovesti do kašnjenja u proizvodnji, uskih grla, čekanja opreme ili čekanja materijala.

U određivanju adekvatnog layouta proizvodnih postojenja veoma značajni podatak je i koja su sredstva unutrašnjeg transporta na raspolaganju PPS-u. Pri tome treba imati u vidu da unutrašnji transport materijala, komponenti, sklopova i gotovih proizvoda, omogućavaju sistemi za rukovanje materijalom. Rukovanje materijalom počinje istovarom dobara iz sredstava transporta snabdevača (sredstava spoljašnjeg transporta), potom se materijal premešta u magacin ili skladište, ide na mašinsku obradu, sklapanje, testiranje, pakovanje, skladištenje, i na kraju utovar u transportna sredstva spoljašnjeg transporta u cilju distribucije do krajnjih korisnika u lancu snabdevanja. Svaki od stadijuma procesa proizvodnje može zahtevati nešto različitiji dizajn opreme za rukovanje, a neki procesi zahtevaju integraciju više tipova opreme za rukovanje.

Dizajn i selekcija pravog sistema za rukovanje materijalom je takođe jedna od značajnih odluka koju menadžer mora da donese, zbog efekta na ostale elemente proizvodnog procesa. Prema tome, rukovanje materijalom utiče na tok materijala i sam layout fabrike. Nevezano za polazna kapitalna ulaganja u novi sistem, konsekvence bilo kakve pogrešne procene u rukovanju materijalom imaće znatne i dugoročne efekte na operacije. U novije vreme razvijeni su simulacioni računarski alati za simulaciju sistema rukovanja materijalom i njihove efekte na proizvodni proces.

U najsavremeniji način manipulacije materijalom spada robotika. Robotika je prvi put uvedena pre 50-tak godina. Od tog vremena na ovamo primena i vrste ove opreme su se dramatično povećali. U proizvodnim pogonima, roboti se mogu koristiti za sastavljanje

(sklapanje), procese farbanja, zavarivanje, itd. kao i za rukovanje materijalom. U novije vreme su roboti opremljeni sa sensorima za vizualnu i dodirnu kontrolu. Osnovna prednost robota je što se oni mogu koristiti za monotone, svakodnevne operacije koji se često ponavljaju a istovremeno zahtevaju veliku preciznost. Takođe mogu se koristiti u toksičnoj ili na drugi način nebezbednoj sredini.

Zavisno od karaktera tehnološkog procesa, zastupljenost radnih aktivnosti unutrašnjeg transporta u ukupno obavljenom radu na dobijanju proizvoda varira. Prema podacima za neke industrijske grane u SAD, učešće troškova radne snage zaposlene na poslovima unutrašnjeg transporta u ukupnim troškovima radne snage iznose:

- u metaloprerađivačkoj industriji 30%
- u tekstilnoj industriji 40%
- u građevinarstvu i rudarstvu čak 90%.

Pod unutrašnjim transportom treba podrazumevati celokupan proces kretanja i manipulacije materijala u okviru preduzeća. Kako je već rečeno, kad materijal uđe u skladište preduzeća, pa sve dok ne izađe iz preduzeća prenos, utovar, pretovar i druge manipulacije predstavljaju unutrašnji transport.

Obzirom da transportne operacije spadaju u gubitke, kao što je ranije definisano, i ne dovode do povećanja vrednosti proizvoda, opravdana je težnja da se aktivnosti unutrašnjeg transporta optimizacijom svedu na minimum.

Prema tome, u cilju racionalizacije unutrašnjeg transporta, treba se rukovoditi sledećim načelima:

1. putanje materijala treba optimalno skratiti,
2. transportne operacije treba gde je to moguće eliminisati,
3. transportne operacije koje se ne mogu izostaviti treba optimizirati, mehanizovati odnosno automatizovati pogodno izabranim sredstvima.

Prilikom razmatranja problema unutrašnjeg transporta, jedno od vitalnih pitanja je način obavljanja prenosa (ručno ili pomoću nekog mehanizovanog ili automatizovanog transportnog sredstva).

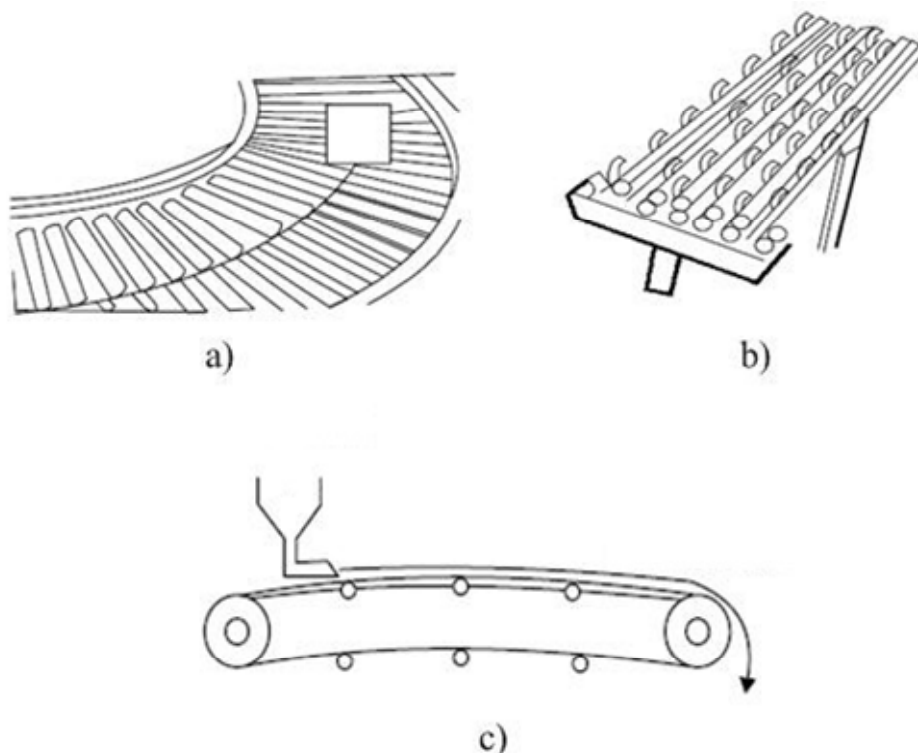
Na selekciju adekvatnog načina transporta, osim veličine proizvodne serije, na osnovu koje se vrši procena opravdanosti investicije u mehanizovanu ili automatizovanu opremu, od uticaja su i sledeći elementi:

- postojeći transportni tokovi određeni Layoutom,
- vrsta materijala koji se transportuje,

- posude (ambalaža) u koje se materijal pakuje prilikom transporta,
- raspoloživa transportna sredstva na tržištu.

U suštini, oprema za rukovanje materijalom se može smestiti u 5 osnovnih grupacija:

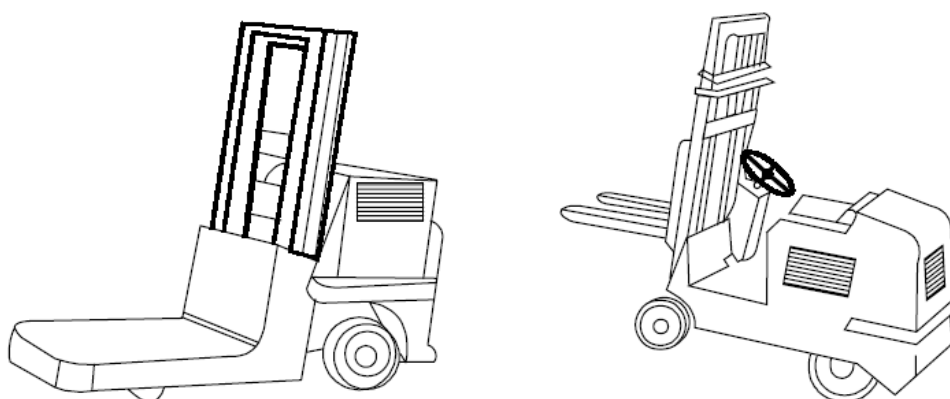
**1. Konvajer.** Konvajer su korisni za pomeranje materijala između dve fiksne radne stanice, kontinualno ili sa prekidima. Uglavnom se koriste kod kontinualne ili masovne proizvodnje – odnosno, pogodni su za većinu operacija gde je protok manje ili više stabilan. Konvajer mogu biti različitog tipa, sa valjcima, točkovima ili kaiševima. Mogu koristiti različite vidove energije za svoj pogon ali mogu biti pokretani i graviraciono, samom težinom predmeta koji se transportuje. Ipak, odluka da se primene konvajer mora se pažljivo doneti, jer obično je dosta skupo instalirati ih, osim toga oni nisu fleksibilni za naknadno pomeranje ili kada treba povezati dva ili više konvajera, neophodno je usaglasiti i brzine njihovih kretanja, kao i kapacitete. Na slici 92 nalaze se primeri konvajera a) sa valjcima, b) sa točkovima i c) sa trakama.



Slika 92. Tipovi konvajera

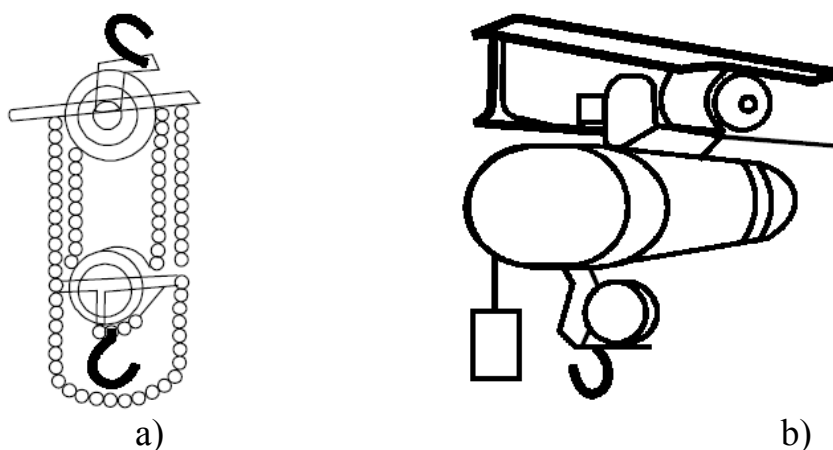
**2. Industrijski viljuškari.** Industrijski viljuškari su fleksibilniji za upotrebu od konvajera jer se mogu kretati između različitih

tačaka i nisu permanentno fiksirani za jedno mesto. Oni su, iz tog razloga, najpogodniji za diskontinualnu proizvodnju i za rukovanje različitim veličinama i oblicima materijala. Postoji veliki broj tipova viljuškara, koji se pokreću na benzin, dizel, električnu energiju, ručno, itd. Njihova najveća prednost leži u tome što mogu imati različite oblike dodatne opreme za pomeranje i pokretanje predmeta različitih dimenzija i oblika. Na slici 93. Predstavljani su neki od oblika viljuškara.



Slika 93. Industrijski viljuškari

**3. Kranovi i dizalice.** Osnovna prednost kranova i dizalica je u tome što mogu pokretati veoma teške materijale kroz prostor iznad radne površine pogona. Ipak, za razliku od viljuškara, oni mogu ob služivati samo ograničenu zonu. I ovde postoji nekoliko tipova kranova i dizalica, i svaki od tih tipova ima različite kapacitete podizanja. Kranovi i dizalice mogu se koristiti kako za kontinualnu tako i za diskontinualnu proizvodnju. Slika 94. predstavlja različite tipove dizalica (a – lančane i b) električne), dok su kranovi predstavljeni na slici 96.



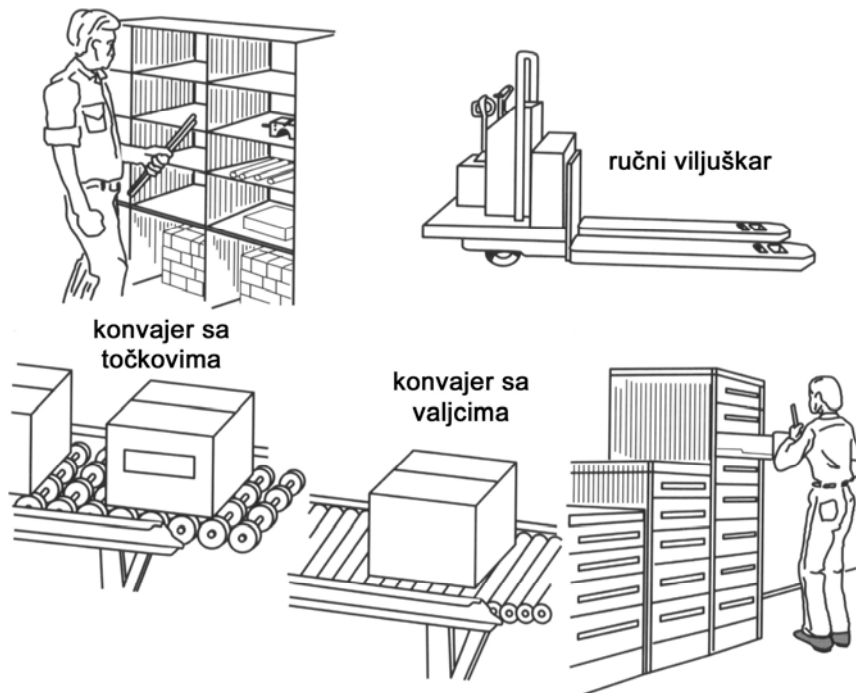
Slika 94. Tipovi dizalica

**4. Roboti.** Postoji veliki broj robota koji su u primeni u savremenoj proizvodnji. Oni variraju u veličini, po funkcijama i

po manevarskim sposobnostima. Pored toga što se veliki broj robota koristi za rukovanje i transport materijala, oni imaju upotrebu kod operacija kao što su zavarivanje ili farbanje. Prednost robota je da se oni mogu primenjivati u agresivnim sredinama i da obavljaju opesne ili monotone radne zadatke, kao što su česta pomeranja teških materijala. Primeri robota u proizvodnji su dati na slici 85 i slici 97.

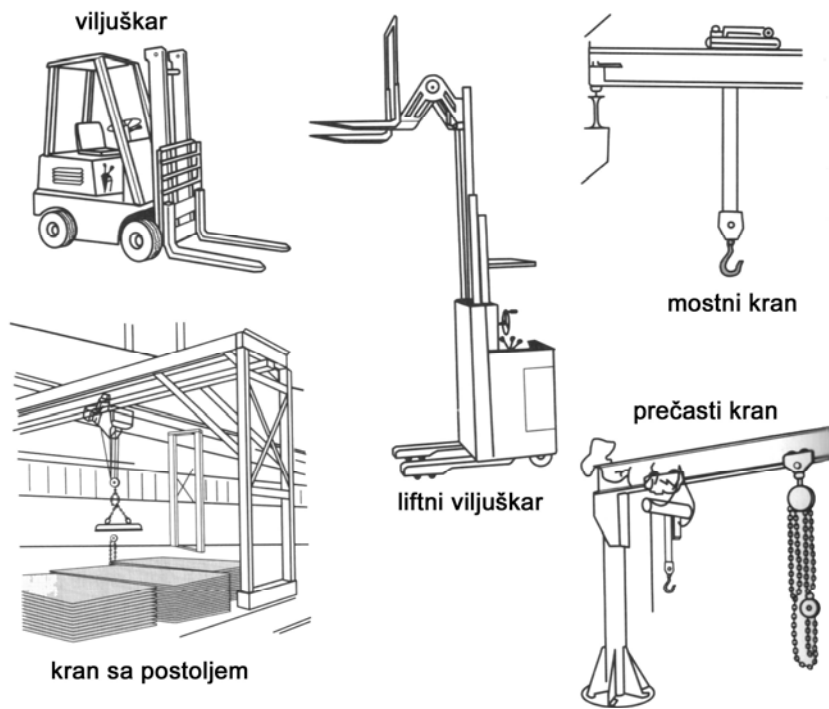
**5. Kontejneri.** Postoje inertni kontejneri (kao što su kutije, burad, korpe ili palete) koji sadrže material koji se treba transportovati ali se sami ne pomeraju, ili pokretni kontejneri kao (kao što su vagoni ili samopokretni kontejneri kojima upravlja računarski sistem). U nastavku ovog poglavlja biće više reći o kontejnerima.

Naravno, osim navedene podele opreme, postoji podela na ručnu, mehanizovanu i automatizovanu opremu, koja u ove grupe svrstava svaku od prethodno opisanih 5 tipova opreme. Dodatni primeri opreme za ručno, mehanizovano i automatizovano rukovanje materijalom u toku proizvodnog procesa dati su na slikama 95 - 97.

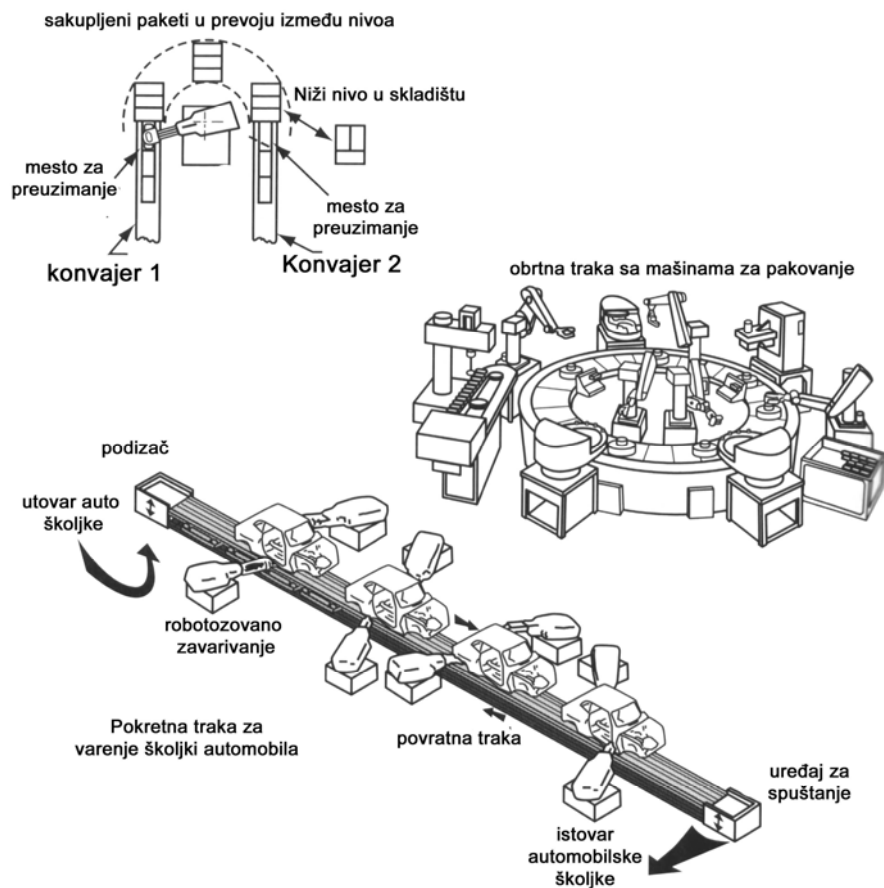


Slika 95. Primeri ručnog rukovanja materijalom u proizvodnji

Upravljanje proizvodnjom



Slika 96. Primeri mehanizovanog rukovanja materijalom u proizvodnji



Slika 97. Primeri automatizovanog rukovanja materijalom u proizvodnji

Rešavanje problema u vezi sa transportnim sredstvima, posudama, putanjom itd, tesno je povezano sa projektovanjem transportnih operacija. U stvari, transportne operacije objedinjavaju u celinu ove elemente, obezbeđujući vršenje celishodnog transportnog rada.

Obzirom da problematika transportnih tokova obuhvata dužinu putanje materijala i količinu materijala za transport, transportni tok se iskazuje u tona metrima [tm].

Dužina putanje materijala može se posmatrati sa aspekta glavnih tokova materijala koji su uslovljeni layout-om fabrike (proizvodna odeljenja, skladišta, itd) ili tokovima materijala u okviru pojedinih odeljenja, uslovljeni rasporedom mašina, opreme i pojedinih radnih mesta.

Prema ranije definisanim kriterijumima, svi navedeni transportni tokovi materijala u fabrici moraju biti što kraći i po mogućstvu pravolinijski, o čemu se mora posebno voditi računa prilikom projektovanja novih fabrika, kao i rekonstrukcije postojećih.

Materijal koji se transportuje, može imati najrazličitija svojstva. Osobine materijala utiču na rešavanje čitavog niza problema u oblasti unutrašnjeg transporta, kao što su transportni postupci, posude, ambalaža, adekvatna transportna sredstva itd.

Karakteristike materijala mogu biti posmatrane sa stanovišta agregatnog stanja: materijal u čvrstom stanju, materijal u tečnom stanju i materijal u gasovitom stanju. Samim time, za svako od navedenog agregatnog stanja neophodno je odabrati adekvatnu ambalažu ali i adekvatna transportna sredstva i sistema.

Pored toga, materijali u čvrstom stanju mogu se razvrstati u dve velike grupe: komadni i sipkasti - praškasti. Što takođe može determinisati adekvatna transportna sredstva.

Dalje, materijali se mogu posmatrati sa aspekta:

- hemijskih svojstava (kiselost, alkalnost, korodirajuća svojstva, otrovnost),
- fizičkih svojstava (tvrdoća, gustina, specifična težina),
- mehaničkih svojstava (čvrstoća, viskoznost, krhkost),
- električnih svojstava (provodljivost, magnetizam, radioaktivnost),
- termičkih svojstava (provodljivost, tačka topljenja),
- veličine i oblika (prašina, prah, zrnasto, grudvasto, itd),
- dimenzije i težina (dužina, širina, površina preseka, zapremina, masa).

Sve navedene karakteristike su od značaja kod selekcije posuda-ambalaže za transport i tipova transportnih sistema.



Za vreme transporta, manipulacije i skladištenja obično se koriste posude za smeštaj materijala. Sa konstruktivne tačke gledišta, postoji veliki broj raznovrsnih rešenja posuda za transport.

Prilikom oblikovanja posuda za transport materijala, centralni problemi koji treba rešiti tiče se racionalizacije i standardizacije manipulacije i transporta u toku proizvodnog procesa.

Kao jedno od uspehlikih rešenja za postavljeni problem treba navesti sistem "paletizacije". Efikasnost ovog rešenja tesno je povezana sa izborom transportnog sredstva, tj. odnosi se na primenu viljuškara, čime je proces planiranja transporta znatno olakšan.

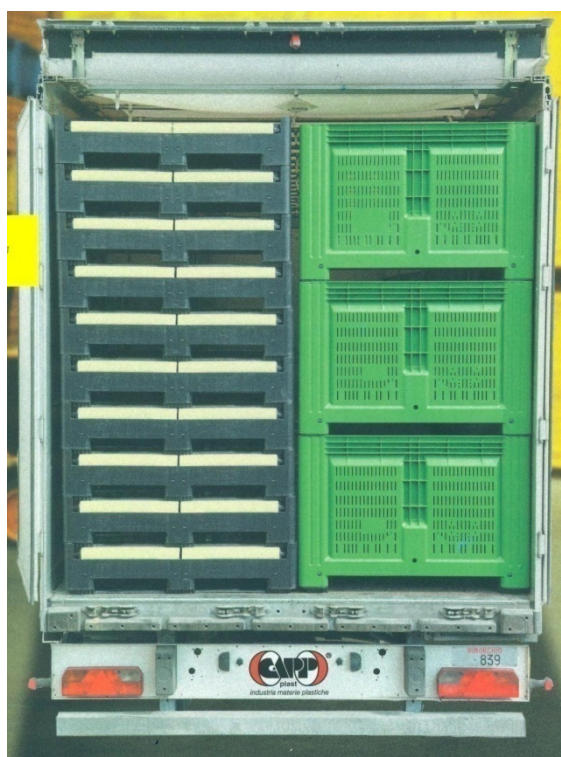
"Paletizacija" materijala u transportu sastoji se u korišćenju specijalnih podmetača (platformi, paleta) koje imaju dva (ili četiri) otvora čije je međurastojanje prilagođeno standardnim međurastojanjima krakova viljuški viljuškara. Tako napravljena platforma omogućava uvlačenje viljuški u ove otvore, te zatim brzo i efikasno podizanje tereta. U stvari, na ovaj način utovar odnosno istovar "paletiziranog" materijala obavlja se bez učešća ljudi posredstvom mehanizma za podizanje i spuštanje viljuški.

Zavisno od svojstva materijala, postoje različite konstrukcije "paletiziranih" posuda. (Nekoliko primera ovih posuda i njihova primena dati su na slici 98. Naravno treba istaći da su u širokoj upotrebi palete standardnih dimenzija i vrsta, kako bi se obezbedilo da se njima može manipulirati viljuškari standardnih dimenzija viljuški i kako bi se one mogle optimalno smestiti u karoserije kamiona standardnih gabarita, posebno kod internacionalnog transporta (Slika 99).





*Slika 98. Izgled i primena paleta za pakovanje i transport materijala*



*Slika 99. Optimalno iskorišćenje prostora u toku transporta*

Prednost "paletiziranog" materijala sa stanovišta transporta i naročito manipulacije, mogu se formulirati na sledeći način:

- trajanje utovara i istovara je svedeno na minimum,
- smanjeno je učešće ljudske radne snage prilikom utovara i istovara,
- postiže se bolje korišćenje transportnih sredstava,
- sniženi su troškovi unutrašnjeg transporta.

Za posude namenjene transportu, od izuzetnog je značaja da ispunjavaju sledeće uslove:

- da su prilagođene svojstvima materijala koji treba transportovati u tim posudama,
- da omogućavaju efikasnu manipulaciju tokom transporta,
- da su usklađene sa kapacitetima transportnih sredstva,
- da su standardizovane po svojim dimenzijama,
- da su dovoljno otporne,
- da su troškovi nabavke što niži.

**Kontejneri.** Izbor prikladnog transportnog sredstva predstavlja jedan od osnovnih problema u oblasti unutrašnjeg transporta. Za adekvatan izbor transportnih sredstava, od najvećeg je značaja pozavanje postojećih vrsta i njihovih karakteristika.

Procena je da postoji blizu 10 000 različitih vrsti transportnih sredstava koja se primenjuju u unutrašnjem saobraćaju, te je razumljivo da karakteristike svih, ovde neće biti razmatrane.

U domenu unutrašnjeg transporta, razvojne tendencije se očitavaju kroz integralni tretman kretanja materijala i manipulacija s njim, što uključuje u izvesnom smislu i spoljašnji transport, odnosno posebno međuzavisnosti ova dva vida transporta. U tom smislu, uspostavljanja spone unutrašnjeg i spoljašnjeg transporta, "Kontejnerizacija" je specifičan vid pakovanja materijala koji omogućuje odstranjivanje suvišnog manipulisanja materijalom. Kontejner kao posuda u koju se pakuje materijal (slika 100), na pogodan način se pričvršćuje za šasiju kamiona, vagona ili se kao takav utovaruje u brodove ili avione, što omogućava značajno pojednostavljenje promene oblika transporta (prelazak sa železnice na drumski saobraćaj npr.) Dimenzije kontejnera su standardizovane, što takođe doprinosi efikasnosti. Propisane veličine kontejnera su takve da se sa jednom operacijom (utovar ili istovar) prenose relativno velike količine. Primena kontejnera omogućuje:

- smanjenje troškova manipulacije materijalom,
- smanjenje pojave štete,
- povoljne uslove za koordinaciju različitih vidova transporta.



*Slika 100. Kontejneri kao značajan doprinos standardizacije transporta*

Za izbor transportnih sredstava primenjuju se posebni oblici klasifikatora u kojima se za pojedina transportna sredstva označava podobnost primene u odnosu na unapred precizirana svojstva i zadatke. Svakako, pre finalne selekcije sredstava unutrašnjeg transporta, neophodno je izvršiti cost – benefit analizu, te razmatrati kolika finansijska sredstva je potrebno izdvojiti za nabavku i održavanje bilo koje odabrane vrste.

## **7.5. Održavanje proizvodne opreme**

Kao što je već rečeno, proizvodni procesi u industriji, najčešće se ostvaruju na mašinama i uređajima visokog stepena mehanizovanosti, odnosno automatizovanosti, sa sve prisutnijim robotima kao standardnim delovima proizvodne opreme. Za normalno odvijanje proizvodnih procesa, odnosno operacija, sve oštrije se postavlja kriterijum pouzdanosti odnosno ispravnosti u radu tehničkih sistema. Jedino na taj način, planirani proizvodni kapaciteti mogu biti i realno dostupni. U tom kontekstu, sistem održavanja mašina i uređaja, postaje važan činilac u obezbeđenju neophodnih uslova za funkcionisanje proizvodnje.

Pod pojmom održavanja opreme podrazumeva se obezbeđenje normalne radne sposobnosti opreme, u skladu sa projektovanim eksploataciono-tehničkim karakteristikama, za vreme predviđenog veka trajanja. Cilj efektivnog sistema održavanja je da maksimizira efektivnost proizvodne opreme u smislu ekonomske efikasnosti i profitabilnosti.

Sistem održavanja je efektivan ako se ulaže svaki napor da se eliminišu uzroci gubitaka u proizvodnji usled kvarova opreme i zastoja, odnosno da se maksimizira efektivnost opreme.

Sistem održavanja može biti:

1. korektivni
2. plansko-preventivni.

### **7.5.1. Korektivni sistem održavanja**

Bitna karakteristika korektivnog sistema je u tome, što se intervencija održavanja obavlja pošto nastupi kvar odnosno bilo kakav poremećaj koji onemogućava normalno korišćenje konkretne mašine. Tada se pristupa ispitivanju uzroka, a potom preduzimaju mere da se ponovo uspostavi normalan rad. Kod ovog sistema bitno je iskustvo i znanje članova ekipe za obavljanje zadataka. Pri tome, neretko se uočavaju elementi specijalizacije takvih ekipa ili pojedinaca za određenu vrstu opreme. S druge strane, osim individualnog uopštavanja stečenog

iskustva, ne nailazi se na bilo koji drugi elemenat sistematski organizovanog rada.

Gore navedeni ciljevi održavanja proizvodne opreme ne mogu se postići ako se održavanje oslanja samo na ovakvom neplanskom pristupu. Takođe, vreme neophodno da se otkloni kvar, znatno je duže u poređenju sa sistemom koji bi se zasnivao na prevenciji potencijalnih kvarova na proizvodnoj opremi.

### ***7.5.2. Plansko-preventivni sistem održavanja***

U skladu sa prethodnim izlaganjem, plansko-preventivni sistem održavanja predstavlja skup konzistentnih postupaka i aktivnosti, koji omogućuje održavanje normalne radne sposobnosti shodno eksploataciono-tehničkim karakteristikama mašine u okviru predviđenog veka trajanja, a pod optimalnim uslovima u pogledu troškova i dužine neproizvodnog vremena. Naime, kod primene ovog sistema, u redovnim periodime vremena i prema unapred definisanom planu se proverava ispravnost opreme. Ne čeka se da dođe do kvara opreme pa da se pristupi reakciji, već se kvarovi predupređuju. Postoje mnoge tehnike za izvođenje planiranog održavanja. Da bi se odučili za optimalnu tehniku mora se izvršiti opsežna analiza o zahtevima proizvodnje, resursima i planu procesa. Bez obzira na izabranu tehniku, održavanje se mora planirati sistematski da bi se optimizirali resursi i da bi se postigla finansijska efikasnost.

Ono što je neophodno savremenoj proizvodnji je sistematski pristup koji kombinuje tehničke, administrativne i menadžment resurse.

Osnovni elementi sistematskog pristupa plansko – preventivnom održavanju su:

- Oslanjanje na efektivno planiranje održavanja i kontrolu koje je integrisano sa planiranjem proizvodnje i kontrolom, o čemu je već bilo reči,
- Informacioni sistem za održavanje (MIS) koji daje aktualne informacije o stanju i ispravnosti svih delova opreme, u realnom vremenu,
- Osnova organizacione strukture koja nudi maksimum podrške resursima, fleksibilnost i spona između proizvodnje i funkcija održavanja,
- Pristup koji se odnosi na širi problem održavanja koji uključuje nabavku oprema, sisteme nabavke i celokupnu logistiku.

Plansko-preventivni sistem održavanja iziskuje detaljno razrađen skup pouzdanih informacija, čije će korišćenje omogućiti sprovođenje bitnih elemenata sistema održavanja.

### ***7.5.3. Informacioni podsistem za održavanje opreme***

U današnjem proizvodnom okruženju sa skupom opremom, koja se obično integriše da bi funkcionisala kao sistem i uz potrebu obezbeđivanja informacija o performansama, izrazita je potreba postojanja Informacionog Sistema Održavanja (MIS). MIS mora imati mogućnost spone sa kontrolom u realnom vremenu, obradom podataka i ekspertskim donošenjem odluka. Mora biti integrisan sa sistemom održavanja uz podršku računara i sa monitoringom i akvizicijom podataka. Takođe mora imati vezu sa Planiranjem resursa i kontrolnim sistemom fabrike. Samim time, MIS je često podsistem većeg MRP ili ERP sistema.

Moderan vid održavanja predstavlja dugoročno kontinualno unapređenje a ne brzo podešavanje i popravke. Postoje tri osnovne strategije za postizanje dugoročnih unapređenja održavanja proizvodne opreme:

1. Održavanje Usmereno na Pouzdanost (Reliability Centred Maintenance), koje se fokusira na to koje metode održavanja moraju biti primenjene i kada. Cilj RCM-a je postizanje razumevanja načina rada fabrike, i razloga potencijalnih kvarova. Neke od postavka ove metode su: Konsekvence kvarova su različite shodno tome gde i kako je fabrika locirana i radi. Osnovno pitanje je svrha opreme a ne njene tehničke karakteristike. Cilj preventivnog održavanja je i u ovom slučaju da spreči ili izbegne konsekvence kvarova, a ne da spreči same kvarove. RCM se zasniva na ideji identifikacije efektivnog preventivnog održavanja za svaki mogući tip kvarova.

2. Total Productive Maintenance (TPM), o kojem je već bilo reči, se fokusira na to kako potrebe održavanja mogu da se obezbede na što jeftiniji i efektivniji način. TPM više spada u filozofiju nego u tehniku i zasnovano je na Kaizen ideji. TPM tvrdi da svako ko je uključen u životni ciklus opreme ima svoje mesto u postizanju ciljeva same opreme i u smislu prevencije kvarova.

3. U savremenim proizvodnim sistemima u ekspanziji je tehnika (Condition-Based Maintenance-održavanje prema trenutnim uslovima). Ova tehnika se zasniva isključivo na instrumentima za analizu trenutne ispravnosti opreme koji se kontrolišu računarom i ranom predviđanju uslova koji mogu dovesti do potencijalnih kvarova.

## **POGLAVLJE 8.0. UPRAVLJANJE VREMENOM**

### ***„Vreme je jedini neobnovljiv i nenadoknadiv resurs“***

Ukoliko menadžer proizvodnje načini grešku prilikom planiranja bilo kog materijalnog resursa značajnog za poslovanje, svakako to će dovesti do uvećanja troškova i negativno će se odraziti na poslovanje PPS-a. Ipak, kod većine materijalnih resursa, greške je moguće ispraviti dodatnim investicijama ili korekcijama u narednom periodu. S druge strane, ukoliko se učini greška kod pogrešne procene neophodnih vremena u proizvodnji, odnosno ukoliko se planiranje vremena ne uradi adekvatno, greške su nenadoknadive. Naime, za razliku od drugih resursa, utrošeno vreme nije moguće povratiti. Samim time, postoje čitave oblasti naučnog menadžmenta koje se upravo bave „time management-om“, odnosno upravljanjem vremenom.

U ovom poglavlju, pristupiće se upravljanju vremenom iz ugla optimizacije procesa proizvodnje. Pri tome potrebno je imati u vidu da je imperativ ušpešnog poslovanja: Vreme treba što racionalnije koristiti. Ovaj opšti stav ima posebnu težinu obzirom na poslovanje u savremenom tržišnom okruženju gde širok uticaj imaju:

- konkurencija na tržištu (stalne promene u zahtevima kupaca i rokovi isporuke),
- tehničko-tehnološke promene (novi proizvodi, nove tehnologije).

Naime, nove tendencije u smislu brzog razvoja proizvoda i brze proizvodnje, o kojima je bilo više reči u prethodnim poglavljima, kao i savremeni koncept komunikacije sa krajnjim korisnicima putem online platformi i e-trgovine, uticao je na činjenicu da moderna proizvodnja postaje veoma dinamičan sistem. Time, vreme kao resurs i brzina proizvodnje i reakcije PPS-a na promene u okruženju, odnosno potrebama tržišta, dodatno dobija na značaju.

Iako se planiranje proizvodnje oslanja na strategiju definisanu od strane top menadžmenta kompanije, najveća odgovornost za vremenski interval ostvarivanja proizvodnje leži na samim operativnim jedinicama proizvodnje – odnosno menadžerima proizvodnje, pod uslovom da su razvoj i priprema proizvodnje i neposredna priprema proizvodnje urađeni na adekvatan način i sa realno sagledanim podacima o trenutnom stanju proizvodnih kapaciteta.

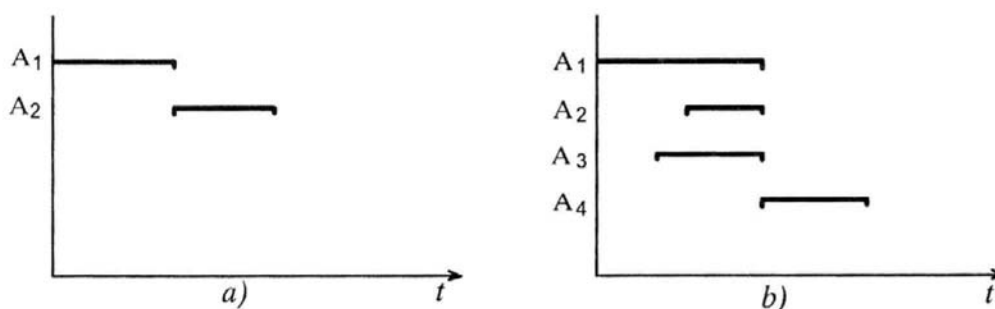
Vreme kao značajna dimenzija, se javlja sa stanovišta



organizacije proizvodnje pri definisanim uslovima ostalih resursa (poznati podaci o raspoloživosti: radne snage, proizvodne opreme, repro materijala i drugo). Na osnovu datih parametara i poznatih radnih aktivnosti u okviru svih faza tehnološkog procesa, može se odrediti dužina trajanja celokupnog ciklusa proizvodnje. Pri tome, naravno, pored same dužine trajanja proizvodnih aktivnosti, značajan je i njihov međusobni odnos. Naime, dužina trajanja proizvodnje bi bila znatno veća ukoliko bi se sve aktivnosti uzastopno nizale (Slika 101a), u poređenju sa situacijom gde se više aktivnosti obavljaju istovremeno (Slika 101b).

Ni jedna ni druga krajnost nisu bliske realnosti, ali se između njih nalaze brojne moguće varijante. Naime, kod realnih proizvodnih procesa, svakako da ima aktivnosti koje je neophodno obavljati uzastopno, dok je pojedine moguće planirati paralelno. Opet, za najveći broj aktivnosti može postojati samo delimično preklapanje u vremenima odvijanja. Prema tome, pri upravljanju vremenom i raspoređivanju redosleda pojedinih procesnih aktivnosti treba imati u vidu:

1. Tehnološku, radnu uslovljenost pojedinih aktivnosti odnosno operacija, definisanu samim fazama tehnologije izrade datog proizvoda,.
2. Ograničenja u pogledu raspoloživih kapaciteta, radi izbegavanja zastoja ili čekanja: proizvodne opreme, radnika ili objekata rada (izbeći mogućnost pojave uskog grla).
3. Layout i neophodnost transporta materijala sa jednog mesta na drugo u skladu sa rasporedom opreme (izvršiti optimalno raspoređivanje opreme u prostoru).



Slika 101. a) naredna aktivnost čeka izvršenje prethodne, b) aktivnost  $A_4$  čeka izvršenje paralelnih aktivnosti  $A_1-A_3$

Na osnovu tako klasifikvanih međusobnih zavisnosti aktivnosti, dalje se aktivnosti međusobno raspoređuju prema redosledu i trajanju u cilju uspešnog izvršenja određenog proizvodnog zadatka. Sumiranjem i dobijanjem ukupnog vremena trajanja svih radnih aktivnosti dobija se projektovano vreme trajanja

proizvodnje – vreme trajanja proizvodnog ciklusa. U procesu definisanja trajanja proizvodnog ciklusa, najčešće se koristi grafički prikaz međusobne zavisnosti aktivnosti, gde se na X-osi ovih dijagrama nalazi vreme. Pored toga, zavisno od karaktera međusobnih veza između aktivnosti, koriste se adekvatne jednačine modela za proračun ukupnog projektovanog vremena trajanja procesa.

Prema tome ostvarenje proizvodnog ciklusa zahteva izvestan period vremena. *Proizvodni ciklus obuhvata vremenski period od početka izrade prvog (od ukupne količine proizvoda) pa do završetka poslednjeg.* Proizvodni ciklus se može odnositi na ceo proizvod, sklop ili deo.

Ipak, kod planiranja vremena u proizvodnji, treba imati u vidu da se pored vremena koje se direktno troši na radne operacije u proizvodnji, deo vremena troši i na prateće aktivnosti. Na taj način, vremensko trajanje proizvodnog ciklusa se može podeliti na: proizvodno i neproizvodno vreme.

Pod *proizvodnim* vremenom obuhvaćeni su svi vremenski delovi proizvodnog ciklusa koji su povezani sa proizvodnim operacijama. Proizvodno vreme se dalje deli na:

- *neposredno vreme*, koje sadrži *pripremno* i *završno* vreme proizvodnih operacija, kao i samo vreme *izrade*. Takođe tu spada i *pomoćno* i *dopunsko* vreme.
- *posredno* vreme, gde spada vreme potrebno za *transport* i *kontrolu*.

U *neproizvodno* vreme spadaju *objektivno* i *neobjektivno* (subjektivno) vreme. Objektivno vreme obuhvata neradne dane, dok neobjektivno uključuje: zastoje usled kvara mašina, zastoje usled nedotatka materijala, zastoje usled nedostatka energije, usled nedostatka alata, itd.

Kod preliminarne analize i proračuna svakog od navedenih elemenata vremena, treba imati u vidu da se na taj način dobija projektovano – proračunsko vreme. Stvarno trajanje proizvodnog ciklusa, u realnim uslovima proizvodnje, zavisi od uspešnog rešavanja niza organizacionih ili tehničkih pitanja u vezi sa proizvodnjom nekog proizvoda ili njegovih delova. Prema tome, stvarno vreme se može razlikovati od projektovanog, shodno nivou organizacije rada u samom ciklusu proizvodnje.

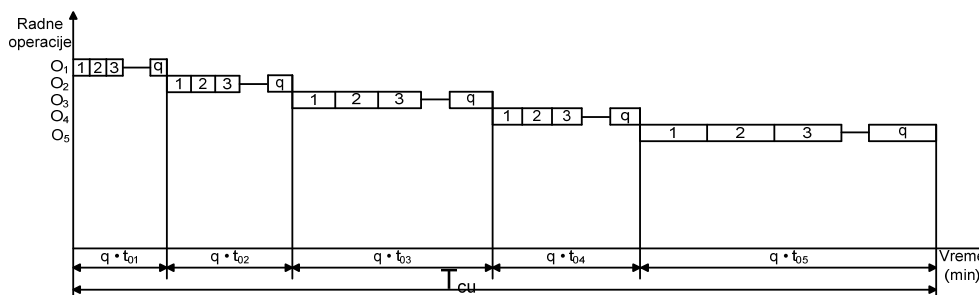
U daljem tekstu će biti prikazani osnovni tipovi organizacije toka redosleda proizvodnih operacija (metode terminiranja), koji se koriste u cilju dobijanja projektovanih vremena trajanja ciklusa proizvodnje.

## 8.1. Tipovi organizacije toka redosleda operacija

Tipovi organizacije toka redosleda operacija, koji se koriste za proračun projektovanog-planiranog vremena trajanja proizvodnog ciklusa, mogu biti:

- Uzastopni,
- Paralelni,
- Kombinovani.

Osnovna karakteristike uzastopnog tipa organizacije toka redosleda operacija je u tome što se na prvom radnom mestu obavi operacija na svim komadima, da bi se zatim na sličan način to ponovilo na svim ostalim radnim mestima. Odnosno, ni jedan predmet rada ne prelazi na narednu radnu operaciju, sve dok se ne završi obrada svih komada na tekućoj radnoj operaciji. Na slici 102. dat je grafički prikaz ovog tipa organizacije.



Slika 102. Uzastopni tip toka redosleda operacija

Ukupno vreme potrebno za izradu jedne proizvodne serije, odnosno dužina proizvodnog ciklusa, za uzastopni tok operacija, izračunava se prema obrascu:

$$T_{cu} = q \cdot \sum_{i=1}^k \frac{t_{0i}}{60} \text{ [h]} \quad (8.1)$$

Gde su:

q - broj komada u seriji

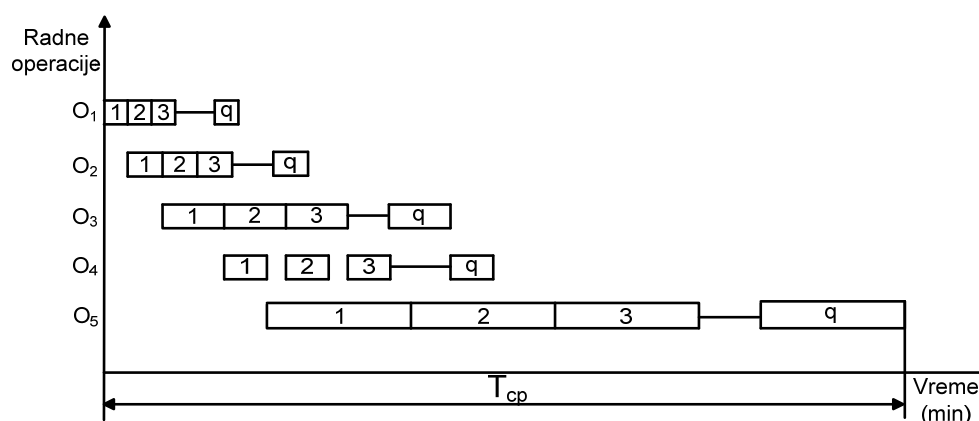
t<sub>0i</sub> - vreme trajanja svake pojedine operacije [min]

k - broj operacija neophodnih za izradu svakog od proizvoda.

U ovom slučaju, vreme trajanja ciklusa je najduže, što ima čitav niz negativnih posledica u odnosu na zamrzavanje obrtnih sredstava. Naime, kod ovog tipa organizacije proizvodnih operacija, javlja se takozvano čekanje materijala. Svi prethodno obrađeni komadi čekaju obradu poslednjeg, kako bi prešli na narednu radnu operaciju. Time se javlja potreba za postojanjem

međuskладиšta ili u najmanju ruku kontejnera i polica, gde te predmete rada treba odložiti dok se čeka njihova prelazak na dalju obradu u narednim operacijama. Samim time, javljaju se izvesne zalihe u toku procesa proizvodnje. Primena ovog tipa organizacije je neprikladna za veće serije, ali je pogodna za veći asortiman proizvoda u maloserijskoj proizvodnji.

Za paralelni tip organizacije toka redosleda operacija karakteristično je da svaki komad po završetku obrade u prethodnoj operaciji prelazi na narednu. Na slici 103. dat je grafički prikaz ovog tipa.



Slika 103. Paralelni tip terminiranja

Vreme trajanja izrade proizvodne serije po paralelnom tipu proizvodnje računa se na osnovu obrasca:

$$T_{cp} = \frac{q-1}{60} \cdot t_{0max} + \sum_{i=1}^k \frac{t_{0i}}{60} [h] \quad (8.2)$$

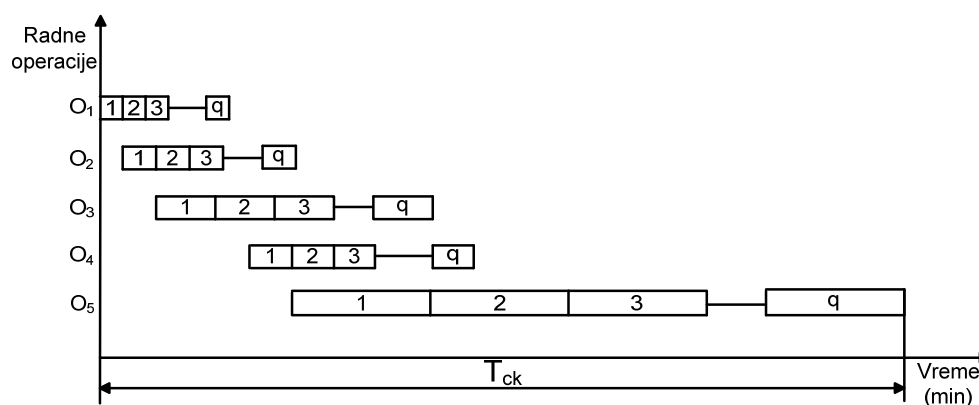
Gde je:  $t_{0max}$ , vreme trajanja najduže operacije.

Primenom ovakvog vida terminiranja, ukupno vreme proizvodnog ciklusa je značajno kraće, u odnosu na uzastopno terminiranje. Kada bi vreme trajanja svake naredne operacije bilo jednako, ili duže, u odnosu na prethodnu, ovaj vid terminiranja bi dao idealne rezultate. Eventualni nedostatak ovog vida terminiranja, se javlja usled neujednačenog trajanje pojedinih operacija, posebno kada je naredna operacija kraća od prethodne, kao što je slučaj sa operacijom  $O_4$  na slici 103. U takvim situacijama se javlja tzv. čekanje mašina. Naime, prvi komad se obradi u operaciji  $O_4$ , znatno pre nego što stigne drugi komad sa obrade na operaciji  $O_3$ . Prema tome, nije moguće iskoristiti maksimalni kapacitet mašine koja se koristi na radnom mestu operacije  $O_4$ , usled dužeg trajanja rada u okviru prethodne operacije. Na taj način, dok ne stigne

drugi i svaki naredni komad, sa obrade u okviru operacije  $O_3$ , javlja se čekanje mašine u operaciji  $O_4$ .

Ovaj vid terminiranja se najčešće primenjuje u velikoserijskoj i masovnoj proizvodnji. Zahteva visoku tehnološku disciplinu i visoki nivo sinhronizacije rada operativnih službi za opsluživanje radnih mesta.

Kao odgovor na nedostatke uzastopnog i paralelnog terminiranja (čekanje materijala i čekanje mašina, respektivno), razvijen je kombinovani tip organizacije redosleda operacija – kombinovano terminiranje. Kod kombinovanog tipa organizacije toka redosleda operacija, primenjen je delimično paralelan tip, ali na takav način da bi se izbeglo čekanje mašine (što je slučaj kod čisto paralelnog terminiranja) i delimično uzastopan tip terminiranja. Grafički prikaz ovakvog vida terminiranja dat je na slici 104.



Slika 104. Kombinovani tip terminiranja

Na slici 104, predstavljene su iste radne operacije kao na slici 103, međutim, ovde je terminiranje urađeno po kombinovanom a ne po paralelnom principu. Ukoliko se na slici 104 pogledaju operacije  $O_1 - O_3$ , očigledno je da je tu terminiranje urađeno po istom principu kao u slučaju paralelnog terminiranja (Od prvog ka zadnjem komadu, ili sa leva na desno). Potom, operacija  $O_4$ , koja je kraća od operacije  $O_3$ , se terminira počevši od zadnjeg komada ka prvom (odnosno sa desna na levo). Time se postiže da nema čekanja mašina. Naime, operacija  $O_4$ , počinje sa radom nešto kasnije nego što je to realno moguće kod paralelnog terminiranja, međutim, kada jednom počne odvija se u kontinuitetu sve do poslednjeg komada, prema kojem je i vršeno terminiranje. Nakon toga, operacija  $O_5$ , koja je duža od operacije  $O_4$ , se ponovo terminira prema principu paralelnog terminiranja - s leva na desno. Prema tome, kod ovog terminiranja nema čekanja mašine ali se javlja neznatno čekanje materijala kod operacije  $O_4$ .

Za izračunavanje vremenskog trajanja proizvodnog ciklusa za kombinovani tip proizvodnje koristi se sledeći obrazac:

$$T_{ck} = \frac{1}{60} \cdot \sum_{j=1}^k t_{0j} + \frac{(q-1)}{60} \cdot \left( \sum_{i=1}^k t_{0j}^I + \sum_{i=1}^k t_{0j}^{II} \right) \text{ [h]} \quad (8.3)$$

Pri čemu je vreme  $t_{0j}^I$ , ono vreme koje je duže od prethodnog i narednog, susednog vremena, odnosno za koje važi uslov:

$$t_{0j-1} < t_{0j} > t_{0j+1}$$

dok je  $t_{0j}^{II}$  ono vreme koje je kraće od prethodnog i narednog susednog vremena, odnosno za koje važi uslov:

$$t_{0j-1} > t_{0j} < t_{0j+1}$$

Svim navedenim obrascima za uzastopno, paralelno i kombinovano terminiranje, dobijaju se zapravo proračunska (projektovana) vremena trajanja ciklusa proizvodnje. Ovo se još naziva i teorijsko vreme trajanja proizvodnog ciklusa ( $T_{ct}$ ). Stvarno trajanje proizvodnog ciklusa ( $T_{cs}$ ), se dobija snimanjem i merenjem kada proces proizvodnje realno počne i obično je duže od vremena  $T_{ct}$  ( $T_{ct} = T_{cu}$ ,  $T_{cp}$  ili  $T_{ck}$ ), iz razloga što  $T_{cs}$  sadrži i posredna vremena kao i neproizvodna vremena. Relacija:  $k_{pr} = \frac{T_{cs}}{T_{ct}}$ ,

naziva se koeficijent protoka i predstavlja meru uspešnosti sinhronizacije aktivnosti u toku ostvarivanja proizvodnih procesa za odgovarajući tip proizvodnje.

Zapravo, taj koeficijent govori o tome koliko je moguće optimizovati realni proces proizvodnje kako bi se stvarno vreme što više približilo teorijskom vremenu trajanja proizvodnog ciklusa. U savremenom menadžmentu proizvodnje, postoji još jedna moguća međufaza optimizacije. Naime, nakon proračuna teorijskog vremena trajanja ciklusa, a pre realne proizvodnje, moguće je vršiti simulaciju proizvodnog procesa pomoću računara. Time je moguće pre početka realne proizvodnje dodatno vršiti korekciju teorijskog trajanja ciklusa proizvodnje, koristeći ograničenja koja inače postoje u realnom proizvodnom postrojenju.

Takođe, u cilju optimizacije, moguće je vršiti smanjenje ili eliminaciju uticaja posrednih vremena na ukupno stvarno vreme  $T_{cs}$ . Jedna od tehnika kojom se to može ostvariti je tehnike takozvanih «pokrivenih» vremena. Na slici 105. prikazan je efekat «pokrivenih» vremena za međuoperacijski transport i operacijsku kontrolu kvaliteta uvođenjem tzv. autokontrole (radnik obavlja kontrolu kvaliteta na urađenom komadu dok se na mašini obavlja redovna radna operacija). Pod međuoperacijskim transportom se podrazumeva da se deo završenih komada prenosi na mašine u okviru druge operacije dok se na mašinama prve operacije i dalje obrađuju preostali komadi.

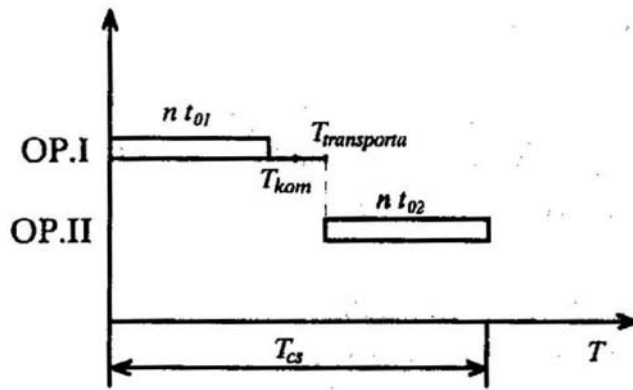
Na taj način na slici 105a je data situacija:

$$T_{cs} = n \cdot t_{o1} + T_{kontrola} + T_{transport} + n \cdot t_{o2} \quad (8.4)$$

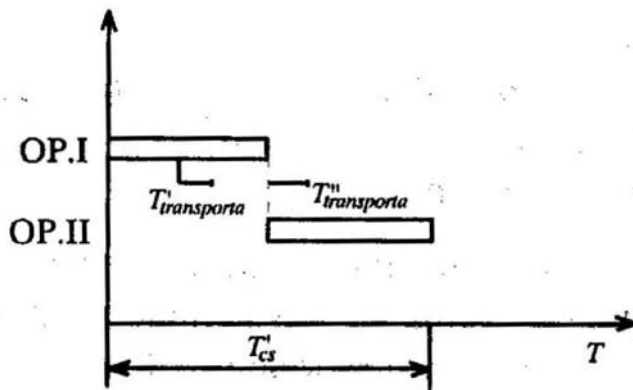
Dok je na slici 105b proračun vremena trajanja ciklusa proizvodnje:

$$T'_{cs} = n \cdot t_{o1} + n \cdot t_{o2} \quad (8.5)$$

Očigledno je da se aktivnosti kontrole i transporta, na slici 105b, odvijaju paralelno sa aktivnostima u okviru operacija  $O_1$  i  $O_2$ , čime se javljaju tzv. „pokrivena“ vremena, koja za efekat imaju skraćivanje trajanja ukupnog ciklusa proizvodnje.



a)



b)

Slika 105. Efekat pokrivenih vremena

Između ostalog, na dužinu trajanja proizvodnog ciklusa mogu uticati još i sledeći faktori: usklađenost proizvodnih procesa, organizacija opsluživanja radnih mesta, efikasnost unutrašnjeg transporta, efikasnost kontrole, zalaganje radnika, kontrola menadžera proizvodnje i neposrednih rukovodilaca, efikasnost službe za regulisanje proizvodnje, realnost norme rada i stanje radne sposobnosti mašina.

Samim time, obzirom na postojanje manjeg ili većeg broja organizaciono-tehničkih nedostataka, stvarno vreme trajanje proizvodnog ciklusa je duže od optimalnog, odnosno:

$$T_{cs} = T_{c \text{ opt}} + G_c \quad (8.6)$$

gde su:

$T_{cs}$  - stvarno trajanje proizvodnog ciklusa,  
 $T_{c \text{ opt}}$  - optimalna dužina trajanja proizvodnog ciklusa,  
 $G_c$  - gubici usled različitih nedostataka procesa.



Za utvrđivanje stvarnog trajanja proizvodnog ciklusa može se koristiti pogonska evidencija, direktno merenje rada na svakom radnom mestu ili metoda trenutnog zapažanja

Na slici 106 je dat primer liste za evidenciju vremena trajanja ciklusa proizvodnje. Na navedenoj listi su dati svi elementi proizvodnog i neproizvodnog vremena predstavljeni u prethodnom tekstu. Naravno, sadržaj liste sam po sebi, nije od suštinskog značaja, značajnija je tačnost unetih podataka i tačnost merenja vremena rada na svakom pojedinačnom radnom mestu.

Komponentna vremena			Stvarno stanje		Optimalno trajanje		Gubici	
			u čas.	%	u čas	%	u čas	%
Proizvodno vreme	Neposredno vreme	Pripremno završno vreme						
		Pomoćno vreme						
		Tehnološko vreme						
		Dopunsko vreme						
	Posredno vreme	Vreme za transport						
		Vreme za kontrolu						
		Ostalo						
		Σ						
	ΣΣ							
	Neproizvodno vreme	Objektivno uslovljena neproizvod. vremena	Projektovana neproizvod. vremena					
Σ								
Zastoji								
		Σ						
ΣΣ								
ΣΣΣ								

Slika 106. Primer moguće evidencione liste za snimanje vremena trajanja proizvodnog ciklusa – iz literature

## **POGLAVLJE 9.0. JUST-IN-TIME (PRAVOVREMENA) PROIZVODNJA**

Na nekoliko mesta u prethodnim poglavljima, koncept Just-In-Time (JiT) proizvodnje naveden je kao jedan od savremenih vidova poslovanja. U ovom poglavlju biće nešto više reči o ovom konceptu, njegovom značenju i osnovama primene u proizvodnji. Kako je već navedeno, Just-In-Time (JIT) tehnike se mogu upotrebiti kao deo Lean inicijative, gde se JIT može upotrebiti za ujednačavanje toka vrednosti u trećem stadijumu aktivnosti Lean unapređenja proizvodnih sistema. Doprinos korišćenja JIT sistema se osećaju u četvrtom stadijumu kada se proizvodi kreću kroz process prema pull sistemu, često uz korišćenje Kanban tehnika. Osim primene JiT koncepta u sklopu Lean inicijative, ovaj koncept se primenjuje i kao nezavisni način planiranja proizvodnje.

Just in Time je koncept razvijen u Japanu i ukoliko bi se interpretirao u svojoj najjednostavnijoj formi sam naziv znači: repromaterijali, poluproizvodi, proizvodi, itd. stižu tačno na vreme «just in time» do mesta odvijanja radnih aktivnosti (ili mesta skladištenja) čime se smanjuju gubici i izbegava formiranje nepotrebnih zaliha.

Prema tome, Just in Time strategija teži ka iskorišćenju prodajnih šansi na tržištu, kada se one jave, uz izbegavanje i smanjenje gubitaka u proizvodnji, posebno kroz eliminisanje preterane proizvodnje.

Postoje osnovna četiri elemenata koja prethode uvođenju JIT metodologije u poslovnu strategiju PPS-a:

- Skeniranje-opšte praćenje literature i segmenata okruženja u kojima se može pronaći mogućnost unapređenja postojećeg stanja proizvodnog procesa,
- Monitoring-praćenje trendova, identifikovanih u prethodnom stadijumu, i razvoj modela primenjivih u sopstvenom proizvodnom sistemu,
- Predviđanje mogućih pravaca promene u sistemu i okruženju,
- Procenjivanje-identifikacija i obrazloženje kako i kada tekuće i projektovane izmene mogu da utiču strategijski na proizvodni proces.

Fokusiraje na navedene elemente obično se obavlja pre formulisanje buduće Just in Time strategije preduzeća. Naime, da bi sama kompanija mogla da se opredeli za JiT koncept, neophodno je učiniti izmene unutar samog poslovno proizvodnog sistema kompanije, ali je neophodno imati i adekvatno okruženje. Nije moguće sprovesti koncept JiT unutar jedne kompanije,

ukoliko taj koncept nije podržan od strane ostalih članova lanca snabdevanja, kako sa strane nabavke neophodnih inputa proizvodnje, tako i sa strane distribucije produkata same kompanije.

Prema teorijskom opisu JiT koncepta, prisutnom u savremenoj literaturi, poznati su sledeći osnovni elementi JIT koncepta:

- Nema zaliha ni jedne vrste. Ovo podrazumeva da ne postoje zalihe repromaterijala jer se u saradnji službe nabavke PPS-a i isporučilaca, obezbeđuje da se isporučilac striktno pridržava unapred definisanih količina, kvaliteta i rokova isporuke repromaterijala. Takođe, u idealnom obliku JiT (tzv. sinhronizovana proizvodnja), nema ni zaliha gotovih proizvoda. Naime, proizvodi se samo za poznatog kupca i prema narudžbini, te se gotovi proizvodi ne skladište već direktno isporučuju kranjim korisnicima. Svakako, treba istaći ovde, da se čak i kod JiT, gde se primenjuje tzv. Kanban sistem, javljaju izvesne sigurnosne zalihe – o čemu će biti više reči u narednom tekstu. Ipak, ono što je suština, u poređenju sa MRP načinom poslovanja, kod JiT koncepta nema suvišnih zaliha ni jedne vrste. Svakako, da bi se ostvario ovakav vid poslovanja (minimalne ili nulte zalihe) mora se primenjivati i najoptimalnije planiranje i racionalizacija transporta i rukovanja materijalom, što u najvećem broju slučajeva uključuje maksimalnu mehanizaciju i automatizaciju procesa i adekvatni Layout proizvodnih postrojenja.

- Fleksibilnost u svim situacijama, sa naglaskom ka kupcima. Obzirom da se proces proizvodnje u JiT konceptu inicira narudžbinom od strane kupaca, samim time, nije unapred poznata količina proizvoda koju je neophodno uraditi u narednom ciklusu proizvodnje. Prema tome, ovaj koncept podrazumeva maksimalnu fleksibilnost kod veličine proizvodne serije. Takođe, postoji i izvesna fleksibilnost u performansama proizvoda, kako bi se udovoljilo zahtevima kupaca.

- Skraćenje rokova isporuke. Kako je već rečeno, poslovanje za poznatog kupca – prema narudžbini, podrazumeva da ne postoje zalihe gotovih proizvoda. Prema tome, odmah po završetku naručenih proizvoda isti se automatski isporučuju naručiocu. Često ove kompanije uopšte i nemaju skladišta za skladištenje gotovih proizvoda.

- Oprema u JiT konceptu je fleksibilna. Kako bi se moglo da odgovori prethodnim zahtevima, u JiT konceptu, se Layout mora u potpunosti prilagoditi manjim proizvodnim serijama sa čestim potrebama promene performansi. Samim time, ovde se često primenjuje ćelijski Layout. Pored toga, široko se primenjuje

SMED koncept koji omogućuje brzu promenu programa proizvodnje na raspoloživoj opremi. Pored toga, operatori na radnim mestima moraju biti sa većim stepenom multifunkcionalnisti, odnosno u stanju da istovremeno opslužuju veći broj mašina.

- Nužnost menadžmenta totalnim kvalitetom (TQM). Da bi se postigla adekvatna kontrola kvaliteta u uslovima brze i fleksibilne proizvodnje, neophodno je da se kontrolu kvaliteta vrši u toku samog procesa proizvodnje. Takođe, neophodno je da svi zaposleni budu obučeni za sprovođenje kontrole kvaliteta u okviru svojih radnih zadataka.

- Nužnost totalnog preventivnog održavanje (TPM). Iz istog razloga iz kojeg se primenjuje TQM, kod JiT koncepta se primenjuje i TPM praksa. Naime, pored toga što su operateri na radnim mestima obučeni da upravljaju kvalitetom, moraju biti obučeni i da prepoznaju potencijalno odstupanje mašina od ustaljenog režima rada, te da preventivno preduzimaju akcije dijagnostike i održavanja. To značajno uvećava dostupnost raspoloživih proizvodnih kapaciteta, što je jedan od preduslova JiT koncepta.

U kontekstu JIT proizvodnje logika je: 0-te zalihe repromaterijala, proizvodnje u toku i gotovih proizvoda.

Prema tome, da bi se mogao ostvariti ovakav koncept poslovanja, u snabdevanju treba postići isporuke repromaterijala, na vreme, kako bi se izbeglo stvaranje zaliha u ulaznim skladištima. To znači da preduzeća koja se u lancu snabdevanja nalaze kao snabdevači moraju da isporučuju repromaterijal u skladu sa vremenskom dinamikom korisnika, što ima za osnovnu pretpostavku da snabdevači takođe posluju uz primenu JiT sistema.

Za nezavršene proizvode i proizvode na kojima se obavlja proizvodnja se mora obezbediti usklađeno i ravnomerno nizanje radnih operacije iz faze u fazu proizvodnje, uz minimum pauza i prekida, čime bi se smanjila mogućnost čekanja materijala zaliha u toku procesa rada. Opšti takt proizvodnje je, pri tome, usklađen sa brzinom prodaje gotovih proizvoda.

Na kraju, isporuka krajnjih proizvoda mora biti tako usaglašena da onemogući formiranja zaliha finalnih proizvoda.

Potpuna eliminacija zaliha je najviši nivo JiT koncepta, tzv. sinhronizovana proizvodnja. Ipak, klasični JiT koncept, koji se bazira na pull principu, može uključivati i postojanje minimalnih nivoa zaliha koje se regulišu tzv. **Kanban** sistemom. Kanban je osnovni alat klasičnog JiT koncepta koji pokreće materijal i

proizvode kroz proizvodni proces.

Kanban može biti opisan kao proizvodni sistem baziran na signalnim kartama. U periodu nastanka JiT koncepta, u Toyota proizvodnim sistemima, koristile su se signalne karte kao znak da je potrebno da se pokrene tok materijala ili proizvoda kroz proizvodni sistem. Sistem se oslanjao na jednostavno pravilo da se proizvodi ili isporučuje samo kada se signalna karta dostavi do adekvatnog mesta kontrole (tzv. „check point“). Naravno u savremenom konceptu poslovanja je klasična signalna karta, štampana na papiru - kanban, zamenjena elektronskim signalima koji se zasnivaju na primeni savremenih ICT tehnologija, ali se suština primene signala za iniciranje proizvodnje nije značajno promenila.

Primer izgleda Kanban karte, korišćene u Toyota Motors kompaniji, predstavljen je na slici 107.

Time of Delivery <b>10:30</b>	Storage Area <b>A</b> <b>1-1</b>	Toyota Motors Headquarters
	Item No. <b>53018-60011</b>	Identification Assembly No. <b>2</b>
Ohashi Iron Works	Item Name <b>ROD S/ANY</b> <b>RADIATOR PRESS LH</b>	Used in <b>FJ</b> Car Type (L)
Store Shelf NO. <b>1 - BOTTOM</b>	<b>21</b>	Box Type <b>SPECIAL</b>
	Parts-ordering Kanban	Box Capacity <b>30</b>
		<b>50</b>

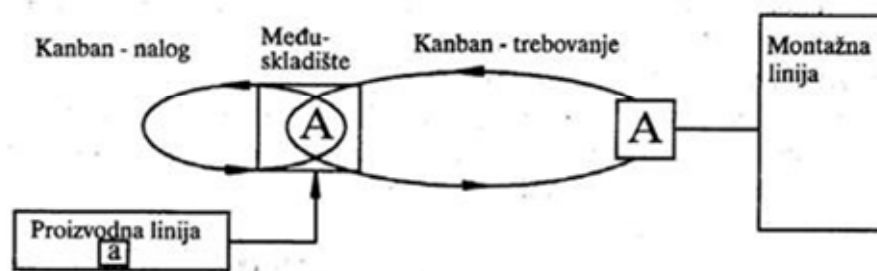
Slika 107. Primer klasične Kanban karte primenjivan u Toyota Motors kompaniji

Sama Kanban karta sadrži sledeće osnovne elemente: Naziv dela koji se naručuje, kataloški broj dela – šifru, mesto gde će se deo upotrebiti, vrsta transportnog kontejnera, kapacitet kontejnera, oblast magacina i mesto gde se deo treba da smesti u magacinu, vreme kada se očekuje isporuka urađenog dela, broj samog Kanbana.

Inače, tok Kanbana kroz jedan proizvodni sistem je pojednostavljeno predstavljen na slici 108. Prema slici 108, tok materijala i informacija (Kanban kao nosilac informacija) je sledeći. Na montaži finalnog proizvoda, prema stvarnim potrebama, odnosno narudžbini kupca je potrebno (A) delova, koji se izrađuju na proizvodnoj liniji (a), slika 108. To je povod da se ispostavi Kanban-trebovanje, slika 108. Kanban-trebovanje se kači na praznu paletu. Transportni radnik, sa praznom paletom na viljuškaru, odlazi do pune palete u međuskladištu i uzima je da bi

je transportovao na montažnu liniju. U međuskladištu radnik to isto Kanban trebovanje stavlja na punu paletu, na kojoj je već postojao Kanban-nalog, na osnovu kojeg je u prethodnom ciklusu proizvedena ta količina delova na paleti. Kanban-nalog, slika 108, skinut sa pune palete koja je transportovana na montažnu liniju, odlaže se na predviđeno mesto, koje je vidljivo operaterima na proizvodnoj liniji, što znači potrebu da se na proizvodnoj liniji (a) mora proizvesti (A) novih delova. Nakon proizvodnje novih (A) delova, na paletu gde se oni smeštaju kači se kanban nalog koji je inicirao njihovu proizvodnju.

Prema tome, jasno je da u ovom jednostavnom sistemu potražnja za gotovim proizvodima, od strane kupca, inicira potražnju na montažnoj liniji. Potražnja za delovima na montažnoj liniji, inicira potražnju na proizvodnoj liniji. Naime, proizvođači koji rade na proizvodnoj liniji, zahtevaće određenu količinu materijala kako bi proizveli upravo naručenu količinu delova. Dakle, tok informacije se kreće od strane kupca ka resursima, što je upravo osnova Pull koncepta proizvodnje.



Slika 108. Tok Kanbana kroz proizvodni sistem

Eventualno povećanje potreba u odnosu na proizvodni kapacitet proizvodne linije (a), zadovoljava se prekovremenim radom ili uvećanjem kapaciteta. Smanjenje se rešava prekidom rada, jer u «Toyota» proizvodnom sistemu proizvodnja nepotrebnih delova predstavlja neoprostivu grešku. Samim time, ukoliko nema naručivanja od strane kupaca, kompanija će prestati da proizvodi razmatrani proizvod, te će svoje proizvodne kapacitete usmeriti ka alternativnim – novim proizvodima.

Osnovni doprinos korišćenja kanbana je da on smanjuje iznos zaliha proizvoda na kojima je rad u toku i gotovih proizvoda, prekidom snabdevanja materijalom i komponentama sve dok oni nisu zaista potrebni, čime se omogućuje Just-In-Time sistem.

U daljem tekstu biće predstavljen kratak primer iz prakse primene JiT sistema, zasnovanog na Kanban signalu, preuzet od MAS (Manufacturing  
Advisoru  
Service,

<http://www.mas.dti.gov.uk/browse.jsp?level=/categories/Manage>).

U primeru je odrađena primena Kanban sistema u „Welbeck Steel Service Centre“, koji je najveći proizvođač čeličnih koturova i limova u Velikoj Britaniji. Kompanija je osnovana je 1946. i tada je imala samo četiri zaposlena radnika. Danas kompanija ima 76 radnika i godišnji prihod od 54 miliona funti.

Menadžment Welbeck kompanije je želeo da uvede Lean proizvodnju da bi poboljšao operacione performanse i za taj posao angažovalo konsalting kompaniju MAS iz Londona. MAS tim menadžera proizvodnje je imao zadatak da identifikuje delove procesa koji mogu biti poboljšani i da se pronađu novi načini za poboljšanje efikasnosti uz smanjenje gubitaka i pravilno organizovanje radnih zona i samog procesa rada.

Jedan od alata koju je MAS (Manufacturing Advisor Service) tim uveo u Welbeck kompaniju je Kanban. U ovom slučaju Kanban signal je primenjen u vidu vizualnih indikatora, koji su služili kao signali da bi se njima kontrolisao protok materijala koji je pristizao i odlazio od višenamenske prese.

Izveštaj koji je Top Menadžer Welbeck kompanije napisao nakon primene ovog sistema glasi:

«Pogon je doveden na pravi nivo tako da je **vreme** potrošeno na transformaciju postiglo svoj cilj. Tim je bio pun entuzijazma i fokusiran na ciljeve. Učinjen je dobar napredak, naši su operateri obučeni da rade na pravi način.» *Bob Law, Managing Director*

Osnovni postignuti rezultati su: Produktivnost opreme poboljšana za 24%, rastojanja kretanja po pogonu smanjena za 57%, korišćenje prostora smanjeno za 14%, isporuka na vreme poboljšana za 6% ,vrednost po zapošljenom uvećana za 5.5%.

Devet članova radnog tima Welbeck-a, uključujući operatere i supervizore, bili su uključeni su u petodnevni projekat koji je za cilj imao uvođenje koncepta Lean Proizvodnje u pogon. Jedna mašina u pogonu - višenamenska presa, je odabrana kao fokus projekta.

Ključ uspeha projekta bio je uključiti pogonsko osoblje, koje je u stanju da identifikuju oblasti koje će imati benefite od uvođenja novih metoda rada. Jedna od osnovnih prednosti ove odluke je da se osoblje uključi u projekat i samo utiče na promene a ne doživljava ih kao nametnute od strane rukovodstva, što ima izuzetan psihološki - motivacioni efekat na radnike.

MAS specijalisti su identifikovali četiri ključna cilja:

- Primena vizualnog menadžmenta u pogonu,
- Trening operatera o osnovnim principima Lean tehnika,
- Identifikacija merljivih i opipljivih dobiti Lean programa,

- Analiza i praćenje efikasnost odabrane prese.

Izjava operatera koji radi na odabranoj presi: «Otvorene su nam oči u pogledu toga kako se kompanija može transformisati od neefikasne do efikasne u pogledu uštede vremena sa nekoliko jednostavnih izmena i u toku nekoliko dana- impresivno».

Sledeći korak bio je pomoći Welbeck kompaniji u poboljšanju svakodnevnih operacija obučavanjem osoblja u tehnike identifikacije i eliminisanja gubitaka, racionalizacije radnog prostora i unapređenje ukupne efikasnosti opreme.

MAS tim menadžera koji je izveo opisani projekat sastojao se samo od dva čoveka (Siamak Alavi i Graham Salters). Zaključak samog MAS tima bio je: «Welbeck je učinio veliki napor posvetivši se u potpunosti programu unapređenja poslovanja. Pažljivim planiranjem i implementacijom budućih Lean projekata kompanija može nastaviti svoj napredak i dostići dugoročne ciljeve».



## **POGLAVLJE 10.0. REALIZACIJA I REGULISANJE PROIZVODNJE**

Celokupni tekst u prethodnom delu knjige odnosio se na pojedine faze i aktivnosti planiranja proizvodnje. Naime, u prethodnim poglavljima su detaljno opisani alati, metode i tehnike planiranja pojedinih segmenata proizvodnje, u cilju optimizacije, koja će rezultovati minimalnim troškovima i maksimalnom dobiti kompanije.

U daljem tekstu, biće opisane aktivnosti i metode koje se koriste u toku realizacije proizvodnje, kako bi se realna proizvodnja odvijala po dinamici, kvalitetu i troškovima, što približnije navedenim planovima.

Naime, plan proizvodnje, sam po sebi ne znači mnogo. Ono što je značajno je proces planiranja. Kroz proces planiranja se sagledavaju sve mogućnosti postojećih proizvodnih kapaciteta, kao i mogućnost njihove dalje optimizacije. Tek pošto se otpočne sa procesom proizvodnje, dobijeni planovi proizvodnje se zapravo testiraju u realnim uslovima. Težnja je da se proizvodnja odvija u skladu sa planom, u prvom redu u smislu utrošaka repromaterijala, odvijanja u skladu sa planiranim termin planovima i u skladu sa planiranim budžetom (troškovima). Naravno, kako ne postoje idealni sistemi, tako bi i u ovom slučaju bilo nelogično imati 100% ispunjenje plana. Samim time, javljaju se izvesna odstupanja u odnosu na plan proizvodnje. Tendencija je da se proces planiranja nikada ne okonča samim početkom proizvodnje, već da se na osnovu odstupanja od plana vrše modifikacije za naredni ciklus i time dodatno obavlja optimizacija razmatranih proizvodnih procesa.

Pri tome, treba imati u vidu da višestruka uslovljenost proizvodnih zbivanja i delovanje brojnih uticajnih faktora, pretežno stohastičke prirode, čini proizvodnju izuzetno dinamičkim procesom. Moguća značajna odstupanja od ciljeva definisanih planom, osim toga što daju osnov za dalju optimizaciju planova za naredni ciklus, takođe zahtevaju sistematsko regulisanje, kako bi se proces doveo u stanje u skladu sa planom i projektovanim predviđanjima.

U skladu sa kibernetiskim modelom organizacije proizvodnih procesa, neophodno je uspostaviti odgovarajuće aktivnosti koje bi obezbedile efikasno funkcionisanje regulisanja proizvodnje. Pri tome, regulisanje proizvodnje obuhvata sledeće aktivnosti:

- praćenje proizvodnje,
- kontrolu,

- proučavanje uzroka odstupanja i
- interventne mere.

Iako su delovi integralne celine regulisanja proizvodnog procesa, organizacija aktivnosti regulisanja proizvodnje sprovodi se tako što se praćenje i kontrola proizvodnje odvija u okviru jednog tima, dok se proučavanje uzroka odstupanja sa interventnim merama organizuje kao poseban tim. Tim za proučavanje uzroka i interventne mere pri tome koristi podatke i informacije koje snimaju, obrađuju i u pogodnoj formi i sadržaju interpretiraju organizacione celine za praćenje i kontrolu proizvodnje.

Na taj način, planiranje i kontrola u okviru proizvodnih procesa su višestruko povezani. Takođe, podela i sama granica gde prestaje planiranje a počinje kontrola često nije dovoljno jasna, kako u teoriji tako i u praksi, posebno kod veoma kompleksnih proizvodnih procesa. Ipak postoje neke opšte osobine koje pomažu da se ove aktivnosti razdvoje. Naime, sam *plan je formalizacije nečega što se treba da dogodi u budućem vremenu*. S druge strane, *kontrola je reagovanje na promene u varijablama koje su od uticaja kod sprovođenja plana*. Prema tome, kontrola čini podešavanja koja omogućuju operacijama da postignu ciljeve koje je postavio plan, čak i kada se pretpostavke na kojima se plan bazirao ne ispunjavaju.

Naravno, stanje proizvodnog procesa i eventualno odstupanje od plana se prati akvizicionom podataka iz samih proizvodnih pogona. Bitan element za ovu namenu je dokumentacija. Naime, uvidom u plan proizvodnje i upoređenjem sa stanjem u aktivnoj dokumentaciji tokom izvršenja proizvodnih aktivnosti, može se uočiti eventualno odstupanje od plana.

Zbog toga, još prilikom projektovanja dokumenata - nosilaca informacija, treba voditi računa, pored celishodnog i racionalnog ispunjenja osnovne funkcije, i o jednostavnosti korišćenja, umnožavanja, praćenja, obrade i arhiviranja podataka sadržanih u dokumentima.

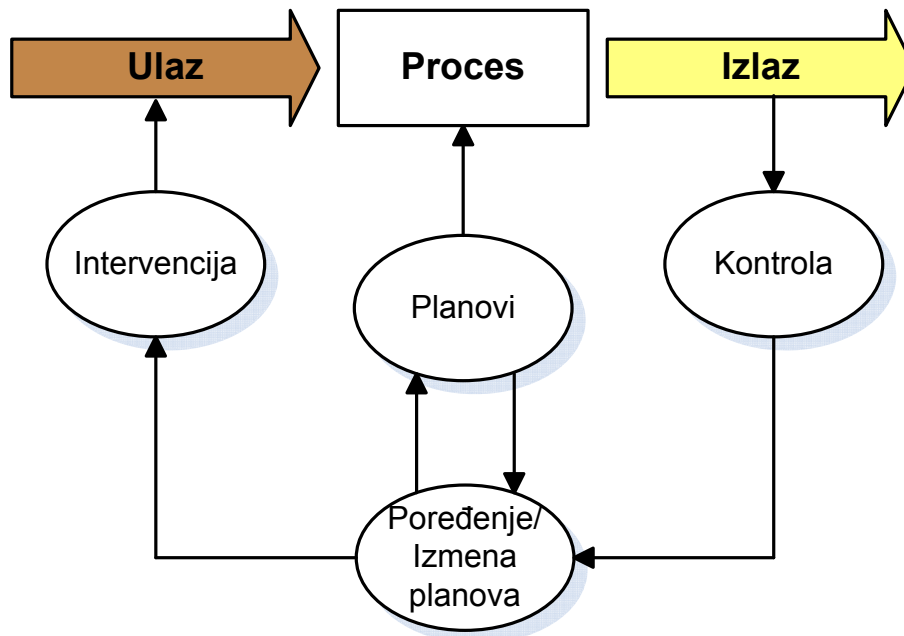
U prošlosti su se svi nosioci informacija izrađivali, pratili i analizirali putem ručne obrade. U savremenim uslovima rada, razvijeni su brojni uređaji za automatsko generisanje, umnožavanja, obradu i korišćenje nosilaca informacije. U prvom redu to su savremene baze podataka, koje mogu biti nezavisne ali i deo većih baza u okviru MRP ili ERP sistema.

Tu treba istaći da gotovo svaki PPS ima sopstvena specifična dokumenta koja koristi za realizaciju i praćenje proizvodnje, saglasno potrebama konkretnog sistema. Mogućnosti za

unifikaciju ili standardizaciju ovih dokumenata nisu u većoj meri prisutne.

Navedena dokumentacija, koju treba koristiti za praćenje proizvodnje se sastoji iz sve tehničke dokumentacije koja je opisana u prethodnim poglavljima, koja uključuje radioničke, tehničke crteže, operacione i instrukcione liste, ali i radne naloge, trebovanje materijala, itd. Shodno kretanju i korišćenju navedene dokumentacije moguće je proceniti nivo odvijanja procesa, u odnosu na plan, ali i proračunati stvarne troškove proizvodnje.

Sam proces regulacionog sistema proizvodnog procesa, zasnovan na kibernetičkom modelu, koji kao osnovno merilo ispunjenosti proizvodnih ciljeva uzima unapred definisan plan, predstavljen je na slici 109.



Slika 109. Kibernetički pristup regulacionom sistemu proizvodnje

### 10.1. Lansiranje proizvodnje

Sam granični čin između planiranja - odnosno pripreme uslova za otpočinjanje proizvodnje, koji označava i sam početak proizvodnje, je lansiranje. Kako je već navedeno, saglasno vremenskim rokovima definisanim na osnovu operativnog planiranja i terminiranja, tim za lansiranje proizvodnje priprema svu neophodnu dokumentaciju - nosioce informacija, koji predstavljaju suštinsku informacionu bazu za menadžere i operatere - izvršioce u proizvodnji za obavljanje odgovarajućih zadataka, ali i za kontrolu u odnosu na plan. Bez neophodnih informacija nije moguće savremeno organizovanje industrijske

proizvodnje.

Prema tome, dokumentacija - nosioci informacija, završna su komponenta neophodnih uslova za normalno otpočinjanje i tok izvršenja proizvodnih zadataka u svim organizacionim jedinicama, počevši od pogona, preko odeljenja, do radionici i na kraju do svakog pojedinačnog radnog mesta.

Samo dopremanje dokumentacije, u uslovima savremene proizvodnje, obavlja se primenom informaciono komunikacionih sistema. Može se odvijati jednostavno primenom e-mail servisa – kod manjih kompanija ili korišćenjem specijalizovanih komunikacionih sistema u okviru ERP koncepta, kod većih kompanija. Kod većih sistema se razmena informacija odvija prema stepenu ovlašćenja korisnika. Naime, postoji jedinstvena baza podataka svih dokumenata – nosioca informacija razmatranog proizvodnog procesa ali je pristup dokumentaciji omogućen shodno nivou ovlašćenja koji imaju sami operateri. Na taj način, predstavnici top menadžmenta imaju pristup svoj dokumentaciji, niži nivoi menadžmenta dokumentaciji koja se odnosi na delove procesa kojim oni upravljaju, dok operateri na radnim mestima imaju pristup samo dokumentaciji koja se odnosi direktno na njihove radne aktivnosti.

Svakako, osim preuzimanja podataka iz baze, shodno ovlašćenjima operateri mogu vršiti izmene i unos podataka u bazu, kao i akviziciju podataka iz realne proizvodnje, neophodnu za kontrolu izvršenja radnih zadataka.

### ***10.1.1. Organizacija snabdevanja radnog mesta***

Osnovna i najznačajnija organizaciona celina u proizvodnji je radno mesto. Radna mesta se preko određenih radnih zadataka uključuju u proizvodni proces u okviru organizacionih jedinica (radionice, odeljenja, itd.), o čemu će više reči biti u naredno poglavlju. Osim snabdevanja radnih mesta adekvatnom dokumentacijom – nosiocima informacija, od suštinskog značaja je i snabdevanje ostalim značajnim elementima neophodnim za normalno obavljanje radnih aktivnosti operatera.

Za uspešno funkcionisanje operatera na radnim mestima neophodno je pravilno snabdevanje radnih mesta svim potrebnim elementima. Kod kontinualnih proizvodnih procesa to su:

- materijal (predmet rada),
- pomoćni materijal,
- radni postupak sa pratećom dokumentacijom.

Koji se obezbeđuju na početku proizvodnog ciklusa.

Kod diskontinualne proizvodnje, navedene elemente treba uvek iznova obezbeđivati, srazmerno veličini proizvodne serije i različitosti-varijaciji komada koji se na radnom mestu obrađuju, usled različitih performansi finalnih proizvoda. Prema tome u slučaju diskontinualne proizvodnje, potrebno je vršiti snabdevanje:

- materijalom u skladu sa planom proizvodnje,
- pomoćnim materijalom, prema specifičnim potrebama,
- radnim postupkom sa pratećom dokumentacijom,
- alatom i priborom, shodno trošenju.

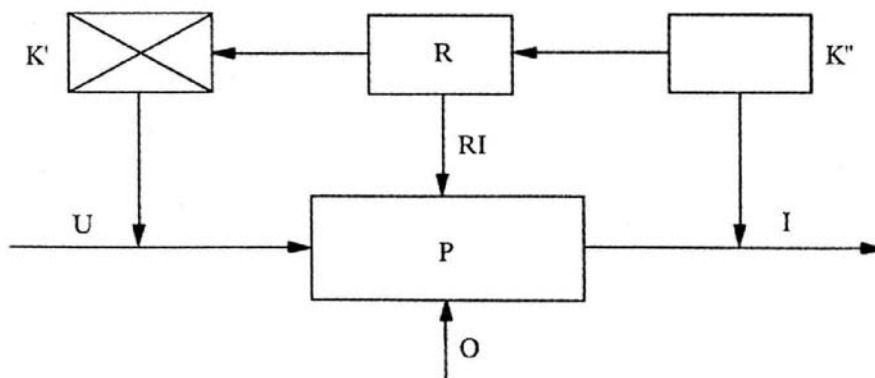
Oppluživanje radnih mesta potrebnim elementima može se ostvariti na više načina. Dva ekstremna rešenja su:

1. Radnik-operator, sam donosi sve što mu je neophodno za rad,
2. Posebne organizacione jedinice ili pojedinci snabdevaju radna mesta svime što je potrebno u skladu sa specifičnim potrebama, prema planu izvršenja planiranih zadataka.

Realna praktična situacija se obično nalazi između navedena dva ekstrema, odnosno može delimično uključivati oba rešenja u isto vreme. Kod izbora najadekvatnijeg načina snabdevanja radnih mesta treba imati u vidu da u prvom slučaju radnik troši deo radnog vremena na snabdevanje neophodnim elementima, a to je posao koji je često ispod njegovog kvalifikacionog nivoa. U tom slučaju se radnik dodatno fizički napreže vršeći aktivnosti koje ne spadaju u delokrug njegovog stručnog rada. U drugom slučaju potreban je visok stepen organizovanosti i sinhronizacije brojnih aktivnosti. Pri tome, drugi način zahteva i dodatne troškove za funkcionisanje organizacionih jedinica koje se bave snabdevanjem.

## POGLAVLJE 11.0. ORGANIZACIJA PROIZVODNJE NA MAKRO I MIKRO NIVOU

Kako je već rečeno, proizvodnja je složeni sistem, koji se sastoji od velikog broja podsistema. Samim time, regulacija takvog sistema je kompleksna. Zbog toga, se za upravljanje i regulaciju sistema proizvodnje rešenje često traži u opštoj teoriji sistema (GST – General System Theory), gde se mogu pronaći konceptualna rešenja, koja važe za sve sisteme pa tako i za proizvodnju. Jedan od pristupa teorije sistema, oblasti upravljanja proizvodnjom je i kibernetički model organizacije (predstavljen u prethodnom tekstu na slici 55). Opšta teorija sistema za sve sisteme, bez obzira na njihov način postanka, (odnosno da li su u pitanju prirodni ili veštački sistemi) traži jedinstvene zakonitosti upravljanja i regulacije. Takođe, definiše modele kojima se može simulirati rad sistema i na osnovu kojih je moguće formirati upravljačke mehanizme i regulatore rada sistema. Prema tome, proizvodnja, kao podsystem poslovnog sistema može se sa stanovišta menadžmenta proizvodnjom – zasnovanom na opštoj teoriji sistema, posmatrati kao kibernetički regulisan sistem, kao što je to prikazano na slici 110, gde je U-skup ulaznih elemenata (repromaterijal, poluproizvodi, energija itd.), P-proizvodni proces, I-skup izlaznih elemenata (proizvoda i usluga), O-uticaj okruženja sistema (u ovom slučaju tržišta), R-regulator za regulisanje proizvodnog procesa, K'-skup usmeravajućih intervencija, RI-regulativne intervencije u toku procesa, K''-skup kontrolnih intervencija.



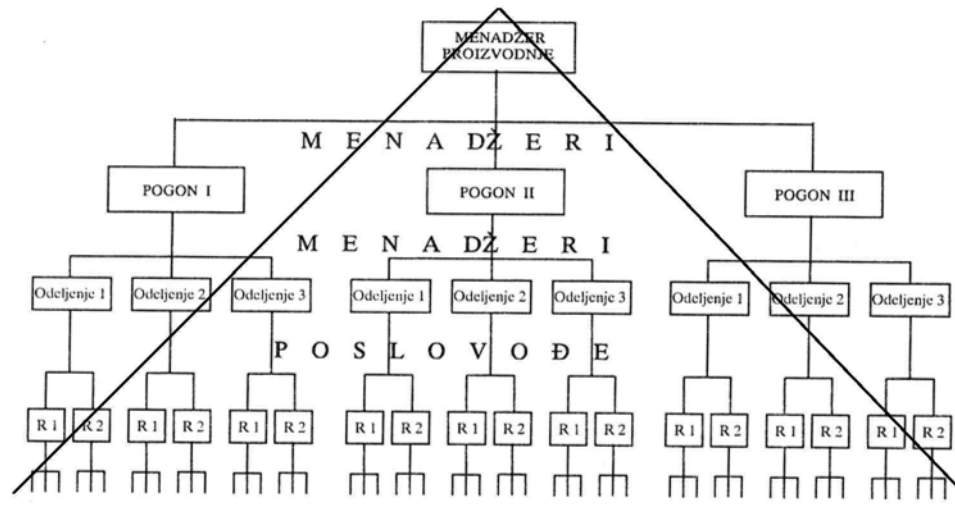
Slika 110. Kibernetički prikaz upravljanja procesom proizvodnje

U suštini, jedinica za kontrolu procesa proizvodnje, na osnovu definisanog regulacionog mehanizma (R), dobija informacije o stanju procesa (P), o uticaju okruženja (O), kao i o kvalitetu izlaza sistema (I). Procenom datih vrednosti u odnosu na plan

proizvodnje i uočavanjem izvesnih odstupanja, definišu se veličine RI, K' i K''. Veličinom RI utiče se na izmene u samom procesu. Veličinom K' se vrši uticaj na korekciju ulaznih veličina procesa (U), dok se veličinom K'' vrši regulacija kvaliteta izlaznih veličina sistema (I).

Ukoliko bi u proizvodnom procesu bila uključena samo proizvodnja oprama, tada bi kibernetički model upravljanja bio potpuno moguć i relativno jednostavan. Međutim, realni proizvodni procesi se mogu okarakterisati kao stohastički usled dejstva velikog broja parametara i uticajnih činilaca a naročito usled učešća ljudi u njima. Naime u proizvodnom procesu je ključni akter čovek, čije je ponašanje veoma stohastično i često nepredvidivo, čime se dodatno potencira stohastični karakter proizvodnog procesa. Na taj način se i ceo poslovno-proizvodni sistem, čiji je podsistem proizvodnja, može smatrati stohastičkim sistemom, čije je ponašanje samo delimično predvidivo.

Na slici 111, predstavljena je najčešća organizaciona struktura proizvodnog sistema u okviru PPS-a, po principu funkcionalne organizacije, o čemu je već bilo reči. Osim toga što se radi o funkcionalanoj organizaciji, očigledan je i piramidalni karakter organizacione strukture. Piramida se formira po brojnosti izvršilaca počevši od baze piramide gde se nalaze operateri na samim radnim mestima, potom se sužava po visini sve do najvišeg nivoa a to je u proizvodnim sistemima top menadžer proizvodnje.



Slika 111. Piramida organizacije proizvodne strukture

Osim toga u industrijskim preduzećima najčešće se proizvodi veći broj različitih proizvoda, istovremeno. Pri tome su proizvodi više ili manje kompleksni. Odgovarajuća tehnologija izrade za svaki proizvod, odnosno njegove delove, odlikuje se specifičnim

operacijama sa redosledom odvijanja, što predstavlja osnovu za grupisane srodnih operacija pojedinih radnih mesta u okviru organizacionih celina - radionica. Dalje, grupisanjem srodnih radionica uspostavljaju se odeljenja, nakon toga se formiraju grupacije odeljenja u pogone i na kraju objedinjavanjem pogona formira se poslovno proizvodni sistem, odnosno fabrika. Dakle, na *makro* nivou proizvodnje, posmatra se korelacija pojedinih organizacionih celih i njihova interakcija sa okruženjem.

Za svaku organizacion celinu, na svakom od nivoa, postoji odgovarajući menadžer sa konkretnim zadacima, ovlašćenjima i odgovornostima.

Zavisno od nivoa u piramidi organizacione strukture proizvodnje razlikujemo: poslovođe, niže menadžere, srednje menadžere i vrhunske-top menadžere.

Za svaku od kategorija menadžera proizvodnje zajednički su sledeći poslovi:

- planiranje poslovnih aktivnosti,
- organizacija rada do nivoa pojedinih radnih mesta,
- delegiranje, raspoređivanje, uključivanje, obučavanje i unapređivanje kadrova, odnosno poslovi sa ljudskim resursima, tzv. HR (Human Resources),
- regulacija proizvodnje prema postavljenim planovima i usvojenom standardima,
- odlučivanje,
- koordinacija rada menadžment timova, odnosno koordinacija saradnika.

Osim navedenih poslova menadžera proizvodnje, na makro nivou, značajne su i aktivnosti menadžera na *mikro* nivou. Mikro nivo se bavi upravo organizacijom ljudi, odnosno osoba, koje kao operateri obavljaju svoje redovne radne aktivnosti. Više o tom aspektu organizacije proizvodnje biće rečeno u tekstu koji sledi.

### **11.1. Projektovanje radnih mesta (Job Design)**

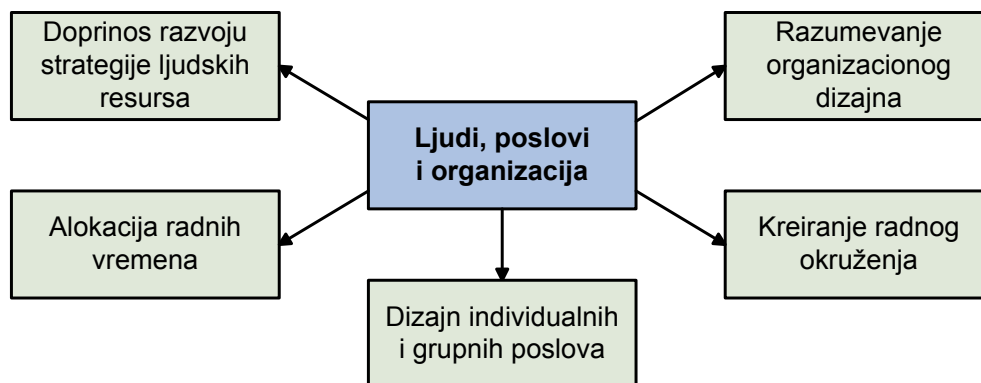
Postoji često shvatanje da se upravljanje proizvodnjom fokusira uglavnom na pitanja tehnologije, procesa i opreme, odnosno da se ne bavi ljudskim pitanjima, t.j. pitanjima ljudskih resursa. Ipak, *ljudski resursi su najvažniji resursi organizacije*, naročito u operacijama proizvodnje. Način organizacije ljudskih resursa, kao organizacija na mikro nivou, ima važan uticaj na efektivnost proizvodnih operacija. Neki elementi menadžmenta ljudskim resursima su značajniji za optimalno odvijanje proizvodnje od drugih. To su elementi koji se direktno tiču odnosa između ljudi,



odnosa ljudi i tehnologije, kao i adekvatnošću metoda rada. Selekcija i implementacija ovih metoda naziva se jednom rečju Projektovanje Radnih Mesta, odnosno „Job Design“.

Projektovanje radnih mesta definiše način na koji ljudi rade svoj posao i kako se ponašaju u radnom okruženju. Takođe utiče na organizacionu kulturu. Postoji više pristupa dizajnu radnih mesta. Oni su razvijeni i evoluirali tokom godina i slede različite filozofije i pristupe radu. Ovi pristupi nisu međusobno isključivi i mogu koezistirati i uticati jedni na druge.

Međuzavisnost ljudi, poslova i same organizacije, dati su na slici 112. Na ovoj slici su zapravo dati zadaci koje menadžer proizvodnje treba da obavlja, prilikom raspoređivanja i određivanja pozicija ljudskih resursa u kompaniji. Naime, tu je potrebno da menadžment proizvodnog procesa daje svoj doprinos strategije razvoja ljudskih resursa, potom potrebno je da vrši alokaciju radnih vremena, dizajnira individualne i grupne poslove, kreira radno okruženje i razume organizacioni dizajn - kako bi u okviru date organizacije planirao svako pojedinačno radno mesto.



Slika 112. Zadaci menadženta proizvodnje u dizajnu posla

Prilikom dizajna radnih mesta PPS-a, treba imati u vidu da svako radno mesto mora biti u okviru ukupne strategije ljudskih resursa kompanije. Pri čemu je strategija ljudskih resursa ukupni dugoročni pristup koji obezbeđuje da će ljudski resursi kompanije davati kompaniji strategijsku prednost. Ona uključuje dve međusobno povezane aktivnosti:

- Prvo, identifikaciju broja i strukture ljudi koji su neophodni da bi upravljali, vodili i razvijali organizaciju kako bi ona odgovorila strategijskim poslovnim ciljevima.
- Drugo, pokretanje inicijative i programa koji privlače, razvijaju i zadržavaju odgovarajuću radnu snagu.

Osnovni pristup u dizajnu radnih mesta se jednostavno sastoji u

sledećem. Radna snaga obično se raspoređuje podelom ukupnog radnog zadatka na manje delove, pri čemu svaki deo izvodi određena osoba. Ovakav pristup može se primeniti samo u slučajevima većih operacija koje garantuju potpunu upošljenost više od jedne osobe.

Ostali pristupi u dizajnu radnih mesta svoja uporišta imaju u različitim konceptualnim sociološkim metodologijama. Ukratko će, u daljem tekstu, biti predstavljen uvid u ove vidove dizajna radnih mesta.

**Naučni menadžment** je ustanovio Frederick Winslow Taylor. On je postavio sledeće principe kao osnovu naučnog menadžmenta:

- Svi aspekti rada moraju biti ispitani na naučnoj osnovi da bi se uspostavila pravila i selektovali najbolji metodi rada.
- Za uspostavljanje pravilnog radnog rasporeda neophodan je istraživački pristup.
- Radna snaga mora biti odabrana, obučena i metodološki razvijena da bi obavljala svoje radne zadatke.
- Menadžeri moraju delovati kao planeri rada, dok radnici moraju biti odgovorni za izvršavanje zadataka prema zadatim planovima i definisanim standardima.

Metode i tehnike projektovanja radnog mesta zasnovane na naučnom menadžmenu su:

### Studija metoda

Ova metoda pripada pristupu dizajnu radnog mesta sa aspekta naučnog menadžmenta. Definisana je kao sistematsko snimanje i kritički pristup postojećim i predloženim metodama za obavljanje rada, u okviru bilo kojeg radnog mesta, kao načinom razvoja i primene lakših i efektivnijih metoda i smanjenjem troškova. Sledeća šest sadržaja se primenjuju u studiji metoda:

1. Izbor posla koji se proučava,
2. Snimanje svih relevantnih činjenica trenutnog metoda-načina rada,
3. Kritičko ispitivanje ovih činjenica,
4. Razvoj naj-praktičnijeg, ekonomičnijeg i efektivnijeg metoda rada,
5. Instaliranje novog metoda rada,
6. Održavanje novog metoda rada i periodična provera u cilju daljeg unapređenja.

Većina radnih operacija se sastoji od više zasebnih poslova ili aktivnosti. Prvi stadijum je izbor onih poslova koje treba proučiti i koji će dati najbolje opravdanje za utrošeno vreme, u smislu

potencijala unapređenja. Kao primer aktivnosti sa najboljom mogućnošću unapređenja su one koje izazivaju zastoje, uska grla, ili one koje rezultuju visokim troškovima.

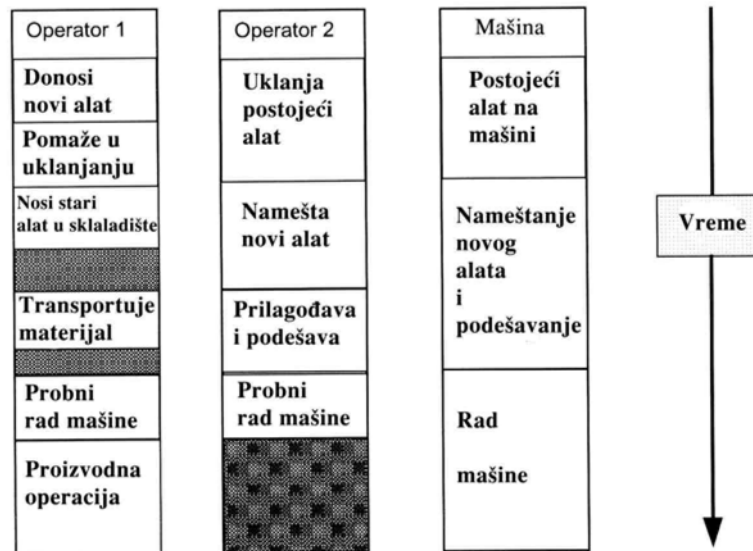
Studija metoda koristi različite tehnike da bi se snimile sekvence aktivnosti kao što su: vremenska povezanost različitih zadataka, kretanje materijala, kretanje radne snage. Postoji niz tehnika koje se koriste u studiji metoda.

Osnovne tehnike snimanja svih relevantnih činjenica trenutnog metoda rada, koje se koriste u studiji metoda, zapravo snimaju vremensku povezanosti pojedinih operacija. Tu spadaju:

- dijagrami višestrukih aktivnosti i
- Simo dijagrami.

*Dijagrami višestrukih aktivnosti* se koriste za snimanje aktivnosti za svaki resurs (operator i/ili mašina) koristeći istu vremensku skalu. Ovo omogućuje lakše vremensko upoređenje posla koji obavlja operator u odnosu na raspoloživi kapacitet mašine.

Na slici 113. prikazan je primer izgleda dijagrama višestruke aktivnosti.

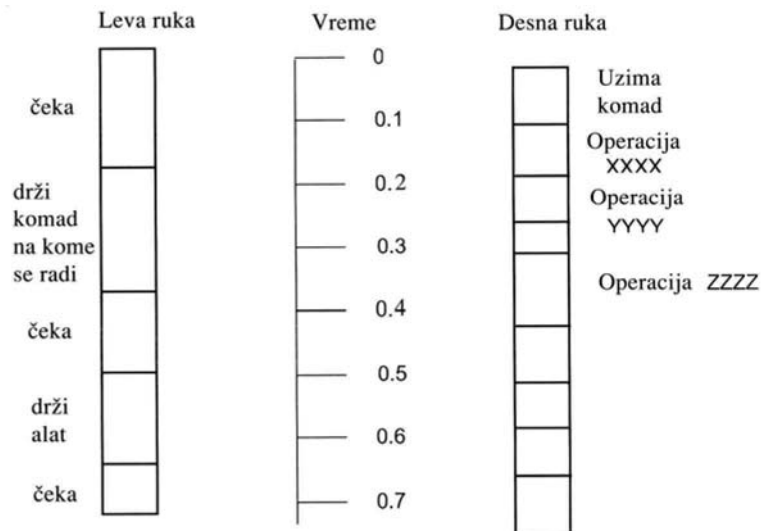


Slika 113. Primer dijagrama višestruke aktivnosti za tim od dva operatera koji rade na jednoj mašini

U zajedničkoj dimeziji vremena, predstavljene su aktivnosti koje paralelno obavljaju oba operatera i radne operacije mašina koje se za to vreme odvijaju. Tako se može zaključiti da li su radne operacije ravnomerno raspoređene operaterima i da li postoje periodi neiskorišćenog vremena (polja sa crnom šrafurom na slici 113).

*Simo dijagrami* su kombinacija dijagrama višestruke aktivnosti i

dijagrama procesa koji se obavljaju obema rukama. Primer Simo dijagrama je prikazan na slici 114.



Slika 114. Simo dijagram

Za razliku od dijagrama višestruke aktivnosti, kod Simo dijagrama se prati rad jednog operatera i to do tog nivoa da se snimaju aktivnosti koje radnik obavlja levom i desnom rukom, takođe u dimenziji vremena. Na osnovu Simo dijagrama, može se zaključiti da li postoje suvišni pokreti ruku radnika, koji mogu da dovedu do nepotrebnog zamaranja.

Takođe, za snimanje kretanja resursa, kao što su radna snaga, materijali, oprema, sredstva unutrašnjeg transporta, itd., koriste se tehnike snimanja putanje pokreta.

Osnovne tehnike za snimanje putanje pokreta su:

- *Memo-motion video snimanja:*

Ova tehnika koristi video zapis aktivnosti. Brzo projektovanje snimaka može komprimovati sate aktivnosti u minute i na taj način obezbediti potrebne podatke za konstrukciju dijagrama pokreta.



- *Micro-motion analiza:*

Ova tehnika takođe koristi video snimanja ali ispituje detalje pokreta usporavanjem snimljenog materijala, kako bi se detaljno analizirali određeni pokreti resursa.

- *Dijagram tokova:*

Najčešće korišćene tehnike u studiji metoda su dijagrami toka procesa. Postoje više tipova ovih dijagrama, o čemu je više reči bilo u prethodnim poglavljima. Za studiju metoda značajni su procesni dijagrami koji koriste pet simbola za opis radnih aktivnosti, a to su: operacija, kontrola, transport, kašnjenje i

skladištenje o čemu je već bilo reči ranije. Na slici 115. dat je prikaz simbola koji se koriste na procesnim dijagramima.

Simbol	Šematski prikaz procesa	Dijagram toka procesa (za osoblje)	Dijagram toka procesa (za materijal)	Dijagram procesa koji se obavlja sa dve ruke
	Operacija	Operacija	Operacija	Operacija
	Ne koristi se (Transport)	Transport	Transport	Transport
	Kašnjenje	Kašnjenje	Kašnjenje	Kašnjenje
	Kontrola	Kontrola	Kontrola	Kontrola
	Ne koristi se	Ne koristi se	Skladište	Zastoj

Slika 115. Simboli koji se koriste na dijagramima procesa

Najznačajniji stadijum u studiji metoda je kritičko ispitivanje činjenica. Koristi se za kritičko ispitivanje trenutnih metoda obavljanja svake od radnih operacija, traženjem odgovora na pitanja:

- *Svrha svakog od elemenata rada:*
  - Šta se sa njime radi ?
  - Zašto se radi ?
  - Šta još može da se uradi ?
  - Šta bi trebalo uraditi ?
- *Ispitivanje mesta rada:*
  - Gde se operacija odvija?
  - Zašto se obavlja tu?
  - Gde još može da se obavlja?
  - Gde bi trebala da se obavlja?
- *Ispitivanje vremena rada:*
  - kada se posmatrana operacija obavlja?
  - zašto se obavlja baš tada?
  - kada bi trebaa da se obavlja?
- *Ispitivanje operatera:*
  - ko obavlja određenu operaciju?
  - zašto baš taj operator obavlja tu operaciju?
  - ko još može da je obavlja?

- ko bi trebao da je obavlja?
- *Ispitivanje načina:*
  - Kako se operacija obavlja?
  - Zašto se obavlja na taj način?
  - Kako još može da se obavlja?
  - Kako bi trebala da se obavlja?

Stadijum razvoja naj-praktičnijeg, ekonomičnijih i efektivnijih metoda se koristi za razvoj novih i boljih metoda za izvršenje radnih zadataka, uzeši u obzir rezultate kritičkog ispitivanja. Novi metod se razvija kombinacijom ili uz potpuno eliminisanje nekih od aktivnosti prethodnog metoda, izmenom redosleda pojedinih aktivnosti i pojednostavljenjem sadržaja ostalih.

Instalacija novih metoda uključuje projekat upravljanja promenama i sigurnost da svi uključeni razumeju koje se izmene vrše i zašto. Drugim rečima, svi moraju razumeti novi metod, ko šta radi, razlike u poređenju sa starim metodom i što je najvažnije razlog promena. Važan element ovog stadijuma je obuka, naročito ako novi metod zahteva radikalne promene u načinu rada. Takođe može biti uključeno uvođenje modifikovane opreme, komponenti i layout-a.

Monitoring efikasnosti novih metoda i načina na koji su ga zaposleni prihvatili je veoma važan. Aspekt koji se ponekad previdi je kakav efekat novi metod ima na ostale aktivnosti. Na primer, može se desiti da iako je novi metod uspešno eliminisao usko grlo u određenoj oblasti, usko grlo se pomera na drugo mesto u procesu. Periodičnim proverama novih metoda i njihovih efekata, menadžment može da obezbedi da je ukupna efikasnost poboljšana u odnosu na prethodno stanje.

Principe navedene tehnike prožima težnja da se što veći učinak ljudskog rada ostvari sa minimalnim zamaranjem u datim uslovima. Ovo se postiže:

- eliminisanjem suvišnih pokreta,
- uprošćavanjem pojedinih složenih pokreta,
- kombinacijom pokreta.

U tu svrhu se vrše detaljna proučavanja koja se odnose na:

- čoveka,
- uređenje radnog mesta,
- konstrukciju alata i mašina.

Bihevioristički pristup

Ovaj pristup je razvijen 60-tih godina prošlog veka i na njega je najveći uticaj imao koncept teorije motivacije. Bihevioristički pristup pretpostavlja da na pokazatelje rada najviše utiče motivacija osoblja za obavljanje posla. Metode i tehnike dizajna posla zasnovane na biheviorističkom pristupu su:

*Rotacija posla:*

Ovde se radnici periodično smenjuju na radnim mestima u okviru pogona. Naime, isti radnik jedne nedelje može obavljati jednu vrstu posla, dok mu se druge nedelje dodeljuje sasvim drugi posao. Rotacija posla može povećati fleksibilnost radnih veština i doprineti smanjenju monotonosti rada. Ne smatra se univerzalno naprednom tehnikom jer može smanjiti gladak tok rada i uticati na tok vrednosti.

*Povećanje posla:*

Dodeljivanjem većeg broja zadataka pojedincima moguće je postići neke od ciljeva biheviorističkog pristupa dizajna radnog mesta. Uvećanje posla uključuje izmene sadržine posla pojedinca dodeljivanjem više zadataka. Nije neophodno da promena uključuje zahtevnije ili obimnije zadatke. Kompletniji i time značajniji zadaci mogu se ostvariti kombinacijom više jednostavnih radnih zadataka. Iako deluje da će se radnici protiviti većem broju radnih zadataka, činjenica je da dodeljivanje novih radnih zadataka pozitivno deluje na motivaciju jer su radnici svesni porasta značajnosti njihovog rada.

*Obogaćenje posla:*

Obogaćenje posla takođe uključuje povećanje broja zadataka poverenih pojedincu. Pravi smisao ovog termina predstavlja spajanje više zadataka ali na takav način da zaposleni ima više potreba za donošenjem samostalnih odluka i veću autonomiju. Efekat je davanje više kontrole nad poslom i povećanje mogućnosti razvoja personala.

*Uvećanje moći (Empoverment):*

Ova metoda proširuje prethodnu davanjem ovlašćenja zapošljenom za izmenom sopstvenih radnih zadataka. Osnovni efekat vezan za ovu tehniku je veći nivo zadovoljstva i motivacije poslom. Naravno, ovaj metod se primenjuje kod radnika sa većim radnim iskustvom u okviru datog pogona.

### Ergonomija

Ergonomija se uglavnom bavi fizičkim aspektom dizajna posla iz ugla usaglašenosti radnih mesta sa fizionomijom ljudskog tela operatera. Postoje dva aspekta ergonomije:

1. Kako se osoba usaglašava sa fizičkim aspektima radnog mesta,
2. Kako se osoba uglašava sa uslovima sredine radnog okruženja.

Pored navedenih elemenata koji se koriste pri projektovanju radnog mesta veoma bitan aspekt ima **ekološki faktor radne sredine**. Pri tome, ekološki faktori radne sredine ne odnose se obavezno na jedno radno mesto već vrlo često na više susednih radnih mesta. O tome će više reči biti u narednim poglavljima ove knjige.

### Merenje rada i performansi

Merenje rada je još jedan metod koji spada pod naučni menadžment. Definisani je kao proces utvrđivanja vremena koliko rad na određenom zadatku treba da traje kada ga obavlja kvalifikovani radnik sa definisanim nivoom kvaliteta rada. Složenost ljudskog rada sam po sebi, kao i uslovi u kojima se vrši, predstavljaju veoma ozbiljan problem izbora adekvatne jedinice mere. Najprikladnije bi bilo meriti energiju koju radnik troši dok obavlja određeni rad. Međutim, obzirom da čovek nije mašina, teško je praktično izvršiti ovakvo merenje. Iz tih razloga rad se meri preko učinka, npr. tona iskopanog uglja, broj ugrađenih komada u jedinici vremena, itd.

Individualne razlike između različitih izvršioaca otežavaju definisanje normalne granice naprezanja, odnosno norme. Izbor „prosečnog radnika» takođe predstavlja veoma delikatan zadatak. Prema jednoj od definicija «prosečan radnik za ma koju vrstu posla je onaj radnik koji je dovoljno inteligentan i fizički posoban da radi na određenom poslu, koji ima dovoljno iskustva da posao izvede na zadovoljavajući način i da mu obezbedi propisani kvalitet“. Sama definicija je suviše široka, te je veoma teško odabrati takvog pojedinca čija bi spretnost i brzina bile prosečne i posmatrale se kao normativ u odnosu na posmatranu grupu radnika.

Rezultat prosečnog radnika je podloga za određivanje normalnog učinka, odnosno norme, na osnovu koje bi se ocenjivao učinak svih ostalih radnika. Iz tog razloga će u narednom tekstu biti više reči o načinima za određivanje vremenskih normativa rada.



### **11.1.1. Iskustveno i normalno vreme**

Osim činjenice da je teško odrediti prosečnog radnika na osnovu kojih bi se definisali normativi rada za čitavu radnu grupu, mora se uzeti u obzir da u industiji uglavnom postoje poslovi koji koriste kombinovani mašinski i ručni rad i oni koji koriste samo ručni rad. Samim time, javlja se problematika optimalnog usklađivanja rada čoveka i mašine, u okviru radnih vremenskih normativa.

Kako bi se navedeni normativi ipak odredili, razvijene su metode normiranja, u okviru kojih se vreme potrebno za obavljanje operacija - posla, može se predstaviti kao:

- iskustveno vreme ili
- normalno vreme.

Iskustveno vreme trajanja radnih zadataka se, kako sam naziv kaže, dobija na bazi iskustva. Ono uvek ima povećani uticaj subjektivnosti, pa na ovaj način određena vremena ne mogu biti realna podloga za rešavanje ovako značajnog problema. Dve osnovne varijante dobijanja iskustvenih vremena su:

- na bazi individualnih procena odgovornih lica ili
- na bazi statističkih podataka o izvršenju u proteklom periodu.

Osnovni nedostaci obe varijante su što ne uzimaju u obzir realne uslove pri kojima se obavljaju trenutni poslovi. U celini uzev, iskustvena (empirijska) vremena ne mogu biti realna podloga za rešavanje problema u industrijskoj proizvodnji.

Normalna vremena dobijaju se korišćenjem adekvatnih metodoloških postupaka, koje karakteriše nastojanje da se na što objektivniji način obuhvate karakteristični faktori od kojih zavisi normalni učinak radnika, odnosno norma. Postoji značajan broj različitih metoda koje ovu problematiku rešavaju na više ili manje uspešan način.

U cilju definisanja normativa vremena, neophodno je vršiti merenje vremena rada većeg broja operatera. Za merenje u cilju određivanja normalnih vremena koriste se različite tehnike merenja i alati, kao što su hronometri, video tehnika, elektronski digitalni hronometri u sprezi sa PC-om i odgovarajućim softverima za izračunavanje normalnih vremena izrade.

Pored navedenih tehnika, postoje i tehnike sa unapred zadatim vremenima. MTM (Metodsko merenje vremena) tehnika predstavlja jednu od najznačajnijih iz ove grupe.

## Određivanje normalnog vremena

Kako bi se definisao pojam i lakše razumeo postupak dobijanja normalnog vremena, radne operacije je potrebno razmatrati rasčlanjeno na sastavne elemente (zahvate, pokrete). Karakter tih elemenata međusobom se razlikuje. Potom, kako bi se definisalo normalno vreme, neophodno za odvijanje bilo kojeg elementa rada, veći broj operatera obavlja isti zahvat. Za to vreme vrši se merenje neophodnog vremena rada svakog od njih, što daje jedan niz podataka, na osnovu kog se potom nekom od potencijalnih metoda definišu normativi.

### Metoda prosečne vrednosti

U cilju proračuna normalizovanog vremena, za svaki snimljeni element rada u okviru operacije, izračunava se aritmetička sredina. Naime, niz vremena koji je dobijen za obavljanje iste operacije većeg broja operatera se sabiraju a potom se zbir deli brojem operatera. Time se definiše normalno vreme kao aritmetička sredina izmerenih vremena.

### Metoda najveće frekvencije

Ova metoda takođe koristi snimljene-izmerene podatke. Celokupna priprema i dalja obrada snimljenih podataka treba da bude sprovedena u skladu sa ranijim izlaganjem.

Podaci o vremenskom trajanju pojedinih elemenata rada delova operacije, dobijeni snimanjem, predstavljaju polaznu bazu za dalju primenu ove metode. Neka je, na primer snimanjem dobijen sledeći niz podataka, npr. u minutima:

7-5-6-8-7-9-5-6-7-6-7-8-9-7-6-8-9-8-7-6-7-7-8-7-6-8.

Pojedine veličine javljaju se sa sledećim frekvencijama: 5 - 2 puta; 6 - 6 puta; 7 - 9 puta; 8-6 puta; 9 - 3 puta.

Kao što se vidi, 7 se javlja sa najvećom frekvencijom, te se može smatrati normalnim vremenom izrade. Korišćenje normalizovanih podataka doprinosi realnosti dobijenih vrednosti, u većoj meri u odnosu na aritmetičku sredinu.

### Michelin metoda

Prema svom autoru Michelin-u, ova je metoda dobila je svoje ime. Normalno vreme izrade, odnosno tipsko za operaciju, dobija se kao aritmetička sredina minimalnog i srednjeg vremena, tj. (11.1):

$$T_{\text{tipsko}} = \frac{T_{\text{min}} + T_{\text{sr}}}{2}$$

Za opisivanje postupka dobijanja  $T_{\min}$  i  $T_{\text{sr}}$  poslužiće primer sa konkretnim podacima. Na primer, višestrukim snimanjem jedne operacije dobijeni su sledeći podaci:

12,13, 8,11,10,15, 21,12,16,14, 10,11, 17,13.

Radi provere da li je obavljen dovoljan broj snimanja, izračunava se aritmetička sredina prvih sedam, pa zatim drugih sedam podataka, ustvari polovina raspoloživih podataka iz gornjeg niza. Ovako dobijene srednje vrednosti treba da budu u granicama  $\pm 5\%$  od aritmetičke sredine svih podataka. Za navedene podatke, srednja vrednost prve polovine podataka iznosi 12.85, a za drugu 13.28 što je u okviru dopustivih odstupanja od  $\pm 5\%$  u odnosu na 13.07, što predstavlja aritmetičku sredinu svih snimljenih podataka.

Dalji postupak je sledeći: sve snimljene podatke potrebno je poredati u rastući niz:

8,] 10,10,11,11,12,12,13,13,14,15,16,17, [21  
odbaciti odbaciti

Najveća i najmanja vrednost iz niza se odbacuje, a preostale cifre iz niza podataka grupiše se u približno tri jednake grupe. Najveća vrednost u I grupi je  $T_{\min}$ . Dok se  $T_{\text{sr}}$  dobija kao aritmetička sredina svih podataka iz sve tri grupe. Prema tome:

$$T_{\min} = 11, \quad a \quad T_{\text{sr}} = 12.83$$

Tako da je:

$$T_{\text{tipsko}} = \frac{11 + 12,83}{2} = 11.92$$

Osnovna karakteristika ovako izračunatog normalnog vremena je u tome što se ne prihvata srednja vrednost već nešto manja, što favorizuje intenzivniji rad.

## **POGLAVLJE 12.0. KLIMA BEZBEDNOSTI NA RADU KAO ZNAČAJAN SEGMENT ERGONOMIJE RADNOG MESTA**

Pri pomenu termina upravljanje proizvodnjom i proizvodnim sistemima, neizostavan aspekt je bezbednost zaposlenih. Zapravo, bezbednost zaposlenih na radu predstavlja pretpostavku odvijanja svake privredne aktivnosti. Stoga se upravljanje bezbednošću zaposlenih na radu, odnosno radnim mestima, nameće kao sastavni deo sistema upravljanja proizvodnjom.

### **12.1. Klima bezbednosti**

Tradicionalni pristup upravljanju bezbednosti je usko fokusiran na tehničke faktore kao što su projektovanje mašina, alata i opreme, kao i bezbednosne politike i procedure. Same tehnike za popravlanje (održavanje) stanja bezbednosti na radu su poznate u svetu još od početaka industrijalizacije, međutim, u nauci o menadžmentu se dosta kasnije javljaju pokušaji za sistematizacijom faktora koji utiču na stanje bezbednosti zaposlenih na radnim mestima. Drugim rečima, poštovanje procedura i pravila za bezbedno odvijanje radnih aktivnosti nije dovoljno u cilju ostvarenja pune bezbednosti zaposlenih. Prema Zoharu, koji se smatra pionikom naučnog istraživanja menadžmenta bezbednosti na radu, i njegovim prvim istraživanjima, u procesu upravljanja bezbednošću na radu, esenciju predstavljaju kako on kaže kultura bezbednosti i klima bezbednosti. Ova dva termina se u mnogim radovima različitih istraživača izjednačavaju, ali i pored toga postoje ključna razgraničenja ovih pojmova.

Kultura bezbednosti predstavlja deo organizacione kulture i ima tendenciju da se fokusira na dublje i teže dostupne osnovne vrednosti i pretpostavke u okviru organizacije u pogledu bezbednosti i ljudskih resursa uopšte. Sa druge strane, prema jednoj od definicija, klima bezbednosti se posmatra kao poseban atribut koji se sastoji od dva faktora: posvećenost menadžmenta bezbednosti i učešće zaposlenih u ostvarenju zahteva bezbednosti. Prema ovoj definiciji može se reći da klima bezbednosti definiše subjekte u ostvarenju cilja (bezbednost), kao i njihove okvire delovanja. Sa druge strane, kultura bezbednosti predstavlja termin koji opisuje načine upravljanja bezbednošću na radnom mestu. Dodatno, kultura bezbednosti odražava stavove, verovanja,

shvatanja i vrednosti vezane za bezbednost, a koje zaposleni dele u okviru organizacije. Opet, prema nekim autorima, termini kultura i klima bezbednosti se jednostavno u svojim međuodnosima stapaju, te ih tako treba i posmatrati.

U novije vreme focus je na usklađenosti ponašanja u smislu poštovanja bezbednosnih pravila i propisa. Međutim, to nije u potpunosti dovoljno kako bi se smanjio rizik od povređivanja, pa je naglasak na proaktivnom delovanju pojedinaca. Klima bezbednosti služi kao okvir referenci za zaposlene u smislu osećaja sigurnosti na radnom mestu i prilagođavanja ličnog ponašanja u skladu sa merama bezbednosti. Individualna percepcija klime bezbednosti utiče na ponašanje zaposlenih. Sa druge strane, grupni stavovi u okviru organizacije mogu imati uticaja na individualne percepcije i ponašanja.

Koncept klime bezbednosti se proučava već više od 30 godina. Proučavanje klime bezbednosti je bazirano na zajedničkoj percepciji zaposlenih u pogledu organizacione politike, procedura i praksi, a u vezi sa vrednostima i značajem bezbednosti u okviru organizacije. Stoga se može reći da je klima bezbednosti komponenta kulture bezbednosti, koja je opet deo organizacione kulture. Takođe, u literaturi vlada stav da je klima bezbednosti refleksija vladajuće kulture bezbednosti u okviru organizacije.

Klima bezbednosti predstavlja ključni indikator nezgoda i povreda na radu, a mehanizam kroz koji se to ostvaruje je uticaj klime bezbednosti na motivaciju zaposlenih, kao i njihovo znanje i osposobljenost da radne aktivnosti obavljaju na bezbedan način. Bezbednije ponašanje zaposlenih za posledicu ima smanjenje broja nezgoda i povreda na radu.

## **12.2. Bezbednost na radu**

Bezbednost na radu u savremenim uslovima privređivanja predstavlja preduslov obavljanja svih poslovnih aktivnosti. Sa povećanjem kvaliteta življenja, istovremeno raste i zainteresovanost za bezbednost i očuvanje zdravlja zaposlenih. Važnost ovog aspekta privredne delatnosti još je veća kada se uzme u obzir da je čovek najbitniji i nenadoknativ resurs. Svaki čovek kao individua je nosilac jedinstvenih i neponovljivih psihofizičkih karakteristika čijim angažovanjem u procesu rada stvara vrednosti.

Takođe, bezbednost i zaštita zdravlja zaposlenih na radu je jedno od osnovnih ljudskih prava svakog čoveka. Jedino bezbedan rad i zdrava i bezbedna radna sredina daju adekvatnu osnovu za

nesmetano odvijanje radnih aktivnosti, kao i vođenje adekvatnog života savremenog čoveka. Kao i u svim drugim zemljama sveta, tako i kod nas postoji zakon koji uređuje oblast bezbednosti i zaštite zdravlja zaposlenih na radu, te je predmetnu oblast na ovom mestu potrebno razmotriti i u duhu ovog zakona. Ovaj zakon najpre definiše sam pojam bezbednosti i zdravlja na radu na sledeći način:

**Bezbednost i zdravlje na radu jeste obezbeđivanje takvih uslova na radu kojima se, u najvećoj mogućoj meri, smanjuju povrede na radu, profesionalna oboljenja i oboljenja u vezi sa radom i koji pretežno stvaraju pretpostavku za puno fizičko, psihičko i socijalno blagostanje zaposlenih (Zakon o bezbednosti i zdravlju na radu; član 4. tačka 4).**

Opšteprihvaćeno mišljenje u savremenom poslovnom svetu je da bezbednost i zdravlje na radu predstavljaju najveće vrednosti svakog pojedinca i društva u celini.

**Bezbednost i zaštita zdravlja na radu se mogu definisati kao disciplina koja se bavi unapređivanjem uslova rada i radne sredine, prevencijom povreda, profesionalnih bolesti i bolesti u vezi sa radom, zaštitom i unapređivanjem zdravlja zaposlenih.** Zakon o bezbednosti na radu definiše i ostale kategorije koje su vezane za bezbednost i zaštitu zdravlja zaposlenih na radnom mestu.

Radne aktivnosti u užem smislu se obavljaju na radnom mestu, stoga ovaj zakon definiše radno mesto kao prostor koji je namenjen za obavljanje poslova, a u kome radnik boravi, ili povremeno tokom radnog dana ima pristup, a koji je u posrednoj ili neposrednoj kontroli poslodavca.

U odnosu na radno mesto, nešto šira kategorija je radna okolina. Pod radnom okolinom, zakon o bezbednosti i zdravlju na radu, podrazumeva prostor u kome se obavlja rad, a koji podrazumeva radno mesto, radne uslove, radne postupke i odnose u procesu rada.

Pored prethodno pomenute dve kategorije, Zakon o bezbednosti i zdravlju na radu navodi i ostale kategorije koje se bilo posredno, bilo neposredno odnose na bezbednost i zdravlje zaposlenih na radu.

Pod sredstima za rad, podrazumevaju se objekti koji se koriste kao radni ili kao pomoćni objekti, oprema za rad, konstrukcije i objekti koji se koriste za kolektivnu bezbednost i zdravlje na radu, pomoćne konstrukcije i objekti i ostala sredstva.

Sledeća kategorija od uticaja na bezbednost i zdravlje na radu su sredstva i oprema za ličnu zaštitu zaposlenih na radu. Pod ovim

sredstvima i opremom se podrazumevaju odeća, obuća, kao i pomoćne naprave i uređaji koji služe za sprečavanje povreda na radu i koje su u funkciji očuvanja bezbednosti i zdravlja radnika na njihovim radnim mestima.

Sveobuhvatno definisanje bezbednosti i zdravlja na radu je veoma složeno. U tom pravcu, neophodno je najpre definisati pojam preventivnih mera.

**Preventivne mere jesu sve mere koje se preduzimaju ili čije se preduzimanje planira na svim nivoima rada kod poslodavaca, radi sprečavanja povređivanja ili oštećenja zdravlja zaposlenih (Zakon o bezbednosti i zdravlju na radu; član 4. tačka 5).**

U cilju obezbeđivanja preventivnih mera za ostvarivanje bezbednosti i zdravlja zaposlenih na radu, neophodno je primeniti najsavremenije tehničke, ergonomske, zdravstvene, obrazovne, socijalne, organizacione i ostale mere i sredstava kojima se otklanja rizik od povređivanja i narušavanja zdravlja na radnom mestu i u radnoj okolini. Rizik nije moguće uvek i na svim radnim mestima u potpunosti otkloniti, ali je moguće njegovo minimiziranje, primenom pomenutih mera i sredstava. Prema zakonu o bezbednosti i zdravlju na radu, preventivne mere je moguće postići na sledeće načine:

- Postupkom projektovanja, izgradnje, korišćenja i održavanja objekata namenjenih obavljanju radnih aktivnosti, a na način koji omogućava bezbedno obavljanje radnih aktivnosti.
- Postupkom projektovanja, izgradnje, korišćenja i održavanja tehnoloških procesa rada i pripadajuće opreme za rad. Cilj je postizanje bezbednog rada zaposlenih usklađivanjem svih uticajnih faktora sa propisanim merama i normativima za datu delatnost koja se obavlja na tim radnim mestima i u tim radnim prostorijama.
- Postupkom projektovanja, izgradnje, korišćenja i održavanja opreme za rad, konstrukcija i objekata koji se koriste za kolektivnu bezbednost i zdravlje na radu, kao i ostalih konstrukcija i sredstava, a na način da se u toku njihove upotrebe sprečava povređivanje ili ugrožavanje zdravlja zaposlenih.
- Postupkom proizvodnje, pakovanja, prevoza, skladištenja, upotrebe i uništavanja opasnih materija, a na način predviđen propisima i pravilima kojima se

otklanjaju mogućnosti povređivanja ili oštećenja zdravlja zaposlenih.

- Postupkom projektovanja, proizvodnje i korišćenja sredstava i opreme za ličnu zaštitu na radu, a čijom se upotrebom otklanjaju rizici i opasnosti koji nisu mogli biti otklonjeni prethodnim primenama preventivnih mera.
- Postupkom edukacije i ostalih vrsta osposobljavanja, kao i podizanjem svesti svih zaposlenih iz oblasti bezbednosti i zdravlja na radu (Zakon o bezbednosti i zdravlju na radu; član 7. tačka 1-6).

Preventivne mere u svim pomenutim postupcima su ili propisane zakonom ili određene vrednostima i standardima za adekvatne privredne delatnosti.

Kada se u obzir uzmu sve navedne činjanice, može se reći da **bezbednost i zdravlje na radu predstavlja skup tehničkih, organizacionih, pravnih, zdravstvenih, psiholoških, edukativnih i ostalih mera, čijom se primenom otkrivaju i otklanjaju, ili makar umanjuju opasnosti koje mogu da ugroze život i zdravlje zaposlenih na radu.** Shodno tome, u oblasti zaštite bezbednosti i zdravlja zaposlenih na radu se utvrđuju mere, postupci, procedure i pravila kojima se otklanjaju ili umanjuju opasnosti. Može se reći da se na taj način sprovode preventivne mere u cilju očuvanja bezbednosti i zdravlja zaposlenih na radu.

### ***12.2.1. Uloga i značaj bezbednosti i zdravlja na radu***

Primarna uloga bezbednosti i zdravlja zaposlenih na radu podrazumeva zaštitu zdravlja zaposlenih, kao i očuvanje sredstava za rad, što se eksplicitno nameće iz same terminologije. Međutim, postoji i niz jednako bitnih uloga i zadataka u oblasti bezbednosti i zdravlja zaposlenih na radu, kao što su povećanje produktivnosti, povećanje kvaliteta proizvoda i usluga, povećanje motivacije za rad, povećanje zadovoljstva zaposlenih, a sve to doprinosi poboljšanju kvaliteta života pojedinca, a samim tim preko organizacije, do poboljšanja kvaliteta celokupnog društva. O motivacionim faktorima je više reći bilo u poglavlju koje se bavilo projektovanjem radnog mesta.

Donošenjem, sprovođenjem i održavanjem mera koje doprinose bezbednosti i očuvanju zdravlja zaposlenih, postiže se višestruka korist. Najpre, samo fizički bezbedan i zdrav radnik može na zadovoljavajući način da izvršava svoje radne zadatke. Na taj



način je moguće postizanje odgovarajućeg i očekivanog nivoa produktivnosti. Međutim, veoma bitan je i prihološki efekat. Samo obraćanje pažnje na oblast bezbednosti i zdravlja zaposlenih, deluje kao motivišući faktor u smislu povećanja posvećenosti poslu, a samim tim i postizanja željene produktivnosti. Postizanje, održavanje, pa čak i nadmašivanje rezultata iz oblasti bezbednosti i zdravlja na radu, osim motivišućeg efekta, stvaraju i osećaj zadovoljstva kod zaposlenih. Na taj način se povećava kvalitet života, što za sobom povlači samo pozitivne konsekvence u smislu obavljanja radnog procesa. Rezultat svega toga je višestruka korist, kako sa aspekta zaposlenih, tako i sa aspekta organizacije. Kod zaposlenih se javlja osećaj sigurnosti i zadovoljstva poslom, motivisaniji su za dostizanje proizvodnih ciljeva, a organizacija beleži bolje rezultate, kako prema kvantitativnim, tako i prema kvalitativnim pokazateljima. U tom smislu, svako ulaganje organizacije u oblast bezbednosti i zdravlja zaposlenih na radu se može smatrati investicijom, a ne troškom za tu organizaciju. Ovako gledište nije samo teorijska kategorija, već predstavlja praksu u razvijenim privredama zapadnih društava, a što treba da postane ostvariv cilj i u našim okvirima.

### ***12.2.2. Procena rizika na radnom mestu i u radnoj okolini***

Bezbednost i zdravlje zaposlenih na radu je oblast koja je zbog svoje nesumnjive važnosti regulisana zakonskim aktima u svim državama sveta, te je isti slučaj i u Srbiji. Zakon o bezbednosti i zdravlju na radu, 2006. godine, svojim stupnjem na snagu, zamenio je dotadašnji Zakon o zaštiti na radu. Sama izmena terminologije govori i o proširenju polja delovanja ovog zakona. Ovakva izmena je predstavljala usaglašavanje sa međunarodnim direktivama i konvencijama, a u cilju integracije sa Evropskom Unijom, kako našeg privrednog sistema, tako i celokupnog društva.

Zakon o bezbednosti i zdravlju na radu predstavlja osnovu, a predmetnu oblast detaljnije definišu i uređuju brojna podzakonska akta i pravilnici. Njihovim sadržajem se najčešće regulišu tehničke mere, procedure i načini delovanja u konkretnim oblastima privređivanja.

**Pravilnik o načinu i postupku procene rizika na radnom mestu i u radnoj okolini** je jedan od osnovnih podzakonskih akata. Osnov i svrha procene rizika je otklanjanje opasnosti i štetnosti na radnom mestu i u radnoj okolini, odnosno otklanjanje

ili smanjenje rizika kako bi se sprečile povrede na radu, oštećenja zdravlja ili oboljenja zaposlenih.

Procena rizika podrazumeva sistematsko beleženje i procenjivanje svih uticajnih faktora u procesu rada. Drugim rečima, to predstavlja evidentiranje svih potencijalnih opasnosti i štetnosti na radnom mestu i u radnoj okolini, koje mogu da izazovu različite povrede, oštećenja zdravlja ili oboljenja radnika tokom obavljanja radnih aktivnosti.

Prilikom procene rizika se sagledava organizacija rada, obavljanje i karakter radnih procesa, sredstva za rad, sirovine i materijali koji se koriste u tehnološkim i radnim procesima, sredstva i oprema za ličnu zaštitu, kao i ostali elementi koji mogu da izazovu rizik od povređivanja, oštećenja zdravlja ili oboljevanja zaposlenih na radnom mestu.

U cilju sprovođenja procene rizika, najpre je potrebno obaviti opis tehnološkog i radnog procesa, opis i grupisanje sredstava za rad, kao i opis sredstava i opreme za ličnu zaštitu na radu na pogodan način za prikupljanje i procenjivanje relevantnih informacija o procesima i sredstvima prema postojećem stanju. Samim time, jasno je da je oblast zaštite na radu tesno povezana sa oblašću planiranja proizvodnje i planiranja i razvoja novih proizvoda. Naime, paralelno sa projektovanjem tehnoloških operacija za proizvodnju i definisanja mehanizama upravljanja procesima, planira se i uzima u obzir bezbednost zaposlenih na svim radnim mestima tog procesa. Izvršenim opisom tehnološkog i radnog procesa se obuhvataju objekti, oprema za rad koja se koristi u procesu rada, konstrukcije i objekti za kolektivnu bezbednost, njihova namena i način korišćenja, sredstva i oprema za ličnu zaštitu zaposlenih na radu, kao i ostala sredstva koja se koriste u procesu rada, njihova namena i način korišćenja.

Snimanje organizacije rada predstavlja uvid u akta preduzeća kojima se uređuje njegova unutrašnja organizacija, odnosno organizacija i sistematizacija radnih mesta. Osim toga, snimanje podrazumeva i neposrednu proveru propisane organizacije rada i fizičkog stanja kod konkretene organizacije. Nakon obavljenog snimanja organizacije rada, odnosno svih radnih mesta, vrši se prepoznavanje i utvrđivanje opasnosti i štetnosti na radnom mestu i u radnoj okolini na osnovu podataka prikupljenih iz dokumentacije preduzeća, posmatranjem i praćenjem procesa rada na radnom mestu, pribavljanjem potrebnih informacija putem direktne komunikacije sa zaposlenima, kao i iz ostalih izvora. Prikupljeni podaci, tj. informacije se grupišu i pošto ukazuju na moguće opasnosti i štetnosti, na osnovu njih se formiraju vrste ili

grupe opasnosti ili štetnosti po zdravlje zaposlenih.

U postupku utvrđivanja podataka o opasnostima i štetnostima na radnom mestu i u radnoj okolini polazi se od postojećeg stanja bezbednosti i zdravlja na radu. Pod tim se podrazumevaju stručni nalazi o izvršenim pregledima i ispitivanjima sredstava za rad, uslova radne okoline, izveštaji o periodičnim zdravstvenim pregledima zaposlenih, evidencije o povredama na radu, profesionalnim oboljenjima i ostalim oboljenjima vezanim za rad, izveštaji o stanju opreme i sredstava za ličnu zaštitu na radu, analize o ranijim merama za prevenciju povreda na radu, inspekcijski nalazi o izvršenom nadzoru, uputstva o bezbednom obavljanju radnih aktivnosti i dr. (Pravilnik o načinu i postupku procene rizika na radnom mestu i u radnoj okolini; član 1.-7.).

Opasnosti na radnom mestu i u radnoj okolini se grupišu na sledeći način:

1. Mehaničke opasnosti – pojavljuju se korišćenjem opreme za rad i mogu biti:
  - nedovoljna bezbednost zbog rotirajućih ili pokretnih delova,
  - slobodno kretanje delova ili materijala koji mogu naneti povredu zaposlenom,
  - unutrašnji transport i kretanje radnih mašina ili vozila, kao i pomeranje određene opreme za rad,
  - korišćenje opasnih sredstava za rad koja mogu proizvesti eksplozije ili požar,
  - nemogućnost pravovremeneog uklanjanja sa mesta rada, izloženost zatvaranju, mehaničkom udaru i sl.
  - drugi faktori koji mogu da se pojave kao mehanički izvori opasnosti.
  
2. Opasnosti koje se pojavljuju u vezi sa karakteristikama radnog mesta i mogu biti:
  - opasne površine – podovi i sve vrste gazišta koje imaju oštre ivice, šiljke, grube površine, izbočene delove i slično,
  - rad na visini ili dubini, u smislu propisa o bezbednosti izdravlju na radu,
  - rad u skućenom, ograničenom ili opasnom prostoru,
  - mogućnost klizanja ili spoticanja – mokre ili klizave površine,
  - fizička nestabilnost radnog mesta,

- mogućnost posledice ili smetnje usled obavezne upotrebe sredstava ili opreme za ličnu zaštitu na radu,
  - uticaji usled obavljanja procesa rada korišćenjem neodgovarajućih ili neprilagođenih metoda rada,
  - druge opasnosti koje se mogu pojaviti u vezi sa karakteristikama radnog mesta i načinom rada.
3. Opasnosti koje se pojavljuju korišćenjem električne energije i mogu biti:
- opasnost od direktnog dodira sa delovima električne instalacije i opreme pod naponom,
  - opasnost od indirektnog dodira,
  - opasnost od toplotnog dejstva koje razvijaju električna oprema i instalacije,
  - opasnost usled udara groma i posledica atmosferskog pražnjenja,
  - opasnost od štetnog uticaja elektrostatickog naelektrisanja,
  - druge opasnosti koje se mogu pojaviti u vezi sa korišćenjem električne energije (Pravilnik o načinu i postupku procene rizika na radnom mestu i u radnoj okolini; član 8. tačka 1-3).

Slično opasnostima, vrši se i klasifikacija i grupisanje štetnosti na radnom mestu i u radnoj okolini i to na sledeći način:

1. Štetnosti koje nastaju ili se pojavljuju u procesu rada, a mogu biti:
- hemijske štetnosti, prašina i dim (štetne materije se mogu uneti u organizam udisanjem, prodorom kroz kožu, mogu se javiti opekotine, razna trovanja i sl),
  - fizičke štetnosti (buka i vibracije),
  - biološke štetnosti (infekcije, izlaganja mikroorganizmima i alergenima),
  - štetni uticaji mikroklimе (visoka ili niska temperatura, vlažnost i brzina strujanja vazduha),
  - neodgovarajuća, odnosno nedovoljna osvetljenost,
  - štetni uticaji zračenja (toplotno, jonizujuće, lasersko ili ultrazvučno zračenje),
  - štetni klimatski uticaji (rad na otvorenom prostoru),
  - štetnosti koje nastaju korišćenjem opasnih materija u proizvodnji, transportu, pakovanju, skladištenju ili uništavanju,

- druge štetnosti koje se pojavljuju u radnom procesu, a koje mogu da budu uzrok povrede na radu zaposlenog, profesionalnog oboljenja ili oboljenja u vezi sa radom.
2. Štetnosti koje proističu iz psihičkih ili psihofizičkih napora koji se uzročno vezuju za radno mesto i poslove koje zaposleni obavlja, a mogu biti:
- naponi ili telesna naprezanja,
  - nefiziološki položaj tela (dugotrajno stajanje, sedenje, čučanje, klečanje i sl.)
  - naponi pri obavljanju određenih poslova koji prouzrokuju psihološka opterećenja (stres, monotonija i sl.),
  - odgovornost u primanju i prenošenju informacija, korišćenje odgovarajućeg znanja i sposobnosti, odgovornost u pravilima ponašanja, odgovornost za brze izmene radnih procedura, intenzitet u radu, prostorna uslovljenost radnog mesta, konfliktne situacije, rad sa strankama i novcem, nedovoljna motivacija za rad, odgovornost u rukovođenju i sl.
3. Štetnosti vezane za organizaciju rada:
- rad koji je duži od punog radnog vremena (prekovremeni rad),
  - rad u smenama,
  - noćni rad,
  - pripravnost za slučaj intervencija i sl.
4. Ostale štetnosti koje se pojavljuju na radnim mestima, kao što su:
- štetnosti koje prouzrokuju druga lica (nasilje prema licima koja rade na šalterima, lica na obezbeđenju i sl.),
  - rad sa životinjama,
  - rad u atmosferi sa visokim ili niskim pritiskom,
  - rad u blizini vode ili ispod površine vode. (Pravilnik o načinu i postupku procene rizika na radnom mestu i u radnoj okolini; član 9. tačka 1-4).

Procena rizika se zasniva na analizi verovatnoće nastanka i težine povrede na radu, oštećenja zdravlja, ili oboljenja zaposlenog u vezi sa radom prouzrokovanih na radnom mestu i u radnoj okolini.

Podaci se prikupljaju na svim radnim mestima za koja se vrši procena rizika. Takođe je neophodno prikupiti i podatke iz radne

okoline (vezano za svako radno mesto). Na osnovu ovih podataka se prepoznaju, odnosno utvrđuju sve opasnosti i štetnosti na osnovu kojih se sastavlja lista opasnosti i štetnosti u radnoj okolini na svakom radnom mestu. Izborom i primenom odgovarajuće metode, vrši se procena rizika, tj. verovatnoća nastanka i težine povreda na radu, oštećenja zdravlja ili oboljenja zaposlenog.

Tehničkim propisima, standardima i preporukama su određene dozvoljene vrednosti za sve potencijalne opasnosti i štetnosti u okviru svake privredne delatnosti. Obzirom da menadžer proizvodnje, kod analize bezbednosti na radu bilo kojeg PPS-a, blisko saradjuje sa osobom zaduženom za bezbednost na radu (inženjer bezbednosti na radu), detalji vezani za dozvoljene vrednosti neće biti predstavljene u ovom tekstu. Naime to su podaci koje menadžeru proizvodnje obezbeđuje inženjer zaštite na radu. Na osnovu ovih referentnih vrednosti se vrši upoređivanje za svaku prepoznatu opasnost ili štetnost, što zapravo i predstavlja procenu rizika, koju potom obavlja menadžer proizvodnje kao deo tima za postizanje klime bezbednosti u kompaniji.

Verovatnoća nastanka povreda na radu i oštećenja zdravlja prouzrokovanih opasnostima i štetnostima na radnom mestu i u radnoj okolini, procenjuje se na osnovu prethodne analize koja uzima u obzir učestalost i trajanje izloženosti zaposlenih opasnostima i štetnostima, verovatnoću nastanka opasnog događaja i tehničke, organizacione ili neke druge mogućnosti za njihovo izbegavanje ili eventualno ograničavanje na najmanju moguću prihvatljivu meru u konkretnoj situaciji. Težina potencijalne povrede na radu, oštećenja zdravlja ili oboljenja zaposlenog se procenjuje na osnovu prethodne analize koja uzima u obzir predvidivu vrstu povrede.

U slučaju sistematski obavljanjeh prethodnih aktivnosti i na taj način kvalitetno primenjenih svih mera u oblasti bezbednosti i zdravlja zaposlenih na radu, postiže se kreiranje radnog mesta i radne okoline sa malim ili minimalno prihvatljivim nivoom rizika. Sa druge strane, postoje i radna mesta sa povećanim nivoom rizika. U slučaju da i pored potpuno, ili delimično primenjenih mera u oblasti bezbednosti i zdravlja na radu i dalje postoje štetnosti i opasnosti koje prema izveštaju lica za procenu rizika mogu da izazovu povredu, ili da ugroze zdravlje zaposlenog, onda se može smatrati da je u pitanju radno mesto sa povećanim nivoom rizikom. Ovakva radna mesta i radna okruženja se evidentiraju u aktu o proceni rizika (Pravilnik o načinu i postupku procene rizika na radnom mestu i u radnoj okolini; član 10).

### **12.2.3. Utvrđivanje načina i mera za otklanjanje ili smanjenje rizika**

Na osnovu procenjenih rizika na radnim mestima i u radnoj okolini, rukovodstvo organizacije utvrđuje adekvatne načine i mere za njihovo otklanjanje ili eventualno smanjivanje na najmanju moguću meru, ako ih je nemoguće u potpunosti otkloniti. Ako su opasnosti i rizici takvi da mogu teže da ugroze život i zdravlje zaposlenih, potrebno ih je odmah otkloniti. U slučaju da su opasnosti i rizici takvi da ne ugrožavaju život i zdravlje zaposlenih u većoj meri, a da su za njihovo otklanjanje potrebna velika investiciona sredstva, mogu se odrediti mere i rokovi za njihovo sprovođenje kako bi se u potpunosti eliminisali rizici ili se smanjili na najmanju moguću meru.

Aktom o proceni rizika se određuje lice zaduženo za sprovođenje mera za otklanjanje ili smanjenje rizika. U praksi je to lice ili rukovodilac, ili lice određeno za bezbednost i zdravlje na radu (Pravilnik o načinu i postupku procene rizika na radnom mestu i u radnoj okolini; član 11.).

Mere za sprečavanje ili smanjenje rizika se utvrđuju na osnovu:

- procenjenog rizika,
- utvrđenih prioriteta,
- poštovanja principa prevencija,
- propisa o bezbednosti i zdravlja na radu,
- tehničkih propisa, standarda ili opšte prihvaćenih mera.

Pod merama za sprečavanje ili smanjenje rizika se podrazumeva:

1. Održavanje u ispravnom stanju i vršenje pregleda i ispitivanja sredstava za rad.
2. Obezbeđivanje propisanih uslova za bezbedan i zdrav rad na radnom mestu i u radnoj okolini.
3. Osposobljavanje zaposlenih za bezbedan i zdrav rad.
4. Obezbeđivanje sredstava i opreme za ličnu zaštitu na radu, njihovo održavanje i ispitivanje.
5. Upućivanje zaposlenih na prethodne i periodične lekarske preglede u skladu sa ocenom službe medicine rada i dr. (Pravilnik o načinu i postupku procene rizika na radnom mestu i u radnoj okolini; član 12.).

Po donošenju odluke o pokretanju postupka procene rizika, određuju se odgovorna lica (jedno ili više njih) za sprovođenje postupka procene rizika u preduzeću. Odgovorna, odnosno

stručna lica se najčešće angažuju iz kolektiva. Ova lica polažu stručni ispit o praktičnoj osposobljenosti za obavljanje poslova bezbednosti i zdravlja na radu i dobijaju adekvatnu licencu za obavljanje poslova vezanih za bezbednost i zdravlje na radu.

Za vršenje procene rizika je moguće angažovati i pravno lice, odnosno neko drugo lice koje poseduje licencu u oblasti bezbednosti i zdravlja na radu (Pravilnik o načinu i postupku procene rizika na radnom mestu i u radnoj okolini; član 18.).

#### ***12.2.4. Pregled i ispitivanje opreme za rad***

Kod svih vrsta delatnosti, preventivnim i periodičnim pregledom i ispitivanjem opreme za rad, utvrđuje se da li su na svojoj opremi koja se koristi u procesu rada primenjene mere bezbednosti i zdravlja na radu koje su utvrđene propisima u oblasti bezbednosti i zdravlja na radu, tehničkim propisima, standardima, kao i uputstvima proizvođača.

Podzakonski akt, pravilnik o postupku pregleda i ispitivanja opreme za rad i ispitivanja uslova radne okoline navodi sledeću opremu koja podleže preventivnim i periodičnim pregledima:

- Dizalice i uređaji nosivosti veće od 0.5 tona i slična oprema.
- Regalne dizalice na mehanički pogon i svi tipovi dizalica sa automatski regulisanim pozicijama.
- Podizne platforme na mehanički pogon.
- Viseće skele, fasadni liftovi na mehanički pogon i sl.
- Samohodna vozila na mehanički pogon koja služe za unutrašnji transport, potiskivanje, dizanje, spuštanje i prenošenje tereta.
- Prese, makaze, noževi i valjci na mehanički pogon, a u koje se materijal za obradu stavlja ili vadi ručno.
- Oprema za obradu drveta, plastike i sličnih materijala, koja ima mehanički pogon, a u koju se materijal za obradu stavlja ili vadi ručno.
- Uređaji kojima se nanose premazna sredstva čije komponente u dodiru sa vazduhom obrazuju zapaljive i eksplozivne smeše, isparenja i hemijske štetnosti opasne po zdravlje zaposlenih.
- Oprema i postrojenja za proizvodnju, punjenje, merenje i kontrolu, sa cevovodima za napajanje, razvođenje i transport eksplozivnih, otrovnih i zagušljivih gasova ili tečnosti u objektima koji se koriste kao radni i pomoćni prostor.



- Protiv eksplozijsko zaštitna oprema za rad koja se koristi u tehnološkim procesima.
- Privremene električne instalacije sa uređajima, opremom i priborom koje se koriste za vreme izgradnje građevinskih objekata ili prilikom izvođenja drugih radova.
- Oprema za rad, mašine, uređaji, posrojenja, instalacije i alati za koju je aktom o proceni rizika utvrđeno da se na njoj vrše preventivni i periodični pregledi i ispitivanja (Pravilnik o postupku pregleda i ispitivanja opreme za rad i ispitivanja uslova radne okoline; član 3.).

Preglede i ispitivanja opreme za rad vrše specijalizovana preduzeća koja poseduju odgovarajuće uređaje i instrumente i raspolažu odgovarajućim metodologijama. Po obavljenom pregledu i ispitivanju opreme za rad, izdaje se stručni nalaz od strane organizacije koja je i obavila ove radnje. Pored opštih podataka o preduzeću u kome je ispitivana oprema za rad, stručni nalaz sadrži podatke o ispitivanoj opremi, podatke o instrumentima i uređajima koji su korišćeni u postupku pregleda i ispitivanja opreme za rad, utvrđeno stanje sa izmerenim veličinama za određene elemente ispitivanja, kao i eventualne utvrđene nedostatke i nepravilnosti i zaključak (Pravilnik o postupku pregleda i ispitivanja opreme za rad i ispitivanja uslova radne okoline; član 4.-6.).

#### ***12.2.5. Pregled i ispitivanje uslova radne okoline***

Preventivnim i periodičnim ispitivanjima uslova radne okoline se utvrđuje da li su na radnom mestu u radnoj okolini primenjene mere bezbednosti i zdravlja na radu koje su utvrđene odgovarajućim propisima i standardima.

Ispitivanja uslova radne okoline obuhvataju sledeće elemente:

- Mikroklima (temperatura, brzina strujanja i relativna vlažnost vazduha).
- Hemijske štetnosti (gas, para, dim i prašina).
- Fizičke štetnosti (buka, vibracije i štetna zračenja).
- Osvetljenost.
- Biološke štetnosti (Pravilnik o postupku pregleda i ispitivanja opreme za rad i ispitivanja uslova radne okoline; član 10.).

Slično ispitivanju opreme, ispitivanje uslova radne okoline, osim bioloških štetnosti, vrše specijalizovana preduzeća koja poseduju odgovarajuće instrumente i opremu, kao i metodologije. Biološke

štetnosti u okviru ispitivanja uslova radne okoline mogu da vrše specijalizovana preduzeća koja poseduju odgovarajuće instrumente, opremu, laboratorije i uređaje, kao i metodologije. Po obavljenom ispitivanju uslova radne okoline, izdaje se stručni nalaz od strane organizacije koja je i obavila ova ispitivanja. Pored opštih podataka o preduzeću u kome su ispitivani uslovi radne okoline, stručni nalaz sadrži podatke kojima se bliže određuju radna mesta u radnoj okolini i mesta na kojima su vršena ispitivanja sa parametrima uslova rada koji su utvrđeni u toku ispitivanja, podatke o instrumentima i uređajima koji su korišćeni u postupku ispitivanja uslova radne okoline, utvrđeno stanje sa izmerenim veličinama za određene elemente ispitivanja, kao i posebno iskazane rizike po zdravlje zaposlenih zbog eventualnog prisustva pojedinih štetnosti iznad dozvoljenih nivoa ili koncentracija, nedovoljne osvetljenosti i neadekvatne mikroklimе. Stručni nalaz takođe sadrži i adekvatne zaključke. Nakon obavljenih ispitivanja sačinjava se izveštaj koji u suštini ima istu sadržinu kao i stručni nalaz (Pravilnik o postupku pregleda i ispitivanja opreme za rad i ispitivanja uslova radne okoline; član 17.-19.).

### **12. 3. OHSAS 18000 standard (Occupational Health and Safety Assessment Series)**

Standard OHSAS 18000 podrazumeva dva različita dokumenta: OHSAS 18001:1999 – sistem upravljanja bezbednošću i zdravljem zaposlenih: specifikacije; i OHSAS 18002:2000 – uputstva za implementaciju sistema OHSAS 18001 ([www.asse.org](http://www.asse.org)). Zbog specifičnosti oblasti i značaja za menadžment proizvodnjom, u daljem tekstu će biti predstavljeni osnovni elementi specifikacija OHSAS 18001:1999 – sistem upravljanja bezbednošću i zdravljem zaposlenih.

#### ***12. 3.1. OHSAS 18001 – Sistemi upravljanja bezbednošću i zdravljem***

Važnost upravljanja zdravljem i bezbednošću zaposlenih na radu prepoznaju sve zainteresovane grupe: zaposleni, poslodavci, kupci, dobavljači, ugovarači, osiguravajuća društva, društvena zajednica, kao i agencije za donošenje regulativa. OHSAS 18001:1999 je kreiran u aprilu 1999. godine. OHSAS 18002:2000 predstavlja vodilju za implementaciju standarda OHSAS 18001. OHSAS 18001 je razvijen kao hitan odgovor na korisnički zahtev

za prepoznavanjem važnosti sistema za upravljenjem zdravljem i bezbednošću na radu, a na osnovu kojih njihovi sistemi upravljanja mogu biti prihvaćeni i sertifikovani. Otuda, može se reći da OHSAS 18001 predstavlja sertifikovani standard za uspostavljanje sistema upravljanja zaštitom zdravlja i bezbednosti na radu. ([http://www.bqi-icr.com/site/index.php?option=com\\_content&view=article&id=75&Itemid=58&lang=hr](http://www.bqi-icr.com/site/index.php?option=com_content&view=article&id=75&Itemid=58&lang=hr) ).

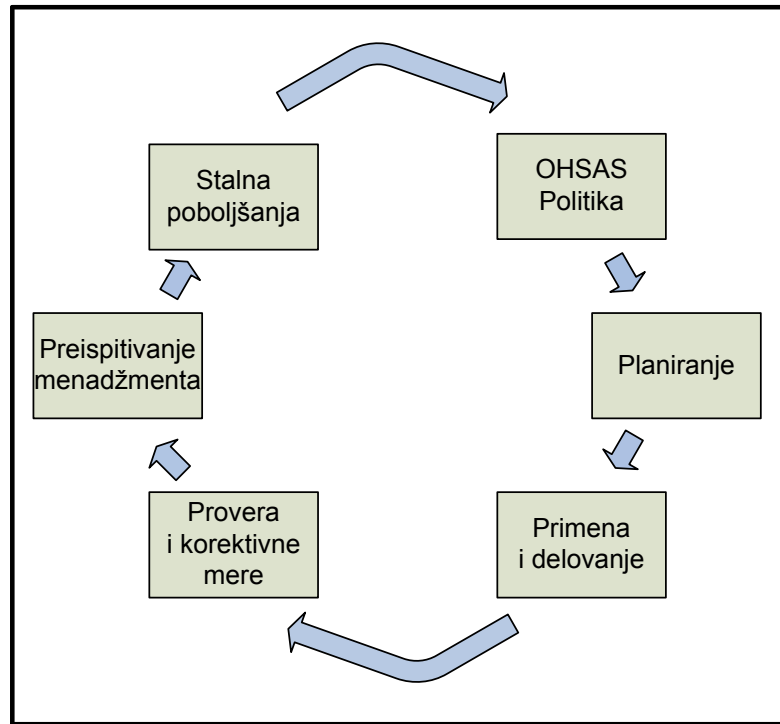
Specifikacija prihvata strukturni pristup upravljanju zdravljem i bezbednošću na radu. Istaknut je naglasak na proaktivnim i preventivnim praksama za identifikacijom zdravstvenih i bezbednosnih hazarda, kao i na evaluaciju i kontrolu rizika vezanih za rad i radno mesto. OHSAS 18001 mogu koristiti sve organizacije, bez obzira na veličinu, vrstu delatnosti i prirodu aktivnosti, kao i lokaciju. Organizacije danas mogu pribaviti sertifikat o svom sistemu za upravljenje zdravljem i bezbednošću na radu.

OHSAS 18001 uključuje sledeće elemente:

- Politika o zdravlju i bezbednosti na radu
- Planiranje
- Implementacija i korišćenje
- Provera i korektivne akcije
- Pregled upravljanja
- Kontinuirano obezbeđivanje

(<http://www.nsai.ie/index.cfm/area/page/information/18001ohsas> ).

Izuzetno je važno da je struktura standarda OHSAS 18001 prihvaćena od strane PDCA (akcija planiranja i provere) modela ISO 14000 standarda. Standardna struktura OHSAS 18001 pretpostavlja kombinovanje sa ostalim upravljačkim sistemima (kvalitet, ekologija i dr.). Kompanije koje implementiraju ISO 14000 sistem upravljanja, nemaju značajnijih problema prilikom uvođenja OHSAS 18001 standarda. U tom smislu, model sačinjen od elemenata OHSAS sistema upravljanja se može posmatrati i kao metod za primenu sistema upravljanja bezbednošću i zdravljem u organizaciji, kao što je predstavljeno na slici 116.



Slika 116. Elementi OHSAS sistema upravljanja

OHSAS politika predstavlja viziju i definisanje modela sistema bezbednosti na radu. U fazi planiranja potrebno je imati u vidu sledeće elemente: definisanje organizacije, procena rizika, globalno područje dejstva, identifikovanje zakonskih i drugih ograničenja, opšti i posebni ciljevi, usredsređivanje na značajne rizike i programi upravljanja. Uvođenje i sprovođenje OHSAS sistema naglašava sledeće elemente: resursi, učešće zaposlenih, procena radnih mesta, prevencija i kontrola opasnosti, obuka i komuniciranje, plan za vanredne situacije, upravljanje dokumentima i upravljanje promenama. Pod proverom i korektivnim merama se podrazumeva praćenje i prikupljanje podataka, sistem korektivnih, odnosno preventivnih mera, kao i procena usaglašenosti sa regulativama.

Kada su sve pomenute aktivnosti izvršene, rukovodstvo organizacije obavlja završne zadatke i tom prilikom se vrši preispitivanje učinka, revizija politike i vizije, postavljanje novih opštih i posebnih ciljeva, refokusiranje na resurse, motivisanje stalnog unapređenja, kao i reafirmisanje privrženosti svih članova organizacije pokrenutom procesu. Na ovaj način se zatvara krug (i počinje novi), čime se OHSAS sistem pretvara u jedan iterativan proces stalnih poboljšanja.

### *12.3.1.1. Koristi koje pruža OHSAS 18001*

OHSAS 18001 predstavlja najbolje rešenje u situacijama gde se organizacije suočavaju sa stopom povećanja oboljenja, gubljenjem radnih dana zbog povređivanja zaposlenih, sve brojnijim regulativama o bezbednosti i zdravlju na radu, rastom troškova kompenzacije povređenim radnicima na radnom mestu, povećanje cena medicinskih usluga, i dr. Iskustva iz prakse pokazuju da se troškovi kompenzacije uvećavaju spiralno. U nekim delovima sveta je u poslednje vreme došlo do povećanja ovih troškova za 20% godišnje. Uzrok ovog rasta je bezbedonosna klima kao rezultat regulativa poput OHSAS standarda, konkretno za ergonomiju; uvećanje koristi za radnika, kao i posvećenost menadžmenta uštedi novca za osiguranja zaposlenih.

Poslednjih godina je evidentan porast cena medicinskih usluga. Naravno, to dovodi do znatno većih izdataka kako za lečenje radnika, tako i za njihova osiguranja od povreda i oboljenja na radu. Naravno, treba pomenuti i druge troškove sa kojima se organizacija suočava, takođe je potrebno razmotriti vreme neophodno za ispitivanje uzroka i posledica incidenata, potom troškovi zbog izgubljenog vremena, kao i smanjenje rezultata pri uvođenju radnika na zamani.

Tradicionalni pristup menadžmentu bezbednosti i zaštite na radu podrazumeva reakciju na incidentne situacije na radu, dok se OHSAS 18001 fokusira na planiranje i kontrolu posla, a sa aspekta rizika na radnom mestu. Drugačije rečeno, OHSAS 18001 deluje preventivno u odnosu na rizike i opasnosti na radu.

Na osnovu podataka, organizacije koje su uvele sistem OHSAS 18001 realizuju brojne, različite koristi: poboljšavaju svoje operativne rezultate, smanjuju izgubljene radne dane, beleže poboljšanje zdravstvene i bezbednosne klime, stiču poverenje i zvanične potvrde od osiguravajućih kompanija i dr. Kao najznačajnija korist od primene sistema OHSAS 18001, svakako se može izdvojiti povećanje zadovoljstva i poverenja svih zaposlenih u organizaciji.

Sistem upravljanja bezbednošću i zdravljem zaposlenih, OHSAS 18001, pored implementacije samog sistema, podrazumeva i edukaciju i povećanje svesnosti zaposlenih iz oblasti bezbednosti na radu. Može se slobodno reći da je najbitnije osposobiti zaposlene da razumeju značaj svoje bezbednosti, a sama primena tahničkih mera i procedura bezbednosti na radu postaju stvar svakodnevnih rutine, poput većine radnih aktivnosti.

Donja granica pri uspostavljanju sistema upravljanja bezbednošću i zdravljem zaposlenih na radu, podrazumeva efikasnu organizacionu disciplinu, posvećenost i zadovoljstvo zaposlenih, prepoznavanje uvećanja zakonskih nadoknada za kompenzacije zaposlenima, kao i uvećanje kontrole zakonskih regulativa. Svakako, dosledna primena OHSAS 18001 sistema pomera tu granicu u smislu povećanja koristi za organizaciju (<http://www.nsai.ie/index.cfm/area/page/information/18001ohsas>).

Organizacije koje na za zadovoljavajućem novou ispunjavaju zahteve sistema OHSAS 18001, na taj način u svojim okvirima kreiraju kvalitetnu klimu bezbednosti.

### 13.0. KONTROLA KVALITETA U PROIZVODNJI

O kvalitetu kao značajnom segmentu za ocenu vrednosti finalnih proizvoda PPS-a, već je bilo dosta reči u okviru ove knjige. U daljem tekstu, biće navedene osnovne formulacije koje se odnose na direktnu kontrolu kvaliteta pre, u toku i na kraju proizvodnog procesa, kao i o alatima kontrole kvaliteta. Naravno, ovde će biti predstavljeni samo konceptualni okviri navedenih alata, obzirom da je upravljanje kvalitetom predmet posebnog kursa koji inženjeri menadžmenta izučavaju. Kako je već rečeno, pored cene i vremena, odnosno roka isporuke, kvalitet proizvoda je osnovni element konkurentne pozicije svakog poslovno-proizvodnog sistema na tržištu. Adekvatno shvatanje kvaliteta podrazumeva brojne parametre - svojstva, koje proizvod mora da zadovolji sa stanovišta kupca-korisnika, ali i sa stanovišta proizvođača. Naime, poimanje kvaliteta od strane krajnjeg korisnika i iz ugla proizvođača, ponekad nije identično. U razmatranjima o proizvodu su naznačeni osnovni elementi (funkcionalni i nefunkcionalni) koji predstavljaju ukupnost kvaliteta proizvoda. O funkcionalnim i nefunkcionalnim pokazateljima kvaliteta, već je bilo reči u prethodnim poglavljima ove knjige.

Kako je već navedeno, jedna od definicija kvaliteta glasi: "Kvalitet je skup svih svojstava i karakteristika proizvoda, procesa ili usluge koje se odnose na mogućnost da zadovolje utvrđene ili indirektno izražene potrebe kupaca".

U skladu sa iskazanim shvatanjem kvaliteta proizvoda, proizilazi da se kvalitet proizvoda stvara u procesu nastanka od ideje, odnosno oživotvorenja te ideje kroz odgovarajuća rešenja, preko realizacije u proizvodnji pa sve do korišćenju proizvoda od strane kupca i servisiranja. Prema tome, u stvaranju kvaliteta učestvuju neposredno i posredno, više ili manje izraženo, svi zaposleni kroz obavljanje svojih radnih zadataka na planiranom, projektovanom ili očekivanom nivou.

Aktivnosti kontrole kvaliteta su neophodne kako za merenje performansi finalnog proizvoda, tako i za merenje pokazatelja performansi samog proizvodnog procesa i najčešće se zasnivaju na statističkim alatima, koji uključuju metode uzorkovanja. Ipak, zbog statističke prirode uzorkovanja, dobijeni rezultati mogu rezultovati netačnim zaključcima koji se klasifikuju kao greška *I* i greška *II* tipa. Greška *I* tipa uključuje vršenje izmena na uzorku kada to nije potrebno, dok greška tipa *II* uključuje mogućnost ne vršenje izmena kada je potrebno da se one učine.

### **13.1. Osnovne metode kontrole kvaliteta u proizvodnji**

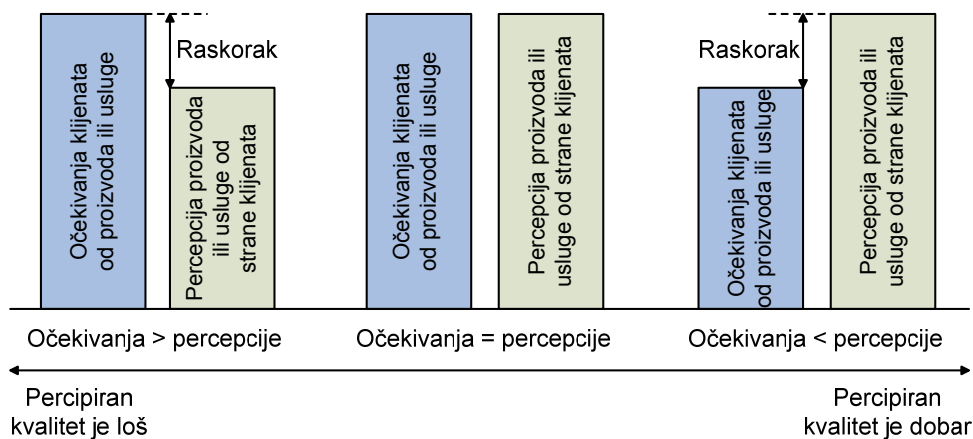
Kako je već više puta rečeno, kvalitet je jedan od osnovnih elemenata performasni procesa proizvodnje. U mnogim organizacijama postoje posebna odeljenja koja su posvećena jedino upravljanju i kontroli kvaliteta, obzirom da je kvalitet izuzetno značajan aspekt. Takođe, unapređenje kvaliteta može pozitivno uticati na druge aspekte operacionih performansi proizvodnog procesa, odnosno može doći do uvećanja prodaje, te samim time i do uvećanja profita.

Nivo kvaliteta performansi proizvoda definiše se na osnovu zahteva stvarnih ili potencijalnih korisnika, u toku razvoja novih ili istraživanja u cilju unapređenja postojećih proizvoda. Svaka operacija, odnosno proizvodni proces kao skup različitih operacija, izvodi se sa ili bez odstupanja u odnosu na definisane zahteve koji pretpostavljaju kvalitet izlaznog proizvoda. Sami nivoi kvaliteta se u savremenom poslovanju najčešće vezuju za primenu adekvatnih standarda kvaliteta.

Takođe, pored kvaliteta, neophodno je odrediti i kvantitet, što je u većini slučajeva definisano količinom ispravnih komada koji se očekuju u okviru proizvodne serije. Tu treba imati u vidu da su stanovišta i očekivanja proizvođača različita od stanovišta krajnjih korisnika, po ovom pitanju.

Iz ugla proizvođača, zavisno od nivoa kontrole i opreme koja se koristi u procesu proizvodnje, moguće je tolerisati izvestan procenat neispravnosti u toku, odnosno na kraju procesa proizvodnje. Drugim rečima u okviru proizvodne serije, proizvođač može tolerisati izvestan nivo škart proizvoda. Sa druge strane, sa stanovišta krajnjeg korisnika-kupca, kriterijum je svakako drugačiji. Naime, ukoliko krajnji korisnik kupuje jedan, ili manji broj komada proizvoda, onda svakako da očekuje da ti proizvodi budu u skladu sa definisanim nivoom kvaliteta, odnosno da bude na maksimalnom nivou ispravnosti. Slikovito, ovaj jaz između posmatranja proizvođača i očekivanja krajnjih korisnika je dat na slici 117.





Slika 117. Jaz između definisanog nivoa kvaliteta i očekivanja krajnjih korisnika

Kako bi se postiglo da ovaj jaz između očekivanja kupaca i definisanog nivoa kvaliteta bude što manji, neohodno je sprovesti sledeću proceduru obezbeđenja kvaliteta:

**1. Definirati željene karakteristike kvaliteta.** Različite za različite tipove proizvoda.

**2. Odlučiti kako meriti karakteristike kvaliteta.** Da li meriti masu, dužinu, brzinu proizvoda ili bilo koju drugu fizičku veličinu ili atribut proizvoda.

**3. Postaviti standard kvaliteta za svaki od karakteristika kvaliteta.** Definirati nivo kvaliteta koji određuje granicu između prihvatljivog i neprihvatljivog proizvoda (škarta).

**4. Kontrolisati kvalitet prema ovim standardima.** Gde? (na početku procesa, tokom procesa, nakon procesa), Uzorak ili svaki proizvod? (obično je previše skupo ili nemoguće proveriti baš svaki proizvod, posebno kod masovne proizvodnje) i Kako? (metode provere, primena SPC).

**5. Pronaći i ukloniti razloge lošeg kvaliteta.** Ukoliko proizvodi nisu na nivou definisanom standardom odrediti adekvatne mere korekcije.

**6. Činiti kontinualna unapređenja.** Ovo je suština progressa bilo kog menadžment procesa.

Kvalitet finalnih proizvoda na izlazu poslovno-proizvodnog sistema se postepeno stvara počev od ulaza repro materijala, te kroz proces proizvodnje uz istovremeno delovanje brojnih uticajnih faktora kao što su čovek, alati, mašine, tehničko-tehnološki nosioci informacija. U tu svrhu, potrebno je usvojiti adekvatne metode i tehnike kontrolisanja stanja i promena odabranih uticajnih faktora. Pri tome, očigledno je da u proizvodnji istovremeno deluje veliki broj različitih faktora koji

mogu biti od uticaja na postignuti nivo kvaliteta. Samim time, neophodno je permanentno vršiti kontrolu kvaliteta, koja može biti:

- preventivna, u smislu sprečavanja nastanka odstupanja od definisanog nivoa kvaliteta,
- arbitražna u smislu procenjivanja, prijema odnosno odbacivanja proizvoda, prema usvojenim kriterijumima kvaliteta.

Prema tome, kako je krajnji cilj da se broj neispravnih proizvoda maksimalno smanji, te da su proizvodi koji se isporučuju krajnjem korisniku, ili koji se javljaju na tržištu, potpuno ispravni, kontrolom kvaliteta treba obuhvatiti:

1. Kontrolu uslova za proizvodnju:

- kontrola materijala, delova, postrojenja i sve ostale opreme, alata i pribora koji se koristi u proizvodnji,
- kontrola tehničke dokumentacije: radioničkih crteža i sve druge proizvodne dokumentacije, koja služi kao podloga za proizvodnju.

2. Kontrola izvršavanja radnih zadataka:

- kontrola svih operacija, faza proizvodnje svih delova, podsklopova, sklopova,
- kontrola gotovih proizvoda.

Za vršenje kontrole koriste se kontrolni uređaji, pribor, alati, itd. Takođe, za kontrolu kvaliteta na raspolaganju su i metode kontrole kvaliteta. U pogledu kontrolnih metoda i postupaka treba razlikovati empirijske i statističke metode.

Empirijske metode obuhvataju takozvanu 100% kontrolu svakog proizvedenog proizvoda, koja je takođe prisutna i kod TQM tehnike opisane u prethodnom tekstu.

Metode statističke kontrole procesa (Statistic Process Control - SPC) predstavljaju metod za monitoring, kontrolu i, u idealnom slučaju, unapređenje procesa preko statističke analize, koji je još odavno ustanovljen i prisutan. Četiri osnovna stadijuma SPC uključuju merenje performansi procesa, eliminisanje identifikovanih promena u procesu, praćenje prirodnih varijacija procesa i unapređenje procesa u smislu smanjenja prirodnih varijacija do željene vrednosti.

SPC se takođe bavi proverom proizvoda/usluge tokom njihovog nastanka. Ukoliko postoji razlog verovanja da se u procesu pojavio određeni problem, sam proces se zaustavlja i problem rešava. Značajna vrednost SPC nije samo u tome da se čine provere pojedinačnih uzoraka, već u monitoringu rezultata tokom

perioda vremena, upotrebom *kontrolnih karata*. Ukoliko deluje da proces izlazi van kontrole, moraju se preduzeti koraci pre pojave većeg problema ili havarije u procesu. Takođe, značajna primena kontrolnih karata je provera trendova. Ukoliko trend nagoveštava da se proces postepeno pogoršava, onda ima smisla dalje istraživati odstupanja. Čak i ukoliko se proces poboljšava, potrebno ga je istražiti kako bi se najbolja praksa unapređenja mogla podeliti sa čitavim sistemom.

Prema tome, SPC uključuje korišćenje procesnih kontrolnih karata, od kojih su najčešće X i R karte, za praćenje performansi svake kritične karakteristike preduzeća. Pri čemu se X karta zasniva na aritmetičkoj sredini uzorka, dok se R karta zasniva na rasponu varijacije izmerenih vrednosti uzoraka. Za konstrukciju ovih karata koriste se mali uzorci koji se uzimaju u redovnim intervalima i izmereni podaci se beleže na dijagrame. Određivanjem i crtanjem gornje i donje kontrolne granice, koje su obično  $\pm 3$  standardne devijacije prirodne varijacije ( $\sigma$ ), kontrolne karte mogu predstavljati moćni alat za praćenje kvaliteta. One mogu označiti situaciju van kontrole, trendove, netačna podešavanja mašina i uređaja i druge ključne podatke o procesu.

Menadžeri proizvodnje takođe koriste procesne kontrolne karte za razlikovanje normalnih varijacija koje se mogu javiti u procesu i varijacija koje se javljaju kad proces ide van kontrole. Ove karte zasnivaju se na standardnom načinu konstrukcije i proračuna, čime isključuju potrebu da operateri imaju opširno znanje teorijske statistike, ipak, moraju razumeti koncepte i način upotrebe karti u praksi. Takođe, postoje i brojni softverski alati koji u sebi sadrže predefinisane forme kontrolnih karata, u koje operateri jednostavno trebaju da unesu podatke izmerene u procesu, ili da omogućće automatsku akviziciju.

### **13.1.1. Kontrolne karte**

U cilju praćenja kvaliteta u toku procesa proizvodnje i uočavanje prisustva odstupanja koja bi mogla da dovedu do odstupanja od definisanog kvaliteta koriste se kontrolne karte.

Obzirom da kvalitet može biti definisan: kvantitativno, preko određenih merljivih obeležja i opisno (dobar - loš) kao skup pojedinačnih obeležja kvaliteta razmatranih istovremeno, postoje i različiti vidovi kontrolnih karti.

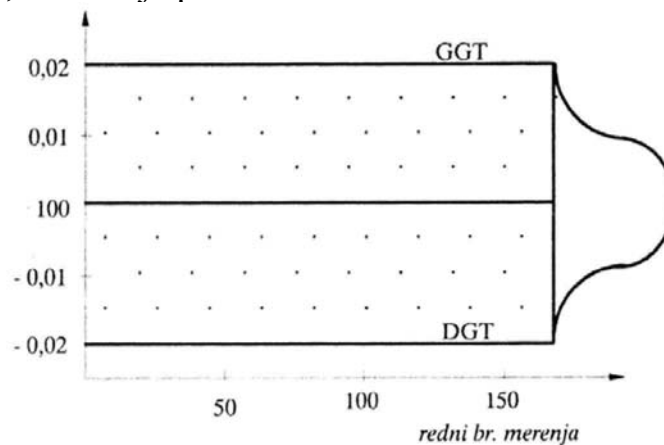
U prvom slučaju, za kvantitativni - numerički definisan kvalitet koriste se sledeće kontrolne karte:

X-karta ( $\bar{x}$  - aritmetička sredina),

R-karta (R - raspon),  
 $\sigma$ -karta ( $\sigma$  - standardna devijacija).

Za slučaj atributivnog definisanja kvaliteta koriste se p-karte (gde je p broj loših komada proizvoda).

Kada je kvalitet numerički definisan to je obično učinjeno tako što je definisana: nominalna dimenzija i dozvoljena tolerancija. Npr.  $100 \pm 0.02$  mm. Time je unapred prihvaćeno da stvarne dimenzije proizvoda mogu odstupati od nominalne dimenzije u definisanim granicama, i da su pri tom kvalitetne. U navedenom slučaju, ukoliko je dimenzija proizvoda u granicama  $99.98 \div 100.02$  mm, proizvod je i dalje na očekivanom nivou kvaliteta. Za konstrukciju kontrolnih karata od suštinskog značaja je da se proces ponaša u skladu sa normalnom – Gausovom raspodelom, odnosno da je zakon raspodele konkretnih izmerenih vrednosti normalan, kao što je prikazano na slici 118.



Slika 118. Normalna raspodela izmerenih vrednosti u procesu

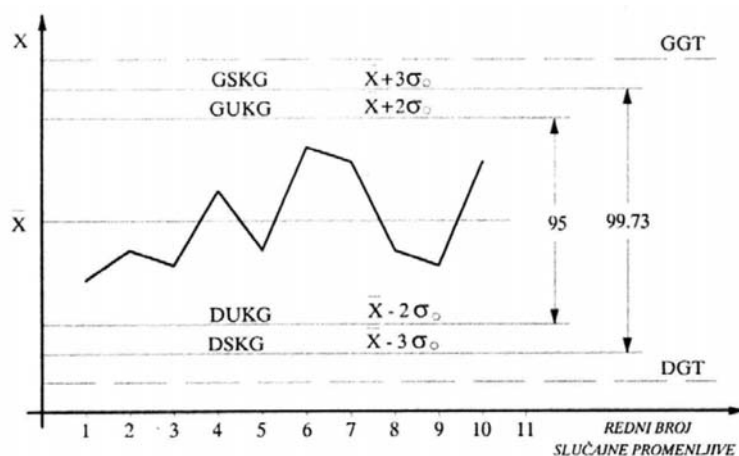
Prema tome, suština metoda statističke kontrole kvaliteta u toku proizvodnje, kao i finalnih proizvoda, svodi se na sistematsko praćenje i proveravanje kvaliteta proizvodnje s obzirom na predviđene tolerancije, odnosno zahteve u pogledu kvaliteta.

Blagovremeno uočavanje odstupanja omogućava preduzimanje odgovarajućih tehničkih mera za normalizaciju proizvodnih procesa. Prilikom konstruisanja kontrolnih granica, na kontrolnim kartama, zajedničko im je određivanje:

- srednje vrednosti (prosečna vrednost osnovnog skupa ili nominalna vrednost),
- gornje i donje unutrašnje kontrolne granice  $\pm 2\sigma$  (95% verovatnoće da će se vrednosti naći u ovim granicama) - GUKG i DUKG,
- gornje i donje spoljnje kontrolne granice  $\pm 3\sigma$  (99.73%

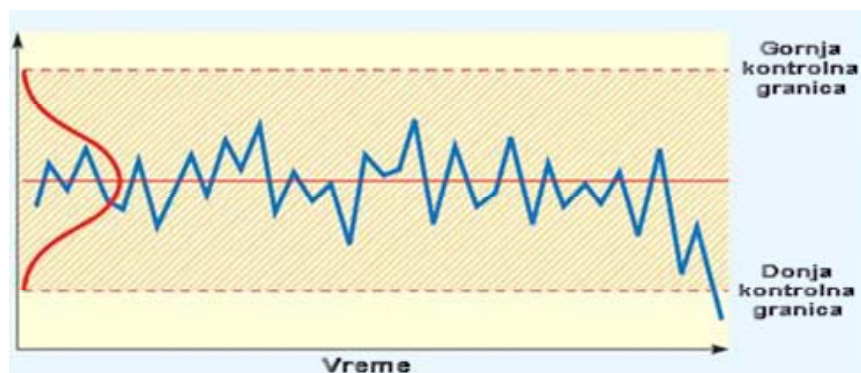
verovatnoće da će se vrednosti promenljive naći u ovim granicama) GSKG i DSKG.

Primer kontrolne X karte, sa definisanom srednjom vrednošću, gornjom i donjom unutrašnjom i spoljnom kontrolnom granicom, dat je na slici 119.



Slika 119. Primer kontrolne X-karte

Nakon konstrukcije kontrolne karte bilo koje vrste, tokom realizacije proizvodnog procesa, periodično se uzimaju uzorci proizvoda koji se mere i podvrgavaju kontroli. Ukoliko se uzorci prema svojim performansama i karakteristikama nalaze unutar kontrolnih granica, tada je proces na definisanom nivou kvaliteta. Ukoliko počne odstupanje van gornje i donje unutrašnje kontrolne granice, znači da treba obratiti više pažnje na proces. Ukoliko se proces spontano vrati unutar unutrašnjih kontrolnih granica, nema potreba preduzimati bilo kakve mere. Međutim, ukoliko proces nastavi da se nalazi van okvira unutrašnjih kontrolnih granica ili, u najgorem slučaju izađe i van okvira spoljnih kontrolnih granica, to je signal da se proces proizvodnje treba zaustaviti i potražiti razloge odstupanja kvaliteta. Samo kretanje procesa u okviru i van kontrolnih granica, na kontrolnoj karti, predstavljeno je na slici 120.



Slika 120. Primer praćenja procesa u okviru definisanih granica kontrolne karte

## **14.0. TROŠKOVI KARAKTERISTIČNI ZA PROIZVODNE PROCESE**

Kako je već predstavljeno u prethodnim poglavljima ove knjige, jedan od najkarakterističnijih načina za praćenje realizacije proizvodnje, i upoređenje sa planom, je preko ostvarenih troškova. Naime, prilikom planiranja proizvodnje, planira se i budžet koji uključuje planirane troškove svake od radnih aktivnosti u procesu proizvodnje. Na osnovu emitovane tehničke dokumentacije, trebovanja, radnih naloga, itd., moguće je pratiti realizaciju i ostvarenje planiranih troškova u budžetu. Samim time, praćenjem troškova, prati se i realizacija plana i moguće je vršiti korektivne intervencije.

Na taj način, planirani troškovi, na bazi proračunatih količina utroška raznih oblika rada, predstavljaju osnovu za kalkulacije. Da bi to bilo moguće, ostvareni troškovi moraju biti sistematski registrovani. Proizvodno-tehnička dokumentacija (konkretno: radni nalozi, radne liste, trebovanja materijala i dr.) predstavlja osnovnu izvornu dokumentaciju za utvrđivanje stvarnih troškova u proizvodnji. Obrada i klasifikacija raspoložive dokumentacije mora biti tako organizovana da obezbeđuje sledeće podatke:

- troškove po jedinici proizvoda za svaku vrstu proizvoda. Ovde najčešće spadaju takozvani varijabilni troškovi, koji se menjaju sa promenom veličine proizvodne serije;
- troškove po mestima (pogoni, odeljenja i sl.). Ovi troškovi su uglavnom fiksnog karaktera, odnosno ne menjaju se sa promenom veličine proizvodne serije.

Za potpuniju kontrolu zbivanja u proizvodnji kroz troškove, oni moraju biti dalje raščlanjeni u skladu sa usvojenom strukturom i klasifikacijom troškova, o čemu će biti reči u ovom poglavlju. Upoređenje planiranih i ostvarenih troškova (po proizvodima i ukupno) sa odgovarajućom analizom pokazaće gde je došlo do odstupanja i kolika su, da bi se na osnovu toga ocenila priroda i značaj problema. Prikupljanje, sređivanje i obrada dokumentacije u vezi sa troškovima sprovodi se u službama knjigovodstva ili komercijalnim službama kompanije. Korišćenjem podataka o troškovima, operativni menadžeri analiziraju ostvarene rezultate, s ekonomskog aspekta, i na taj način su u stanju da svestrano ocene uspehe i uoče odstupanja.

Praćenje troškova poslovanja, pored kontrole plana proizvodnje,

značajno je i zbog određivanja praga profita poslovanja. Naime, praćenjem svih elemenata troškova moguće je izračunati ukupnu cenu koštanja proizvodnje, po jedinici proizvoda. Potom, u situaciji gde se prodajna cena može odrediti prema troškovnom principu, definiše se ista kako bi se na kraju ostvario profit u poslovanju. U situacijama gde se prodajna cena proizvoda ne određuje po troškovnom principu, već se definiše na berzama – na globalnom nivou, na osnovu nje određuje se prag prihvatljivosti troškova po jedinici proizvoda, kako bi na kraju PPS poslovao sa dobiti.

Prema tome, za ukupno poslovanje PPS-a bitna su dva momenta:

- trošenje raznih oblika rada u proizvodnji, koje određuje cenu koštanja proizvoda ( $c_k$ );

- istupanje na tržište u cilju prodaje proizvedenih dobara, gde se definiše prodajna cena proizvoda ( $c_p$ ).

Iz razlike ovih dveju veličina, definiše se dobit po jedinici proizvoda  $d = c_p - c_k$ , koja se predstavlja nominalnim novčanim jedinicama po komadu proizvoda [nj/kom].

Kako bi se mogla definisati dobit i prag prihvatljivosti troškova poslovanja, neophodno je sve troškove poslovanja pratiti, evidentirati i izmeriti. Kako bi se pojednostavio ovaj proces, izvršena je podela i karakterizacija troškova. U daljem tekstu će biti predstavljena jedna od najčešćih podela troškova na grupe. Naravno ovu podelu treba shvatiti samo uslovno i ona je sprovedena samo iz razloga da se troškovi jednostavnije prate, podeljeni u kategorije. Među najvažnije kategorije troškova proizvodnje spadaju:

### **1. Troškovi direktnog materijala.**

Pod ovim troškovima podrazumeva se količina novca investirana u sirovine, reprodukcioni materijal, poluproizvode, delove i sl., koji se neposredno u svom izvornom obliku, ili nakon procesuiranja, ugrađuju u proizvod. U svakoj jedinici proizvoda sadržana je podjednaka količina ove vrste materijala.

### **2. Troškovi energije**

Trošenje energije za pokretanje i rad mašina namenjenih proizvodnji, kao i ostalih uređaja i postrojenja, zatim utrošak goriva i raznih drugih energetske sirovina za sredstva spoljašnjeg i unutrašnjeg transporta, obuhvaćeno je kroz troškove energije. Jedan deo ovih troškova vezan je za proizvodnju, dok se ostali oblici trošenja energije odnose na niz pomoćnih i sporednih poslova.

### 3. Troškovi amortizacije

Tokom rada mašine i ostali uređaji se habaju te se na taj način fizički troše. Osim toga, vremenom dolazi do prevazilaženja tehnologije i razvoja novih koje su kvalitetnije i efikasnije od postojećih. Na taj način, u određenom trenutku životnog ciklusa, biće neohodno izvršiti zamenu postojeće opreme novom. Vrednost amortizacije je jedan od aspekata nužne nadoknade ovih sredstava. Zavisno od režima eksploatacije radni vek mašina biće duži ili kraći jer će stepen habanja biti srazmeran vremenu rada mašine. U skladu sa adekvatno utvrđenim planiranim vekom trajanja mašine  $t$  i visinom investiranih finansijskih sredstava  $V$  izračunava se visina godišnjih troškova amortizacije  $T_A$  odnosno:

$$T_A = V/t \quad [\text{din/god.}]$$

Naravno, kada se uzme u obzir i broj planiranih proizvoda koji će se zaista i proizvesti u toku godine, moguće je izračunati iznos amortizacije po jedinici proizvoda. Ovako određena finansijska sredstva namenjena su obnovi osnovnih sredstava. Naime, ta sredstva je neophodno akumulirati, kako bi se nakon isteka životnog veka postojeće opreme ona utrošila na njeno obnavljanje.

Troškovi amortizacije opterećuju tekuću proizvodnju, jer je to vrednosni izraz prenete vrednosti sa mašine na proizvode. Ipak, ukoliko se ne bi izdvajala, moglo bi doći do poteškoća kada dođe momenat obnavljanja opreme neophodne za poslovanje. Jer i tehnologija, kao i proizvodi, ima svoj životni ciklus.

### 4. Troškovi alata

Za obavljanje radnih operacija, u funkciji njihove tehnološke prirode koriste se odgovarajući standardni ili specijalni alati, pribori i sl. I alati se habaju i troše tokom rada. Na taj način prenose deo svoje vrednosti na proizvode i terete proizvodnju odgovarajućim troškovima. Iz tog razloga, potrebno je poznavati i visinu sredstava, po jedinici proizvoda, koju treba akumulirati kako bi se moglo izvršiti obnavljanje alata.

### 5. Troškovi održavanja osnovnih sredstava i alata

Mašine i alati i ukupno sva proizvodna oprema se tokom korišćenja, prema utvrđenom režimu podvrgavaju opravkama i drugim intervencijama u cilju održavanja normalne radne sposobnosti. Troškovi koji nastaju kao posledica sprovođenja usvojenog režima održavanja spadaju u ovu grupu troškova. Svakako, kako je ranije rečeno, visina ovih troškova zavisi od tipa održavanja za koje se kompanija opredelila, naime da li je u pitanju reaktivni ili plansko preventivni režim održavanja opreme.



Najčešće su troškovi značajno veći ukoliko se radi o reaktivnom održavanju.

## **6. Troškovi transporta**

Za prevoz sirovina, materijala i drugog od isporučioaca do skladišta (spoljašnji transport), kao i za prenos i manipulaciju materijala u toku proizvodnih procesa (unutrašnji transport) kao i za prevoz gotovih proizvoda do potrošača (takođe spada u spoljašnji transport), troši se izvesna količina rada čiji su vrednosni izraz: troškovi transporta. Kako je već rečeno, ovde se ne kategorišu troškovi energenata koje sredstva transporta troše, jer su ona već uvrštena u troškove energije. Dakle, ovde se svrstavaju samo troškovi direktne radne snage koja radi na troškovima transporta.

## **7. Troškovi istraživanja i razvoja (uključujući pripremu proizvodnje)**

Kako je već rečeno, sami proizvodi imaju ograničen životni vek. U određenim trenucima vremena, potrebno je vršiti istraživanja u cilju njihovog unapređenja ili razvoj novih proizvoda. Permanentnom potrebom da se razvija i usavršava proizvodnja, kao i da se kroz konstrukcionu i tehnološku razradu izvrši priprema tekuće proizvodnje, ostvaruje se trošenje raznih oblika rada, eksperata angažovanih za oblast istraživanja i razvoja. Obzirom da su ovde u pitanju visoko kvalifikovani pojedinci, tu se mogu pojaviti značajni troškovi za njihov istraživački rad.

## **8. Troškovi pogonske režije**

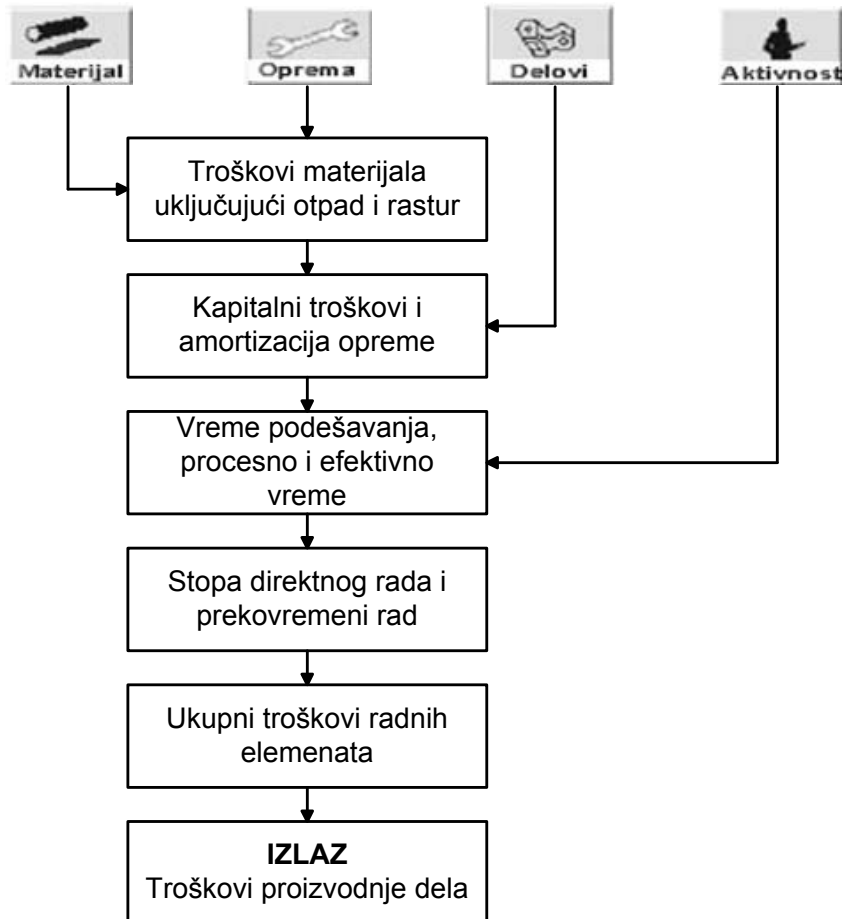
U ovu grupu troškova spada količina novca koju treba izdvojiti za niz pratećih zbivanja u vezi sa proizvodnjom, obezbeđivanje potrebnih uslova za normalan rad, kontrolu i utrošak raznih vrsta pomoćnog materijala. Naime, ukoliko se tehnička dokumentacija izrađuje na papiru, ovde bi se nalazili troškovi samog papira, tonera, itd. Ukoliko su u elektronskom obliku, tu su troškovi postavljanja i korišćenja baza podataka i elektronskih sistema.

## **9. Ostali troškovi**

Kako je već rečeno, navedena grupacija troškova je samo uslovna. U realnim sistemima se neki od navedenih grupa troškova mogu objediniti (u manjim kompanijama), dok se u većim kompanijama mogu razmatrati i dodatne kategorije trošenja. Takođe, tip troškova zavisi i od vrste proizvoda ili delova proizvoda koji se izrađuju u pogonu. Na taj način, svi troškovi koji nisu predstavljeni u prethodnim grupama se mogu

posmatrati kao ostali troškovi, tu se uglavnom nalaze troškovi u vezi sa menadžmentom poslovnog sistema, nabavkom, knjigovodstvom, prodajom, upravljanjem i obezbeđenjem samih finansijskih sredstava ...

Shodno gornjoj podeli, na primer, na slici 121 se nalazi pregled troškova izrade jednog dela proizvoda, koji uključuju neke od opisanih grupacija troškova.



Slika 121. Troškovi proizvodnje delova proizvoda

Pored navedenih oblika utrošenog rada, u toku poslovanja, troši se i ljudski rad kako u neposrednoj proizvodnji, tako i na ostalim poslovima. U vezi sa tim mogu nastupiti dva slučaja predstavljanja troškova ljudske radne snage u proizvodnji.

1. Slučaj - Navedeni troškovi od 1 do 9 u zbiru predstavlja troškove poslovanja -  $T_p$ , kojima se posebno dodaju troškovi ljudskog rada,

2. Slučaj - U okviru pojedinih elemenata troškova od 1 do 9 uračunava se i vrednost utrošenog ljudskog rada na odgovarajućim poslovima. Samim time, troškovi ljudskog rada se ne razmatraju kao zasebna kategorija, već kao sastavni deo navedenih devet grupa.

Zbir svih navedenih troškova predstavlja ukupnu cenu koštanja –  $C_k$ . Cena koštanja po proizvodnoj seriji se daje u jedinicama [nj/ser].

Prema tome, izraz za ukupnu cenu koštanja jedne proizvodne serije  $C_k$  glasi:

$$C_k = T_1 + T_2 + T_3 + T_4 + \dots + T_n \quad (14.1)$$

Odnosno u slučaju da je potrebno sprovesti detaljnije raščlanjavanje pojedinih elemenata troškova (po pogonima, odeljenjima, radnim mestima i sl.) onda se može koristiti sledeći izraz, za svaku od devet navedenih kategorija troškova:

$$T_1 = t_{11} + t_{12} + t_{13} + \dots + t_{1p}$$

$$T_2 = t_{21} + t_{22} + t_{23} + \dots + t_{2q} \quad (14.2)$$

$$\dots$$
$$T_9 = t_{91} + t_{92} + t_{93} + \dots + t_{9z}$$

Prilikom razmatranja zbivanja u poslovanju, naročito kod priprema odluka u vezi sa pojedinim proizvodima u programu, posebno je važno poznavanje jediničnih troškova. U skladu sa izloženim pristupom interpretacije troškova proizilazi da je jedinična cena koštanja proizvoda:

$$c_k = \frac{C_k}{Q}, \text{ (gde je } Q \text{ je obim proizvodnje).}$$

U nekim slučajevima, prodajna cena se određuje bazirano upravo na ceni koštanja proizvodnje ( $C_k$ ) i to je takozvani troškovni princip. U određenim slučajevima (kao što je to kod procesne proizvodnje u metalnoj industriji – bakra, aluminijuma, čelika ili kod proizvodnje fosilnih goriva) cena koštanja finalnih proizvoda se definiše, bez obzira na količinu utrošenog rada i odgovarajućeg vrednosnog izraza. Naime cena koštanja ovih proizvoda se na globalnom nivou utvrđuje na svetskoj berzi. Samim time, izlaskom na tržište poslovni sistem se suočava sa delovanjem ekonomskih zakona ponude i potražnje, pri čemu se kroz prodajnu cenu manifestuje tržišno priznata cena. U oba slučaja, razlika  $C_p - C_k$  su različite kod pojedinih proizvođača, tako da mogu biti pozitivne  $C_p - C_k > 0$  i negativne  $C_p - C_k < 0$ . Opravdana je težnja od strane proizvođača da ostvari što je moguće veću pozitivnu

razliku, odnosno dobit - D. Kako je već navedeno, dobit se izračunava pomoću sledećeg izraza:

$$D = C_p - C_k \quad [\text{din/ser}] \quad \text{ili} \quad d = c_p - c_k \quad [\text{din/kom}].$$

Paralelno sa utvrđivanjem ukupno ostvarenih troškova po pojedinim vrstama utrošenog rada, analitičke potrebe zahtevaju razvrstavanje tih troškova po "nosiocima", odnosno po proizvodima i po "mestima" odnosno organizacionim jedinicama (radionicama, pogonima i sl.). Ovaj proračun se neposredno dovodi u vezu sa što tačnijim izračunavanjem jedinične cene koštanja,  $c_k$ .

Očigledno je iz prethodnog teksta da se troškovi mogu na različite načine grupisati i svrstavati. Od posebnog je interesa proučavanje ponašanja elemenata troškova kada nastupa promena obima proizvodnje. Neki elementi troškova ne trpe gotovo nikakve promene ukoliko dođe do povećanja ili smanjenja obima proizvodnje. Međutim, kod niza drugih dolazi do više ili manje izraženih promena. Prema karakteru promene, usled promene obima proizvodnje, troškovi se mogu svrstati na:

- a) troškove nezavisne od obima proizvodnje,
- b) troškove koji su linearno srazmerni sa promenom obima proizvodnje,
- c) troškove koji nisu linearno srazmerni sa promenom obima proizvodnje.

Prva kategorija, troškovi nezavisni od obima proizvodnje, obuhvata sledeće važnije troškove:

1. Deo amortizacijskih otpisa (zgrade, postrojenja i sl.),
2. Troškove osiguranja,
3. Razne troškove komunalnog karaktera.

Na dijagramu predstavljenom na slici 122 ovi troškovi obeleženi su sa  $T_c$ .

Troškovi linearno srazmerni obimu proizvodnje, obuhvataju sledeće troškove:

1. Troškovi direktnog materijala, polufabrikata i energije za pokretanje proizvodnih mašina,
2. Troškovi za plate radnika u neposrednoj proizvodnji,
3. Razni troškovi vezani za direktnu proizvodnju.

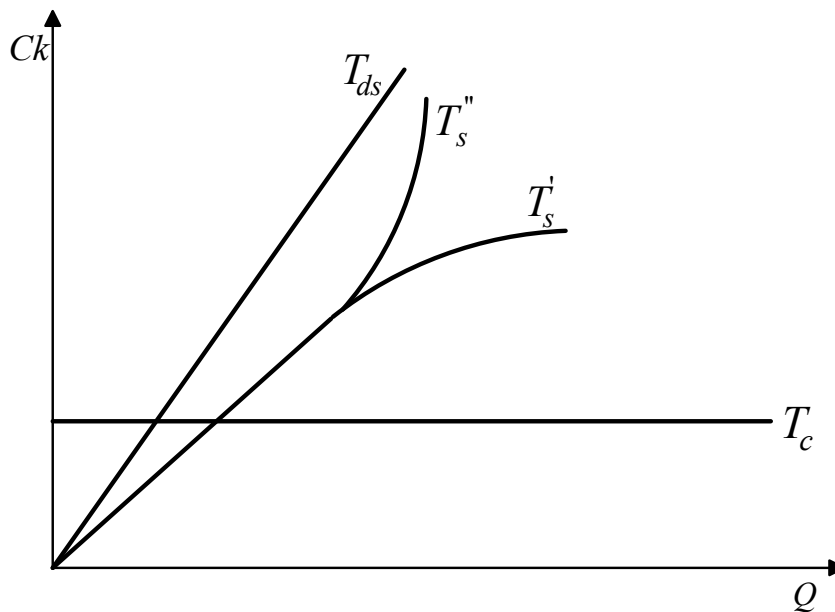
Promena ove grupe troškova u zavisnosti od promena obima proizvodnje prikazana je pravom linijom  $T_{ds}$ , na slici 122.

Troškovi koji nisu linearno srazmerni obimu proizvodnje (progresivni ili degresivni), obuhvataju sledeće značajnije troškove:

1. Deo amortizacionih otpisa koji se odnose na sredstva za proizvodnju,
2. Troškovi održavanja,
3. Razni režijski troškovi.

Promena ove grupe troškova, sa promenom obima proizvodnje prikazana je u dve varijante  $T_s'$  i  $T_s''$  na dijagramu slike 122. Troškovi koji imaju sporiji porast usled promene obima proizvodnje, odnosno opadajući gradijent  $\Delta T/\Delta Q$ , označeni su sa  $T_s'$  i nazivaju se degresivni. Troškovi koji imaju brži porast usled promene obima proizvodnje, odnosno rastući gradijent  $\Delta T/\Delta Q$ , označeni su sa  $T_s''$  i nazivaju se progresivni.

Troškovi grupe a), koji se ne menjaju sa promenom obima proizvodnje su takozvani fiksni troškovi, dok su troškovi grupe b) i c), varijabilni troškovi.



Slika 122. Priroda promenljivosti troškova u funkciji obima proizvodnje

Imajući u vidu sve što je izloženo o karakteru promene pojedinih grupa troškova u nastavku će biti prihvaćena izvesna uprošćavanja, kako bi se stvorili potrebni uslovi za grafičko prikazivanje karakterističnih zbivanja sa odgovarajućim uzajamnim odnosima u okviru poslovanja, u prvom redu da bi se definisala kritična tačka poslovanja.

Zbog jednostavnijeg prikaza ove problematike, umesto do sada korišćenih grupacija troškova, za dati obim proizvodnje -  $Q$ , biće usvajeno da je:

$$C_k = T_m + T_r + T_o \quad (14.3) \quad \text{gde su:}$$

$C_k$  - ukupni troškovi proizvodnje (cena koštanje) u [nj/ser]

$T_m$  - troškovi direktnog materijala u [nj/ser]

$T_r$  - troškovi direktne radne snage u [nj/ser]

$T_o$  - ostali troškovi koji obuhvataju pogonsku režiju, amortizaciju i ostalo u [nj/ser].

Kako je karakter promenljivosti troškova direktnog materijala i radne snage definisan i svakako unapred poznat planerima budžeta proizvodnog procesa, neophodno je da se utvrdi veličina grupe ostalih troškova -  $T_o$ . Na osnovu istraživanja Hildebrand-a ustanovljeno je da je 80% ovih troškova nezavisno od promene obima proizvodnje, dok se ostatak od 20% može tretirati kao linearno promenljiv.

Znači, važi pravilo:

$$T_v = T_m + T_r + 0.2 \cdot T_o \quad (14.4) \quad \text{i}$$

$$T_c = 0.8 \cdot T_o \quad \text{gde su:}$$

$T_v$  - ukupni promenljivi (varijabilni) troškovi za bilo koji obim proizvodnje u [nj/ser]

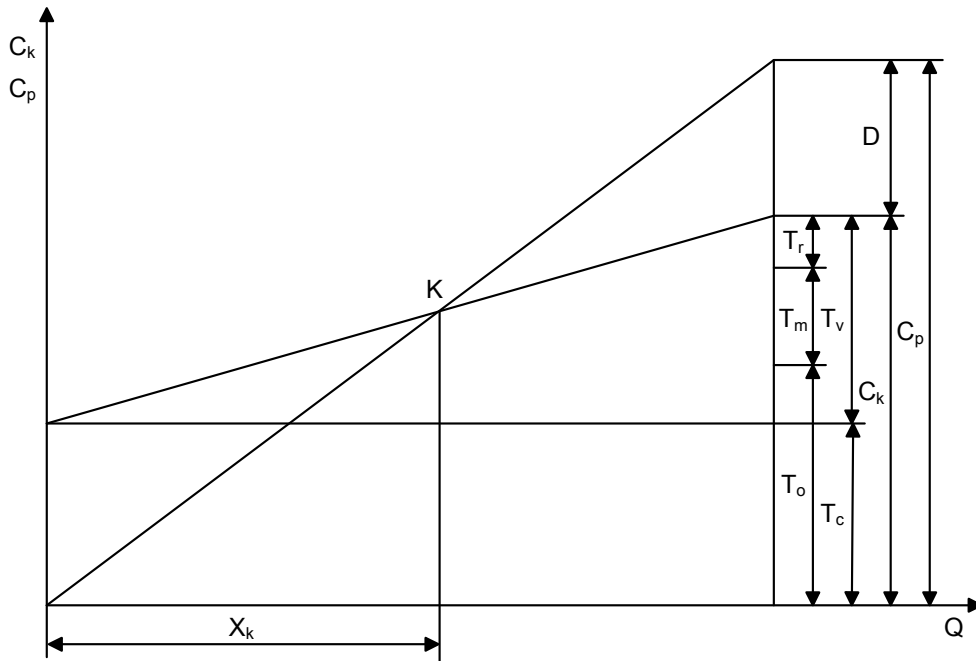
$T_c$  - stalni, odnosno fiksni, troškovi proizvodnje u [nj/ser].

Na osnovu navedenih uprošćavanja, Knoeppel je konstruisao tzv. Q-C dijagram (slika 123) koji daje grafičku predstavu promene ukupnih troškova proizvodnje i prihoda od prodaje u zavisnosti od promene obima.

Kako bi se ovaj dijagram mogao konstruisati, potrebno je predstaviti liniju cene koštanja i liniju cene prodaje.

Iz dijagrama na slici 123 vidi se da kritična tačka predstavlja presečnu tačku linije cene koštanja i linije cene prodaje (označena sa K). Ova tačka zapravo predstavlja kritični obim proizvodnje ( $X_k$ ) do kojeg nije isplativo poslovati, pri datim uslovima troškova, jer bi PPS ostvarivao gubitak po svakom pojedinačnom proizvodu. Desno od tačke K, nalaze se obimi proizvodnje koji ostvaruju dobit, jer je tu  $C_p > C_k$ .

Međutim, pored grafičkog predstavljanja položaja kritične tačke što se ostvaruje konstrukcijom Q-C dijagrama, postoji mogućnost da se to isto, ali znatno tačnije ostvari i anličkim putem.



Slika 123. Q-C dijagram analize kritične tačke

Linija cene prodaje  $C_p = f(Q)$  biće predstavljena u obliku jednačine prave, koja prelazi kroz koordinatni početak, i to:

$$y = a_1 \cdot x \quad (14.5)$$

gde je:

$$a_1 = \frac{C_p}{Q} \quad (14.6)$$

odnosno

$$y = \frac{C_p}{Q} \cdot x \quad (14.7)$$

pri čemu su  $x$  i  $y$  su tekuće koordinate, dok su  $C_p$  - cena prodaje,  $C_k$  - cena koštanja,  $T_c$  – fiksni troškovi,  $Q$  - obim proizvodnje (izražen kroz prirodne pokazatelje – komade, kilograme, itd, ili kroz stepen korišćenja kapaciteta).

Linija cene koštanja biće na sličan način predstavljena u opštem obliku, kao jednačina prave, koja odseca na ordinati odsečak  $b$ .

$$y = a_2 \cdot x + b \quad (14.8)$$

gde je:

$$a_2 = \frac{C_k - T_c}{Q} \quad \text{i} \quad b = T_c$$

Tada se može predstaviti jednačina linija cene koštanja:

$$y = \frac{C_k - T_c}{Q} x + T_c \quad (14.9)$$

Za ukupni prihod od prodaje može se napisati izraz:

$$C_p = C_k + d$$

gde je:

d - dobit (nj/ser).

#### 14.1. Analiza kritične tačke

Obim proizvodnje, pri kome su izjednačeni cena prodaje i cena koštanja, naziva se kritični obim proizvodnje ( $X_k$ ) a odgovarajuća presečna tačka linija cene prodaje i cene koštanja-kritična tačka (K-tačka). Za iznalaženje  $X_k$  koriste se napred predstavljene jednačine linije cene prodaje i linije cene koštanja, čijim izjednačenjem se dobija sledeći postupak:

$$\frac{C_p}{Q} x = \frac{C_k - T_c}{Q} x + T_c$$

odnosno

$$\frac{C_p}{Q} x - \frac{C_k - T_c}{Q} x = T_c$$

$$x = \frac{T_c}{\frac{C_p - C_k + T_c}{Q}} = \frac{T_c}{\frac{d + T_c}{Q}}$$

dalje:

$$x_k = \frac{Q}{1 + \frac{d}{T_c}} \quad (3)$$

odnosno

$$x_k = \frac{Q \cdot T_c}{C_p - T_c} \quad (4)$$



U literaturi se nailazi i na sledeće nazive kritične tačke: prag rentabilnosti, mrtva tačka, itd. U suštini, značajno je da PPS posluje u uslovima takvim da se ekonomski pokazatelji nalaze što više desno u odnosu na kritičnu tačku predstavljenu na slici 123.

## LITERATURA

1. V. Bulat, R. Bojković, Organizacija proizvodnje, ICIM, Beograd, 1999.
2. Ž. Živković, M. Jelić, N. Popović, Osnove Menadžmenta, TF Bor, 2002.
3. Ž. Živković, M. Gligorić, Upravljanje kvalitetom, Tehnološki fakultet, Zvornik, 2002.
4. E. Dale, Management: theory and practice, McGraw-Hill, 1973, USA.
5. O. Todorović, Operaciona istraživanja, Prosveta, Niš, 1999.
6. S. Grewal, Manufacturing management design and costing –An Integrated Approach, Springer –Verlag, London, United Kingdom, 2011.
7. R. Guiliani, T. Bolbach, Achieving Lean Manufacturing through Lean Design, Industrial Week, 2013.
8. S.A. Kumar, N. Suresh, Production and Opetarions Management (with Skill Development, Caselets and Cases), Second edition, New age international publishers, New Delhi, India, 2008.
9. A. Jovanović, Upravljanje projektima (autorizovana predavanja), TF Bor, 2003.
10. Kniga radova simpozijuma: II Skup privrednika i naučnika, Beograd, 2004.
11. Ž.Živković, I. Mihajlović, Strategijski menadžment 4(2004)94-100.
12. MAS (Fact Sheet)  
<http://www.mas.dti.gov.uk/browse.jsp?level=/categories/Management>
13. A. Gunasekaran, Editorial of European Journal of Operational Research 159(2004)265-268.
14. Y. Bakus, The emerging role of electronic marketplaces on the internet. Communications of the ACM 41(8)(1998)35-42.
15. D.M. Lambert, M.C. Cooper, Issues in supply chain management. Industrial Marketing Management 29(2000)65-83.
16. B. Hull, The role of elasticity in supply chain performance, Production economics, article in press.
17. M. L. Fisher, What is the right supply chain for your product? Harvard Business Review, 75(2)(1997)105-116.
18. L.Lu, A one-vendor multi-buyer integrated inventory model.

- European Journal of Operational Research, 81(1995)312-323.
19. J. Halm, C.A. Yano, The economic lot and delivery scheduling problem: the common cycle case. *PE Transactions*, 27(1995)113-125.
  20. A.M.M. Jamal, B.R. Saker, An optimal batch size for a production system operating under a just-in-time delivery system, *International journal of Production Economic*, 32(1993)255-260.
  21. W. Lee, A joint economic lot size model for raw material ordering, manufacturing setup, and finishing goods delivering, *Omega* 33(2005)163-174.
  22. MLAB Mathematical Modeling System, Civilized Software, INC.
  23. A. Benerjee, A joint economic –lot size model for purchaser and vendor, *Decision Science* 17(1986)292-311.
  24. S.K. Goyal, A joint economic-lot size model for purchaser and vendor: a comment. *Decision Science* 19(1988)236-241.
  25. S.K. Goyal, A one-vendor multi-buyer integrated inventory model: a comment. *European Journal of Operational Research*, 82(1995)209-210.
  26. D.A. Ajenblit, R. L. Wainwright, 1998:
  27. <http://euler.mcs.utulsa.edu/~rogerw/papers/Ajenblit-ICEC98.doc>
  28. I. Baybars, An Efficient heuristic method for the simple assembly line balancing problem, *Int. Journal of production research*, 24 (1), 1986, 909 - 932.
  29. J.M. Charlton, C.C. Death, A general method for machine scheduling, *Int Journal of producing research* No. 7., 1969.
  30. S. C. Johnson and C. Jones, *How to Organize for New Products*, Harvard Business Press, May-June 1957, p. 02.
  31. J. Terninko, *Step-by-Step QFD: Customer-Driven Product Design*, Second Edition, CRC Press, USA, 2000.
  32. M. Held, R.M. Karp, R. Sheresian, Assembly line balancing-dynamics programming with precedence constraint, *Operations research*, No.11., 1963.
  33. F. Hitchcock, The distribution of a product from several sources to numerous localities, *Math.Phys.*20., 1941.
  34. J.R. Jackson, A computing procedure for a line balancing problem, *Management Science*, No. 11., 1956.
  35. L.V. Kantorovic, *Mathematical methods of organization and planning*, LGU (In Russian), 1939.
  36. R.M. Karp, Reducibility among combinatorial problems,

- Complexity of computer applications, New York, Plenum, 1972.
37. H.W. Kuhn, The hungarion method for the assignment problem, *Noval research logistics quarterly*, Vol.2, No.1-2. 1955.
  38. P. l'Ecuyer, Efficient and portable combined random number generators, *Comm. ACM*, 31, p.642., 1988.
  39. B. Lin, D.C. Miller, Tabu search algorithm for chemical process optimization, *Computers and chemical engineering* 28 (11), 2278-2306., 2004.
  40. S. D. Makashi, A.C. Kokossis, The maximum order tree algorithm: a new approach for the optimal scheduling of product distribution lines, *Computers and chemical engineering*, 21 (8) 679-691., 1997.
  41. S.D. Makashi, A.C. Kokossis, A hibrid approach of order graphs and mathematical programming for the optimal scheduling of product distribution lines, *Computers and chemical engineering* (article in press), 2004.
  42. G.J. Miltenburg, J. Wijngaard, The U-line balancing problem, *Management science*, vol.40, No. 10., 1994.
  43. M.Pascoal, M.B., Eugenia M. Captivo V., Climaco, An algorithm for ranking quickest simple paths, *Computers & Operations Research* 32 p.509–520, 2005.
  44. I. Mihajlović, *Logistika proizvodnje*, Tehnički fakultet u Boru, Univerziteta u Beogradu, Bor, 2007.
  45. N. Slack, S. Chambers, R. Johnston, *Operations management*, 2010, sixt edition, Prentice Hall, Harlow, England.
  46. N. Milijić, *Modelovanje uticajnih faktora radnog mesta na bezbednost rada u proizvodnim kompanijama*, Doktorska disertacija, Tehnički fakultet u Boru, Univerziteta u Beogradu, Bor, 2015.
  47. D. Zohar, Safety climate in industrial organisations: Theoretical and applied implications. *Journal of Applied Psychology*, 65 (1980)96–102.
  48. D.A.Wiegmann, H. Zhang, T. von Thaden, (2001). Defining and assessing safety culture in high reliability systems: An annotated bibliography. University of Illinois Institute of Aviation Technical Report (ARL-01-12/FAA-01-4). Savoy, IL: Aviation Res. Lab.
  49. N. Dedobbeleer, F. Beland, A safety climate measure in construction sites. *Journal of Safety Research*, 22 (1991)97-103.

50. A. Ilić, *Bezbednost i zdravlje na radu*, Beosing, Beograd., 2000.
51. S.H. Lin, W.J. Tang, J.Y. Miao, Z.M. Wang, P.X. Wang, Safety climate measurement at workplace in China: A validity and reliability assessment, *Safety Science*, 46 (7) (2008) 1037–1046.
52. D. Xuesheng, Z. Xintao, An Empirical Investigation of the Influence of Safety Climate on Safety Citizenship Behavior in Coal Mine, *Procedia Engineering*, 26 (2011) 2173 – 2180.
53. Zakon o bezbednosti i zdravlju na radu - Sl. Glasnik RS br. 101/05.
54. S.A. Basha, J. Maiti, Relationships of demographic factors, job risk perception and work injury in a steel plant in India, *Safety Science*, 51 (2013) 374-381.
55. I. Mihajlović, Ž. Živković, N. Milijić, Importance of the safety climate measurement at workplace in Serbia, The 3<sup>rd</sup> International scientific conference, “Toyotarity in the context of European enterprises improvement” , Poronin koło Zakopanego 2-4.12.2011 Poland, Chapter 5. in the Monography: Elements of the organizations mission, pp.70-91. ISBN:978-966-1507-70-7. Editor Stanislaw Borkowski, Dorota Klimecka Tatar, 2011.
56. N. Milijić, I. Mihajlović, Međuzavisnost demografskih faktora i njihov uticaj na klimu bezbednosti u proizvodnim kompanijama, *Industrija*, 39 (2) (2011) 223-235.
57. N. Milijić, I. Mihajlović, Dj. Nikolić, Ž. Živković, Multicriteria analysis of safety climate measurements at workplaces in production industries in Serbia, *International Journal of Industrial Ergonomics*, 44 (4) (2014) 510-519.
58. N. Milijić, I. Mihajlović, N. Štrbac, Ž. Živković, Ž. Developing a Questionnaire for Measuring Safety Climate in the Workplace in Serbia, *International Journal of Occupational Safety and Ergonomics*, 19 (4) (2013) 631–645.
59. Pravilnik o načinu i postupku procene rizika na random mestu i u radnoj okolini - Sl. Glasnik RS br. 72/06.
60. Pravilnik o postupku pregleda i ispitivanja opreme za rad i ispitivanja uslova radne okoline – Sl. Glasnik RS br. 101/05.
61. Pravilnik o programu, načinu i visini troškova polaganja stručnog ispita za obavljanje poslova bezbednosti i zdravlja na radu i poslova odgovornog lica – Sl. Glasnik RS br.

101/05.

62. Pravilnik o uslovima i visini troškova za izdavanje licenci za obavljanje poslova u oblasti bezbednosti i zdravlja na radu – Sl. Glasnik RS br. 101/05.
63. Z. Punoševac, Occupational safety and health – Conditions for successful business, Festival kvaliteta, Kragujevac, 2007.

*Web Reference:*

<https://www.scruminc.com/alternative-to-kanban-one-piece/>

<http://www.mas.dti.gov.uk/browse.jsp?level=/categories/Manage>  
[http://www.bqiicr.com/site/index.php?option=com\\_content&view=article&id=75&Itemid=58&lang=hr](http://www.bqiicr.com/site/index.php?option=com_content&view=article&id=75&Itemid=58&lang=hr)

<http://www.nsai.ie/index.cfm/area/page/information/18001ohsas>  
[www.asse.org](http://www.asse.org)

CIP - Каталогизација у публикацији -  
Народна библиотека Србије, Београд

658.5(075.8)(0.034.2)

МИХАЈЛОВИЋ, Иван, 1973-  
Upravljanje proizvodnjom [Elektronski izvor] / Ivan Mihajlović, Nenad  
Milijić, Aca Jovanović. - Bor : Tehnički fakultet, 2016 (Bor : Tehnički  
fakultet). - 1 elektronski optički disk (CD-ROM) ; 12 cm

Sistemske zahteve: Nisu navedeni. - Nasl. sa naslovnog ekrana. - Tiraž 100.  
- Sadrži bibliografiju.

ISBN 978-86-6305-039-6

1. Милијић, Ненад [аутор], 1973- 2. Јовановић, Аца [аутор], 1960-  
а) Производња - Управљање

COBISS.SR-ID 222755340