



**UNIVERZITET U ZENICI  
POLITEHNIČKI FAKULTET**

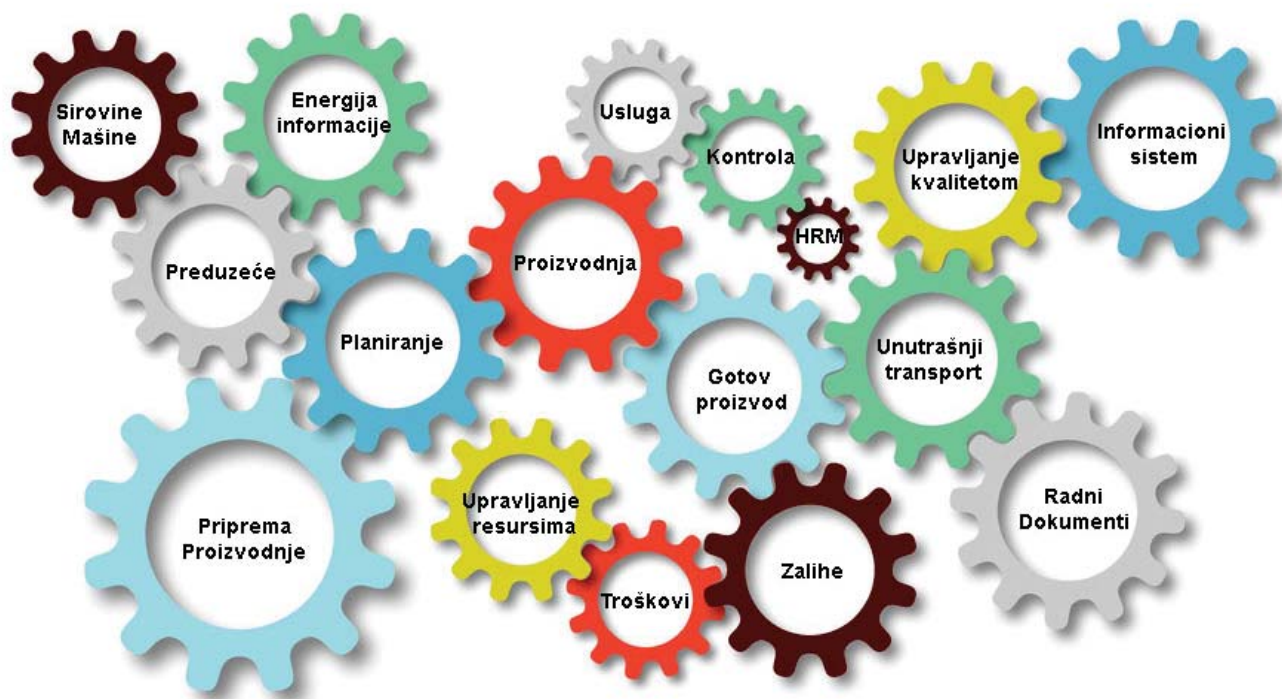


**Dr. sci. Sabahudin Jašarević**

**Dr. sci. Safet Brdarević**

**Dr. sci. Suvad Isaković**

# **UPRAVLJANJE PROIZVODNjom**



**Zenica, 2020.**



**UNIVERZITET U ZENICI  
POLITEHNIČKI FAKULTET**



**Dr. sci. Sabahudin Jašarević**

**Dr. sci. Safet Brdarević**

**Dr. sci. Suvad Isaković**

# **UPRAVLJANJE PROIZVODNJOM**

**Zenica, 2020.**

## UPRAVLJANJE PROIZVODNJOM

AUTORI: Van. prof. dr. sci. Sabahudin Jašarević  
Prof. emeritus dr. sci. Safet Brdarević  
Doc. dr. sci. Suvad Isaković

RECENZENTI: Prof. emeritus dr. Vojo Višekruna, Fakultet strojarstva,  
računarstva i elektrotehnike Sveučilišta u Mostaru  
Prof. dr. sci. Hazim Bašić, Mašinski fakultet u Sarajevu

LEKTOR: Mirela Pehlijagić, MA., magistrica B/H/S jezika i književnosti

IZDAVAČ: Politehnički fakultet Univerziteta u Zenici  
ZA IZDAVAČA: Prof. dr. sci. Sabahudin Jašarević  
ŠTAMPA: Štamparija Fojnica, d.o.o. Fojnica  
TIRAŽ: 300 komada

Senat Univerziteta u Zenici je na svojoj 10/2019 sjednici, od 26.12.2019. godine donio Odluku broj: 01-02-1-4727/19, da se ovaj rukopis prihvati kao univerzitetski udžbenik uz pravo korištenja znaka Univerziteta

CIP- Katalogizacija u publikaciji  
Nacionalna i univerzitetska biblioteka  
Bosne i Hercegovine, Sarajevo

658.5(075.8)

**JAŠAREVIĆ, Sabahudin**

Upravljanje proizvodnjom / Sabahudin Jašarević, Safet Brdarević i Suvad Isaković.  
- Zenica : Univerzitet, Politehnički fakultet, 2020. - 494 str. : ilustr. ; 25 cm

Bibliografija uz sva poglavlja.

ISBN 978-9926-452-18-6

COBISS.BH-ID 28568582

## PREDGOVOR

Sve ono što čovjek i njegove različite grupe (porodica, preduzeće, mjesne zajednice, organizacije upravljanja društvom, nevladine organizacije, udruženja građana,...) koriste u svom životu i radu da bi zadovoljili svoje potrebe obično se naziva proizvodima ili uslugama.

Proizvodi i usluge nastaju kao rezultat unaprijed osmišljenih aktivnosti, organiziranih kao zaokruženi skupovi, koji se u svakodnevnom životu nazivaju proizvodnja ili proizvodni proces.

Kako ljudskih potreba ima neograničeno mnogo i proizvoda i usluga koji ih zadovoljavaju ima neprebrojivo mnogo. Potrebe i proizvodi (vrsta i broj) se mijenjaju u vremenu i prostoru.

Proizvodi i usluge se stvaraju u organiziranim proizvodnim procesima i sistemima, koje u uobičajenoj terminologiji nazivamo proizvodni, poslovni i organizacijski sistemi. Na ove organizirane sisteme, zaokružene namjenom i registrirane u društvu (državi), djeluje niz poremećajnih uticaja i izvode ih iz planiranih i projektovanih stanja i rezultata funkcionisanja (neprihvatljiv kvalitet proizvoda - škart, povećani troškovi - materijal, energija, vrijeme; neprihvatljiva događanja - zastoji, kvarovi, povrede; neprihvatljiv ukupan rezultat ili izlaz - nekonkurentna cijena, gubici, a ne profit).

Zato se proizvodnjom i proizvodnim sistemima treba upravljati.

Upravljanje proizvodnjom i proizvodnim sistemima je niz međusobno povezanih aktivnosti i zadataka s ciljem da se postigne što bolji rezultat ili projektovani i planirani izlaz – vrsta i količina proizvoda prihvatljivog kvaliteta i konkurentnih cijena.

Upravljanje proizvodnjom je i naučna disciplina, koja izučava pojave u proizvodnim sistemima, koje utiču na formiranje odnosa između ljudi i sredstava za rad u procesu transformacije predmeta rada u gotov proizvod odnosno novu vrijednost, koju je kupac spreman da plati po konkurentnoj cijeni. Time se postižu ciljevi proizvodnih poslovnih sistema i zadovoljenje potreba društva za određenim proizvodima.

Vjerovatno da ova oblast spada u ona područja naučnog interesovanja koja su se dosta brzo razvijala, kako zbog razvoja nauke, tehnike i tehnologija, a naročito informacionih sistema i sredstava rada, te se tražilo iznalaženje najprikladnijih postupaka i organizacionih sredstava, kako se prilagoditi novim uslovima.

Na razvoj ovog područja, posebno u našim uslovima, uticao je novi društveni odnos, gdje se sa klasične dogovorne ekonomije prešlo na „novu“ tržišnu ekonomiju, koja traži specifična organizaciona rješenja i načine povezivanja rada i svih njegovih dijelova u cjelinu društvene reprodukcije.

Područje upravljanja proizvodnjom i onog što se veže za njega toliko je razvijeno da ono što se pod tim pojmom danas shvaća, nemoguće je iznijeti na jednom mjestu, niti bi to mogao učiniti manji broj autora, ako bi htio da prezentira sve već poznate istine na ovom području i da ih korektno iznesu i protumače.

Okolnosti navedene u prethodnom pasusu, prema mišljenju autora, navode na potrebu da se izrasla specifična znanja iznesu i objasne u onoj mjeri u kojoj će se moći sagledati njihova uzajamna povezanost sa stanovišta cjeline koju disciplina pokriva. Upravo su ovo autori imali u vidu kada su se prihvatili pisanja ovog udžbenika.

Autori su se dotakli i onih područja koja se detaljnije izučavaju kroz druge naučne discipline, kao što su i ekonomika preduzeća, unutrašnji transport, upravljanje zalihama, informacioni sistemi, u onom obimu za koji su smatrali da je neophodan inženjering, za koje je ovaj udžbenik prvenstveno pisan.

Udžbenik je namijenjen uglavnom studentima tehničkih fakulteta, za predmet koji se pojavljuje u različitim nazivima u nastavnim planovima (Upravljanje proizvodnjom, Proizvodni menadžment, Organizacija proizvodnje,...), te određenih odsjeka studija na ekonomskim fakultetima. Sadržaj obuhvata oblast upravljanja proizvodnim sistemima i proizvodnjom, u kojima se pretpostavlja najvjerovatnije djelovanje završenika tehničkih i ekonomskih fakulteta u proizvodnim poslovnim sistemima. Zbog multidisciplinarnosti materije i organičenosti prostora u nekim poglavljima su date samo osnove za praktičnu primjenu znanja ili eventualno dalje obrazovanje. Mišljenje je autora da udžbenik može poslužiti i svim rukovodiocima i stručnjacima iz prakse, koji se na bilo koji način interesuju za ovu problematiku ili rade konkretno u njoj.

Zahvaljujemo svima koji su pomogli izdavanje ovog udžbenika.

Također zahvaljujemo recenzentima, prof. emeritusu dr. Voji Višekruni i prof. dr. Hazimu Bašiću na korisnim sugestijama, koje su proizišle iz njihovih iskustava iz realnih poslovnih sistema i rada na Univerzitetu.

Zenica, 2020.

Autori

# SADRŽAJ

	<i>Strana</i>
<b>PREDGOVOR</b> .....	iii
<b>SADRŽAJ</b> .....	v
<b>I UVOD</b> .....	1
1. UVOD.....	1
2. NEKI PRIMJERI.....	4
3. LITERATURA .....	9
<b>II POJAM SISTEMA</b> .....	11
1. OPŠTA TEORIJA SISTEMA.....	11
1.1. Nastanak teorije sistema.....	11
1.2. Osnova teorije sistema .....	13
1.2.1. Analitičke metode .....	13
1.2.2. Sistemske metode.....	14
2. SISTEMSKI PRISTUP .....	16
2.1. Pojam sistema .....	16
2.1.1. Entropija .....	19
2.2. Kibernetika.....	20
2.2.1. Pojam kibernetike .....	20
2.2.2. Funkcioniranje i regulacija sistema .....	21
2.2.2. Povratna veza - Kibernetički model sistema .....	22
2.2.2.1. Negativna povratna veza .....	22
2.2.2.2. Pozitivna povratna veza.....	24
2.2.3. Indirektna povratna veza .....	24
2.3. Sistemska analiza .....	25
2.3.1. Klasifikacija sistema .....	25
2.3.2. Osnovna načela i zadaci sistemske analize.....	29
2.3.3. Svojstva sistemske analize.....	30
2.3.4. Faze sistemske analize .....	31
2.4. Organizacija kao sistem .....	32
2.4.1. Teorija organizacije.....	32
3. LITERATURA .....	34

<b>III OSNOVNI POJMOVI U UPRAVLJANJU PROIZVODNJOM</b> .....	35
<b>1. POSLOVNI SISTEM</b> .....	35
<b>2. PROIZVODNI SISTEM</b> .....	36
<b>3. PROIZVODNJA</b> .....	39
3.1. Proizvodni proces.....	39
3.2. Proizvodni ciljevi .....	39
3.3. Utjecajni faktori na organizaciju proizvodne funkcije.....	39
3.3.1. Poslovna politika .....	40
3.3.2. Proizvodna politika .....	40
3.3.3. Proizvodni program .....	40
3.4. Tehnološki proces .....	40
3.5. Sastavni dijelovi proizvodnog procesa.....	43
<b>4. LITERATURA</b> .....	45
<b>IV OSNOVE UPRAVLJANJA PROIZVODNJOM</b> .....	47
<b>1. PROIZVOD I PROIZVODNI PROGRAM</b> .....	47
<b>2. PROIZVODNJA KAO PODSISTEM U PROIZVODNOM SISTEMU</b> .....	49
2.1. Raščlanjivanje ukupnog zadatka preduzeća .....	50
<b>3. TIPOVI PROIZVODNJE KAO FAKTOR ORGANIZACIJE PROIZVODNE FUNKCIJE</b> .....	55
3.1. Analitička metoda utvrđivanja tipa proizvodnje .....	58
3.2. Klasifikacija proizvodnje prema tipu narudžbe kupca.....	59
3.2.1. Proizvodnja za skladište.....	59
3.2.2. Proizvodnja prema narudžbi kupca .....	59
<b>4. RAZMJEŠTAJ ODJELJENJA I RADNIH MJESTA</b> .....	59
4.1. Primjer rasporeda odjeljenja metodom minimalnog transportnog učinka .....	60
4.2. Raspored radnih mjesta – sistem proizvodnje.....	63
4.2.1. Linijski sistem rasporeda .....	63
4.2.2. Grupni (smaknuti) sistem rasporeda.....	64
4.2.3. Sistem trougla .....	65
4.2.3.1. Modificirani postupak trokuta – Primjer .....	66
4.2.4. Razmještaj radnih mjesta po metodi krugova .....	70
4.2.4.1. Primjer razmještaja radnih mjesta po metodi krugova.....	70
<b>5. LITERATURA</b> .....	72

<b>V KAPACITET</b> .....	73
1. <b>POJAM KAPACITETA</b> .....	73
2. <b>RAZNE VRSTE I DEFINICIJE KAPACITETA</b> .....	74
3. <b>KAPACITET PROIZVODNOG SISTEMA, ODNOSNO ORGANIZACIJE</b> .....	75
4. <b>PLANIRANJE KAPACITETA</b> .....	76
4.1. <i>Problemi u planiranju kapaciteta</i> .....	77
4. <b>IZRAŽAVANJE I MJERENJE KAPACITETA</b> .....	81
5. <b>LITERATURA</b> .....	83
<b>VI PLANIRANJE</b> .....	85
1. <b>UVOD</b> .....	85
2. <b>POTREBA I PRIRODA UPRAVLJANJA PROIZVODNIM (POSLOVNIM) SISTEMOM</b> .....	86
3. <b>CILJEVI PROIZVODNOG (POSLOVNOG) SISTEMA I NJIHOVO ODREĐIVANJE</b> .....	89
4. <b>PLANIRANJE</b> .....	92
4.1. <i>Predviđanje</i> .....	92
4.2. <i>Utvrđivanje međuzavisnosti sistem-okolina</i> .....	97
4.3. <i>Usaglašavanje odnosa sistem-okolina</i> .....	98
5. <b>PRINCIPI PLANIRANJA</b> .....	99
5.1. <i>Metodološki principi planiranja</i> .....	99
5.2. <i>Ekonomski principi planiranja</i> .....	101
6. <b>PODJELA PLANOVA</b> .....	101
6.1. <i>Redoslijed izrade pojedinačnih planova</i> .....	103
7. <b>MJERILA U PLANIRANJU</b> .....	104
8. <b>METODE PLANIRANJA</b> .....	105
8.1. <i>Metoda ekstrapolacije trendova</i> .....	105
8.1.1. <i>Regresiona analiza- ekstrapolacija</i> .....	106
8.2. <i>Operaciona istraživanja</i> .....	108
8.3. <i>Input-output analiza</i> .....	110
8.4. <i>Tehnike mrežnog planiranja</i> .....	112
8.4.1. <i>Potrebe nastanka</i> .....	112
8.4.2. <i>Ukratko o dvjema osnovnim metodama</i> .....	114
8.4.3. <i>Analiza strukture</i> .....	114
8.4.4. <i>Prikazivanje elemenata mrežnog dijagrama</i> .....	116
8.4.4.1. <i>Numerisanje mrežnog dijagrama</i> .....	116
8.4.4.2. <i>Fiktivna aktivnost</i> .....	118



8.4.5. Pravila kojih se treba pridržavati prilikom crtanja (postavljanja) mrežnog dijagrama .....	118
8.4.6. Primjeri .....	123
8.4.7. Analiza vremena.....	128
8.4.7.1. Analiza vremena po metodi CPM .....	128
8.4.8. Određivanje vremenskih rezervi .....	131
8.4.8.1. Ukupna vremenska rezerva .....	131
8.4.8.2. Slobodna vremenska rezerva .....	132
8.4.8.3. Nezavisna vremenska rezerva .....	132
8.4.8.4. Uslovna (zavisna) vremenska rezerva .....	133
8.5. Analiza vremena po PERT metodi.....	133
8.5.1. Određivanje očekivanog vremena i varijanse.....	134
8.5.2. Određivanje najranijeg i najkasnijeg vremena nastupanja događaja .....	136
8.5.3. Određivanje vremenske rezerver i vjerovatnoće nastupanja događaja ....	136
<b>9. EVIDENCIJA, KONTROLA I ANALIZA IZVRŠENJA .....</b>	<b>152</b>
<b>10. SREDSTVA ZA PLANIRANJE .....</b>	<b>152</b>
<b>11. PROBLEMI PLANIRANJA .....</b>	<b>154</b>
<b>12. ORGANIZACIJA PLANIRANJA.....</b>	<b>154</b>
<b>13. LITERATURA .....</b>	<b>155</b>
<b>VII PRIPREMA PROIZVODNJE .....</b>	<b>157</b>
<b>1. UVOD .....</b>	<b>157</b>
<b>2. PRIPREMA PROIZVODNJE – POJAM I ZADATAK .....</b>	<b>157</b>
2.1. Podjela pripreme proizvodnje .....	158
<b>3. TEHNOLOŠKA PRIPREMA.....</b>	<b>159</b>
3.1. Projektovanje i konstruisanje proizvoda .....	160
3.2. Plan izrade proizvoda .....	160
3.3. Određivanje tehnološkog procesa .....	161
3.4. Ciljevi projektovanja tehnološkog procesa .....	162
3.5. Zadaci projektovanja tehnološkog procesa .....	162
<b>4. OPERATIVNA PRIPREMA .....</b>	<b>165</b>
4.1. Svrha postojanja operativne pripreme proizvodnje.....	165
4.2. Aktivnosti operativne pripreme i saradnja sa drugim funkcijama-sektorima .....	166
4.3. Operativno planiranje.....	167
4.3.1. Zadaci operativnog planiranja .....	167
4.3.2. Utvrđivanje operativnog planskog perioda .....	169
4.3.3. Sadržaj operativnog plana.....	171

4.3.4. Priprema za izradu operativnog plana.....	172
4.3.5. Ciklusi proizvodnje .....	174
4.3.5.1. Koeficijent protoka.....	177
4.3.5.2. Ciklus isporuke.....	177
4.3.6. Utvrđivanje kapaciteta proizvodnje - grubo terminiranje .....	177
4.3.6.1. Planiranje fonda radnog vremena.....	178
4.3.6.2. Normativ rada.....	178
4.3.6.3. Određivanje fonda potrebnih radnih sati po jedinici proizvoda .....	179
4.3.6.4. Određivanje postojećeg fonda radnih sati u promatranom periodu ...	180
4.3.6.5. Usporedba potrebnog i postojećeg fonda radnih sati .....	181
4.4. Planiranje opterećenja radnih mjesta i rokova .....	183
4.5. Planiranje materijala .....	184
4.6. Priprema sredstva za rad .....	186
4.6.1. Odabir sredstva za rad i organizirana primjena .....	187
4.6.2. Priprema alata i naprava .....	188
4.7. Lansiranje .....	189
<b>5. RADNA DOKUMENTACIJA .....</b>	<b>191</b>
5.1. Izrada i lansiranje radne dokumentacije .....	191
5.2. Vrste radne dokumentacije .....	191
<b>6. PRIPREMA RADNIH MJESTA.....</b>	<b>199</b>
<b>7. MJESTO PRIPREME RADA U ORGANIZACIONOJ STRUKTURI .....</b>	<b>200</b>
<b>8. LITERATURA .....</b>	<b>202</b>
<b>VIII KONTROLA I UPRAVLJANJE KVALITETOM.....</b>	<b>203</b>
<b>1. POJAM I POTREBA KONTROLE.....</b>	<b>203</b>
<b>2. PODJELA KONTROLE KVALITETA .....</b>	<b>205</b>
2.1. Tehnička kontrola.....	210
2.1.1. Kontrola kvaliteta proizvoda .....	211
2.1.2. Kontrola predmeta rada .....	212
2.1.3. Kontrola sredstava za rad .....	213
<b>3. STATISTIČKA KONTROLA KVALITETA .....</b>	<b>214</b>
3.1. Kontrola u toku procesa.....	215
3.2. Kontrola po završetku procesa.....	219
<b>4. METODA UZORAKA .....</b>	<b>219</b>
4.1. Plan uzorkovanja.....	220
4.2. Dizajn uzorka .....	221
4.3. Veličina uzorka .....	221

4.4. Vrste uzoraka .....	222
4.4.1. Jednostavni slučajni uzorak.....	223
4.4.2. Sistemski uzorak .....	223
4.4.3. Stratificirani uzorak.....	224
4.4.4. Uzorak skupina .....	224
4.5. Izbor slučajnog uzorka .....	224
4.5.1. Ispitivanje uzorka .....	224
4.6. Planovi uzorkovanja (planovi prijema) .....	226
4.7. Operativna (radna) krivulja plana uzorkovanja.....	227
4.8. AQL – Prihvatljivi nivo kvaliteta.....	230
4.8.1. <i>LQ – Granični kvalitet</i> .....	230
4.8.2. <i>Rizik <math>\alpha</math> i <math>\beta</math></i> .....	230
4.9. Prosječan izlazni kvalitet – AOQ .....	231
<b>5. KONTROLNE KARTE.....</b>	<b>232</b>
5.1. Uvod.....	232
5.2. Šta su kontrolne karte? .....	233
5.3. Područje primjene .....	234
5.4. Vrste kontrolnih karata .....	238
5.4.1. <i>Kontrolne karte za mjerljive (numeričke) karakteristike</i> .....	238
5.4.2. <i>Kontrolne karte za atributivne karakteristike</i> .....	242
5.5. Analiza sposobnosti procesa .....	246
5.5.1. <i>Otkrivanje sistemskih utjecaja</i> .....	246
5.5.2. <i>Ocjena sposobnosti procesa</i> .....	249
5.5.3. <i>Relativna širina rasipanja procesa</i> .....	249
<b>6. METODE I SREDSTVA TEHNIČKE KONTROLE.....</b>	<b>252</b>
<b>7. TROŠKOVI TEHNIČKE KONTROLE.....</b>	<b>252</b>
<b>8. LITERATURA.....</b>	<b>254</b>
<b>IX UPRAVLJANJE ZALIHAMA .....</b>	<b>257</b>
<b>1. UVOD .....</b>	<b>257</b>
<b>2. SVRHA I POJAM ZALIHA .....</b>	<b>258</b>
2.1. Definicije i razlozi stvaranja zaliha .....	258
2.2. Podjela zaliha .....	260
2.2.1. <i>Minimalne i maksimalne zalihe</i> .....	260
2.2.2. <i>Nekurentne zalihe</i> .....	261
2.2.3. <i>Optimalne zalihe</i> .....	261
2.2.4. <i>Prosječne zalihe</i> .....	261
2.2.5. <i>Sigurnosne zalihe</i> .....	261

2.2.6. Špekulativne zalihe .....	262
2.2.7. Sezonske zalihe .....	262
2.3. Planiranje zaliha .....	263
2.4. Troškovi držanja zaliha i njihovo smanjenje .....	264
2.5. Koeficijent obrtaja zaliha .....	265
<b>3. METODE ZA UPRAVLJANJE ZALIHAMA .....</b>	<b>266</b>
3.1. Tradicionalne metode .....	266
3.1.1. <i>Ekonomična količina narudžbe</i> .....	266
3.1.1.1. Model vođenja zaliha .....	270
3.1.2. <i>ABC analiza</i> .....	271
3.1.3. <i>XYZ analiza</i> .....	274
3.1.4. <i>Usporedna primjena ABC i XYZ analize</i> .....	276
3.1.5. <i>Just in time- JIT</i> .....	277
3.1.5.1. Prednosti i nedostaci JIT modela .....	278
3.1.5.2. Razlike JIT modela i tradicionalnih modela .....	279
3.1.6. <i>Kanban sistem</i> .....	280
3.2. Savremene metode .....	281
3.2.1. <i>Metoda planiranja potreba za materijalom – MRP</i> .....	281
3.2.2. <i>Metoda planiranja proizvodnih kapaciteta - MRP II</i> .....	283
3.2.3. <i>Metoda planiranja potreba distribucije – DRP</i> .....	284
3.2.4. <i>Metoda planiranja resursa poduzeća – ERP</i> .....	285
<b>4. ZNAKOVI LOŠEG UPRAVLJANJA ZALIHAMA .....</b>	<b>287</b>
<b>5. LITERATURA .....</b>	<b>288</b>
<b>X UNUTRAŠNJI TRANSPORT .....</b>	<b>291</b>
<b>1. UVOD .....</b>	<b>291</b>
<b>2. POJAM I ZNAČAJ UNUTRAŠNJEG TRANSPORTA .....</b>	<b>291</b>
<b>3. PLANIRANJE UNUTRAŠNJEG TRANSPORTA.....</b>	<b>294</b>
3.1. Planski elementi UT .....	294
3.1.1. <i>Izbor pravaca kretanja</i> .....	294
3.2. Izbor transportnog problema .....	296
3.3. Izbor sredstava unutrašnjeg transporta .....	298
<b>4. SREDSTVA UNUTRAŠNJEG TRANSPORTA .....</b>	<b>300</b>
4.1. Industrijska i ručna kolica .....	300
4.2. Viljuškari .....	304
4.2.1. <i>Podjela viljuškara</i> .....	305
4.3. Trakasti transporteri .....	309

4.4. Lančani transporteri .....	313
4.5. Valjkasti transporteri .....	314
4.6. Konvejeri .....	318
4.7. Gravitacioni transporteri .....	321
4.7.1. Klasifikacija gravitacionih transportera .....	321
4.7.2. Pravolinijske i spiralne kliznice .....	322
4.7.3. Gravitacione cijevi .....	322
4.7.4. Pneumatske kliznice .....	323
4.7.5. Primjena, dobre i loše osobine .....	324
4.8. Prikolice i vučna vozila .....	324
4.9. AGV- Automated Guided Vehicles (automatski vođena vozila).....	326
4.9.1. Vozilo kao komponenta AGV sistema .....	327
4.9.2. AGV – traktori (tegljači) .....	327
4.9.3. Paletna kolica .....	329
4.9.4. Transportna vozila .....	329
4.9.5. Specijalna vozila .....	330
4.10. Dizalice .....	331
4.10.1. Mosne dizalice.....	331
4.10.2. Portalne-ramne dizalice.....	335
4.10.3. Konzolne dizalice .....	337
<b>5. PRORAČUN VREMENA I POTREBNOG BROJA SREDSTAVA UT .....</b>	<b>339</b>
<b>6. IZBOR JEDINICE TRANSPORTA .....</b>	<b>343</b>
6.1. Palete .....	344
6.2. Sanduci i paketi .....	347
6.3. Vreće i kese .....	348
<b>7. TROŠKOVI UNUTRAŠNJEG TRANSPORTA.....</b>	<b>349</b>
<b>8. EFIKASNOST UNUTRAŠNJEG TRANSPORTA.....</b>	<b>350</b>
<b>9. LITERATURA .....</b>	<b>352</b>
<b>XI UPRAVLJANJE TROŠKOVIMA .....</b>	<b>359</b>
<b>1. POJAM EKONOMIKE PREDUZEĆA.....</b>	<b>359</b>
<b>2. CILJEVI EKONOMIKE PREDUZEĆA.....</b>	<b>360</b>
<b>3. ANGAŽOVANJE SREDSTAVA U REPRODUKCIJI .....</b>	<b>360</b>
3.1. Obrtna sredstva .....	362
3.2. Osnovna-stalna sredstva.....	364
3.2.1. Stalna sredstva u obliku stvari .....	365
3.2.2. Stalna sredstva u obliku prava i dugoročnih razgraničenja .....	367
3.2.3. Izvori finansiranja osnovnih sredstava.....	367

3.2.4. Amortizacija osnovnih sredstava .....	367
<b>4. TROŠKOVI .....</b>	<b>368</b>
4.1. Pojam troškova.....	368
4.2. Podjela troškova prema različitim kriterijima .....	370
4.2.1. Prirodna podjela troškova .....	370
4.2.2. Podjela troškova prema mjestima nastanka .....	373
4.2.3. Podjela troškova prema vezanosti za nosioca .....	373
4.2.4. Podjela troškova prema načinu prenošenja na proizvod.....	374
4.2.5. Podjela troškova prema uslovljenosti veličinom proizvodnje.....	374
4.2.6. Troškovi s gledišta njihove usporedbe i predviđanja .....	374
4.2.7. Troškovi prema mogućnosti terećenja na zalihe.....	375
4.3. Dinamika troškova ili odnos između obima proizvodnje i troškova .....	375
4.3.1. Reagibilnost troškova.....	375
4.3.2. Fiksni troškovi.....	376
4.3.3. Relativno fiksni troškovi.....	377
4.3.4. Varijabilni troškovi .....	379
4.3.4.1. Proporcionalni troškovi.....	379
4.3.4.2. Progresivni troškovi .....	381
4.3.4.3. Degresivni troškovi .....	381
4.4. Ukupni troškovi.....	382
<b>5. UKUPAN PRIHOD.....</b>	<b>384</b>
<b>6. ODNOS UKUPNOG PRIHODA I TROŠKOVA.....</b>	<b>387</b>
<b>7. UPRAVLJANJE TROŠKOVIMA .....</b>	<b>390</b>
7.1. Modeli upravljanja troškovima .....	390
7.2. Tradicionalne metode obračuna troškova .....	391
7.3. Savremene metode obračuna troškova .....	393
7.3.1. ABC metoda ( <i>Activity Based Costing - ABC</i> ) .....	393
7.3.2. Pojam i definicija ABC metode .....	394
7.3.3. Prednosti i nedostaci ABC metode.....	395
7.4. TC (Target Costing) metoda .....	395
7.4.1. Razvoj TC metode .....	395
7.4.2. Pojam i definicija TC metode.....	396
7.4.3. Primjena TC metode .....	397
<b>8. EKONOMSKI PRINCIPI REPRODUKCIJE.....</b>	<b>397</b>
8.1. Osnovni ekonomski principi reprodukcije.....	397
8.2. Parcijalni princip reprodukcije.....	398
8.3. Princip produktivnosti.....	399
8.4. Princip ekonomičnosti.....	402

8.5. Princip rentabilnosti .....	407
<b>9. LITERATURA .....</b>	<b>408</b>
<b>XII INFORMACIONI SISTEM POSLOVNOG SISTEMA .....</b>	<b>411</b>
<b>1. UVOD .....</b>	<b>411</b>
<b>2. POJAM I ZNAČAJ INFORMACIJA .....</b>	<b>412</b>
2.1. Šta je signal? .....	412
2.2. Šta je informacija?.....	413
2.3. Sadržaj i vrste informacija .....	416
2.4. Mjerenje informacija .....	416
2.5. Klasifikacija informacija.....	419
<b>3. UPRAVLJANJE POSLOVNIM SISTEMOM .....</b>	<b>420</b>
<b>4. SISTEM INFORMACIJA I KOMUNIKACIJA.....</b>	<b>421</b>
<b>5. KOMPONENTE INFORMACIONIH SISTEMA.....</b>	<b>426</b>
5.1. Vrste informacionih sistema .....	427
<b>6. POSLOVNI SOFTVER (ENTERPRISE SOFTWARE).....</b>	<b>428</b>
6.1. Uvod u poslovne informacione sisteme (Enterprise Information System) .....	428
6.2. Potrebe i koristi od uvođenja poslovnih informacionih sistema .....	429
<b>7. KLASIFIKACIJA INFORMACIONIH SISTEMA .....</b>	<b>430</b>
<b>8. PROCJENA KVALITETA INFORMACIONIH SISTEMA .....</b>	<b>431</b>
<b>9. LITERATURA .....</b>	<b>433</b>
<b>XIII STRUKTURA ORGANIZACIJE .....</b>	<b>435</b>
<b>1. POJAM ORGANIZACIONE STRUKTURE.....</b>	<b>435</b>
1.1. Unutrašnji faktori koji utječu na oblikovanje organizacije.....	437
1.2. Vanjski faktori.....	440
1.2.1. <i>Institucionalni uslovi</i> .....	440
1.2.2. <i>Integracijski procesi</i> .....	441
<b>2. RAŠČLANJIVANJE I GRUPISANJE ZADATAKA.....</b>	<b>444</b>
2.1. Izgradnja organizacione strukture .....	446
2.2. Formalna i neformalna organizacija.....	451
<b>3. VRSTE ORGANIZACIJSKIH STRUKTURA .....</b>	<b>453</b>
3.1. Podjela organizacijskih struktura .....	453
3.2. Savremeni trendovi organizacijskih struktura.....	454
3.3. Funkcijska organizaciona struktura .....	456
3.3.1. <i>Početni oblik funkcijske strukture</i> .....	456

3.3.2. Standardni oblik funkcijske strukture.....	457
3.3.3. Razvijeni oblik funkcijske strukture.....	457
3.3.4. Dobre i loše strane funkcijske organizacione strukture.....	458
3.3.5. Kritike na funkcijsku organizacijsku strukturu .....	459
3.4. Procesna organizaciona struktura.....	459
3.4.1. Dobre i loše strane procesne organizacione strukture .....	461
3.5. Divizijska organizaciona struktura .....	462
3.5.1. Predmetna organizaciona struktura .....	463
3.5.2. Teritorijalna (geografska) organizaciona struktura .....	464
3.5.3. Organizaciona struktura orijentisana potrošačima.....	466
3.6. Projektna organizaciona struktura .....	466
3.6.1. Individualna projektna organizacija .....	467
3.6.2. Čista projektna organizacija.....	468
3.7. Matrična organizaciona struktura .....	468
3.8. Hibridna organizaciona struktura .....	470
3.9. Mješovita organizaciona struktura .....	471
<b>4. SAVREMENI TRENDovi U OBLIKOVANJU ORGANIZACIJE .....</b>	<b>473</b>
4.1. Razlika između klasične i savremene organizacije.....	473
4.2. Novo doba u organizaciji preduzeća.....	473
4.3. T - oblik organizacije .....	474
4.4. Virtualna organizacija .....	475
4.5. Mrežna organizacija.....	478
4.5.1. Primjeri umrežavanja.....	480
<b>5. LITERATURA .....</b>	<b>481</b>
<b>POPIS SLIKA I TABELA .....</b>	<b>483</b>





## I UVOD

### 1. UVOD

Analizirajući razvoj društva kroz historiju oduvijek je u centru pažnje bila djelatnost (rad), i to kvalitetna, na vrijeme, i s minimalnim naporom. Stoga je osim tehnologije važna i organizacija rada. Posebna potreba za organizacijom je u trenucima kada više osoba zajedno obavlja neku djelatnost. Kod toga se razlikuju problemi tehničke, ekonomske, pa i sociološke prirode. U početku organizacija se bavila rješavanjem proizvodnih, tehničkih problema, a kasnije sa razvojem privrednih znanosti i sa problemima poslovanja preduzeća.

F.W.Taylor – klasičnu organizaciju rada (engl. *scientific management*) razdvaja na dvije cjeline:

- management – koji rješava privredne probleme,
- industrial engineering – rješava tehničke probleme, a kod nas se naziva ORGANIZACIJA PROIZVODNJE. [1]

Organizacija proizvodnje predstavlja naučno područje u oblasti tehničkih nauka, koje se bavi istraživanjem, projektovanjem i usavršavanjem proizvodnog sistema (statički dio), te istraživanjem, projektovanjem, i usavršavanjem, ali i pripremanjem, koordiniranjem i praćenjem odvijanja tehnološkog i proizvodnog procesa (dinamički dio organizacije proizvodnje).

Organizacija proizvodnje – rješava tehničke probleme smišljenog povezivanja i usklađivanja djelovanja pojedinih dijelova, kao i cjeline nekog sistema radi postizanja **cilja**: izrade proizvoda propisane kvalitete i količina u utvrđenom roku uz optimalne troškove (i roba, ali i usluga).

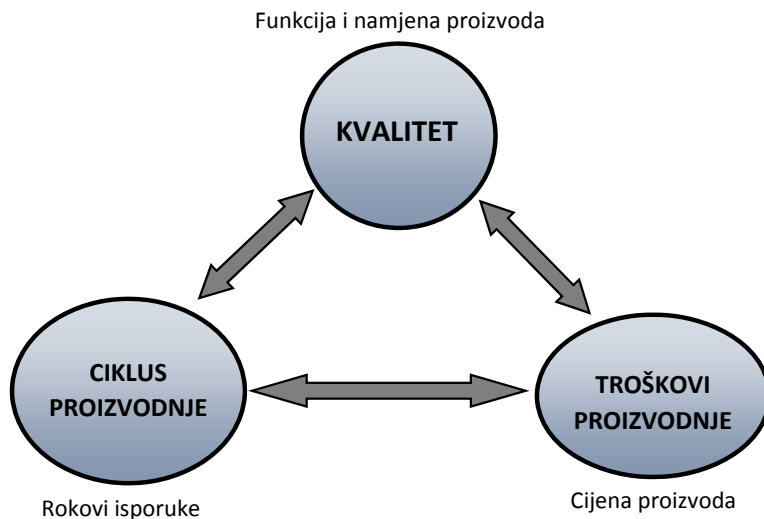
Za industrijska poduzeća zadatak se svodi na usklađivanje proizvodnog trinoma KVALITET – VRIJEME – NOVAC; (Slika 1.), i znači proizvodnju potrebnih količina kvalitetnih proizvoda uz tržišno prihvatljive cijene i željene rokove isporuke.

Proizvodni proces se odvija u proizvodnim sistemima i određen je vremenski i prostorno, znači sa:

- tehnološkim aspektom (proizvod, proizvodna oprema) i
- organizacijskim aspektom (vremenski rok odvijanja).

**ZADATAK** organizacije proizvodnje upravo je vremensko i prostorno usklađivanje rada ljudi, raspoloživih resursa i proizvodne opreme (sredstava rada), što znači da se daju odgovori na pitanja:

- **ŠTA** proizvoditi i
- **KAKO** proizvoditi?



Slika 1. Trinom kvalitet – vrijeme – novac [1,2,3,4]

Odgovori na ta pitanja daju se u okviru sljedećih aktivnosti:

- definicija i oblikovanje proizvoda (konstrukcija, ispitivanje, oblikovanje, usavršavanje) i
- definicija, postavljanje i vođenje proizvodnog procesa.

U klasičnom smislu to su dva osnovna područja inženjerske djelatnosti, a ostvaruju se kroz sljedeće discipline: [1,5]

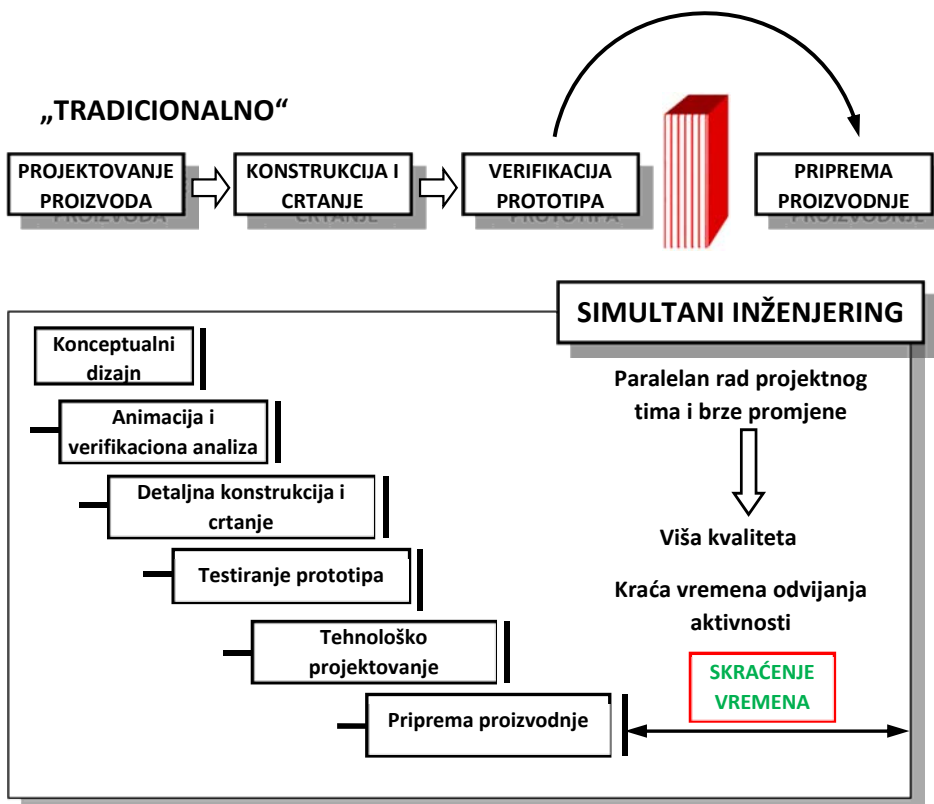
- projektovanje proizvodnog sistema,
- projektiranje tehnološkog (proizvodnog ) procesa,
- studij rada,
- planiranje i upravljanje ( vođenje) proizvodnje,
- kontrola kvaliteta,
- logistika, održavanje,

te uz sljedeće radno osoblje:

- konstruktori,
- tehnolozi,
- projektanti procesa i sistema,
- pogonski inženjeri,
- operativci,
- planeri,
- lanseri,
- kontrolori,
- inženjeri održavanja.

Kvalitetno vođenje proizvodnje u uslovima oštih tržišnih zahtjeva smanjuje vremena odvijanja pojedinih aktivnosti ⇒ **SIMULTANI INŽENJERING** (engl. *simultaneous engineering*) od ideje i konstrukcije, pa sve do izvođenja proizvodnje (sa prekrivajućim, simultanim fazama) kao što to prikazuje Slika 2. [1]

Sve ono što čovjek i njegove različite grupe (porodica, preduzeća, mjesne zajednice, organizacije upravljanja društvom, nevladine organizacije, udruženja građana, ...) koriste u svom životu i radu da bi zadovoljili svoje potrebe obično se naziva proizvodima ili uslugama.



Slika 2. Simultani inženjering [1]

Proizvodi i usluge nastaju kao rezultat unaprijed smišljenih skupova aktivnosti organiziranih kao zaokruženi skupovi, koji se u svakodnevnom životu nazivaju proizvodnja ili proizvodni proces.

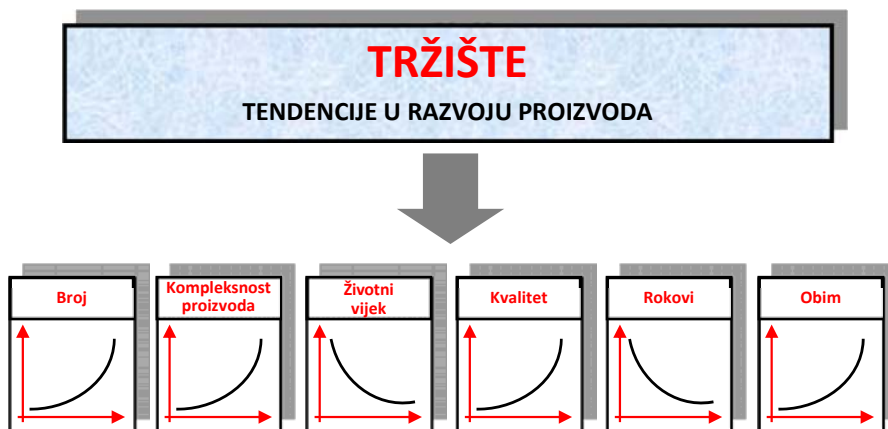
Kako ljudskih potreba ima naograničeno mnogo, to i proizvoda koji ih zadovoljavaju ima neprebrojivo mnogo. Potrebe i proizvodi (broj i vrste) se mijenjaju u vremenu i prostoru. Zahtjevi kupaca i tržišni zahtjevi postaju svakim danom drugačiji i stalno se podižu potrebe za pojedinim karakteristikama proizvoda. Kako to izgleda najbolje ilustruje Slika 3. [1]

Proizvodi i usluge se stvaraju u organiziranim proizvodnim procesima i sistemima, koje u uobičajenoj terminologiji nazivamo proizvodni, poslovni i organizacijski sistemi.

Na ove organizirane, zaokružene namjenom i registrirane u društvu (država) djeluje niz poremećajnih uticaja i izvode ih iz planiranih i projektovanih stanja i rezultata funkcionisanja

(neprihvatljiv kvalitet proizvoda – škart, povećani troškovi – materijal, energija, vrijeme, neprihvatljiva događanja – zastoji, kvarovi, povrede; neprihvatljiv ukupan rezultat ili izlaz, nekonkurentna cijena, gubici, a ne profit).

Zato se proizvodnjom i proizvodnim sistemima treba upravljati.

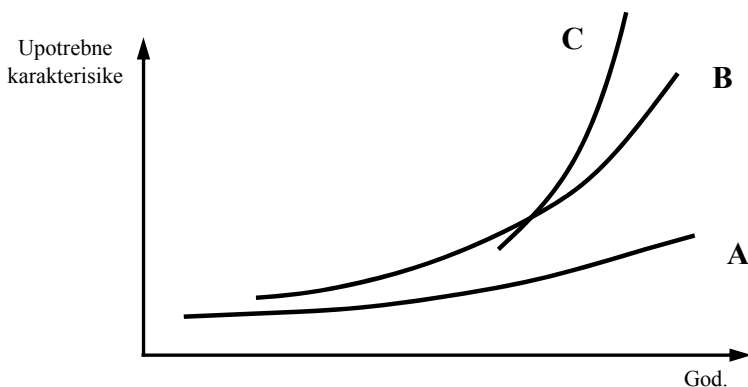


Slika 3. Tendencije suvremenih tržišnih zahtjeva [1]

## 2. NEKI PRIMJERI

U posljednjih desetak godina došlo je do značajnih strateških promjena u području proizvodnoga mašinstva. Sve strožiji uslovi poslovanja na tom polju doveli su do toga da se napuštaju neke zakonitosti, koje su vrijedile desetljećima i da se procesi prilagođavaju novim zahtjevima tržišta.

Ti zahtjevi su značajno promijenjeni u odnosu na period od prije dvadeset, trideset godina i mogu se sažeti u nekoliko glavnih trendova. Progresivan rast nivoa upotrebnih karakteristika opšte je prisutna zakonitost, koja prati razvoj pojedinih vrsta proizvoda, Slika 4. [5,6]



Slika 4. Progresivan rast nivoa upotrebnih karakteristika [5]

Prikaz na Slici 4. ilustracija je opšte poznate činjenice, da se **vijek proizvodnje proizvoda u istoj konstrukcijskoj izvedbi sve više smanjuje**. Takva tendencija upućuje na činjenicu da se aktivnosti razvoja proizvoda i tehnološke pripreme proizvodnje moraju realizirati u sve kraćim vremenskim razmacima.

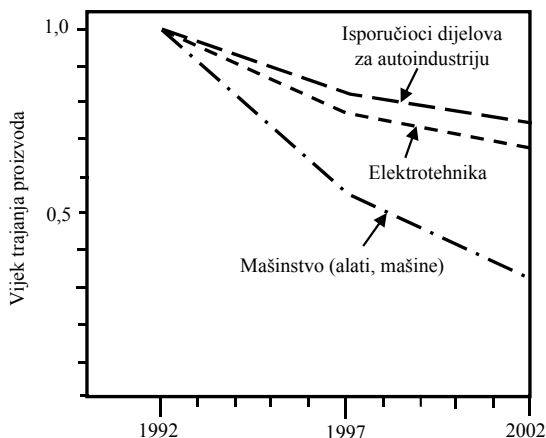
Kod pojedinog proizvođača određene vrste proizvoda, rast upotrebnih karakteristika u stvari nije kontinuirano uzlazan. Taj rast je u vezi sa sve kraćim periodima inovacija proizvoda, unutar kojih se pored početno višeg nivoa upotrebnih karakteristika novo – razvijene generacije proizvoda, tokom njegove proizvodnje ostvaruje njihov dajljnji rast, usavršavanjem izvedbe do iscrpljivanja raspoloživih mogućnosti, koje svaka izvedba u osnovi pruža, Slika 5.



Slika 5. Tok rasta upotrebnih karakteristika generacija proizvoda A kod proizvođača x [5]

Proizvodi su projektirani i proizvedeni na način da im je **vijek trajanja kraći od vijeka trajanja istih proizvoda prethodne generacije**. Ova činjenica najuočljivija je na području računarske opreme, mobilne telefonije, automatike ili auto industrije. Prema tvrdnjama vodećih privrednih i marketinških institucija, koje se bave istraživanjem tržišta u dužem vremenskom periodu, vrijeme u kojem jedan proizvod donosi dobit na tržištu se u proteklih dvadeset godina prepolovilo.

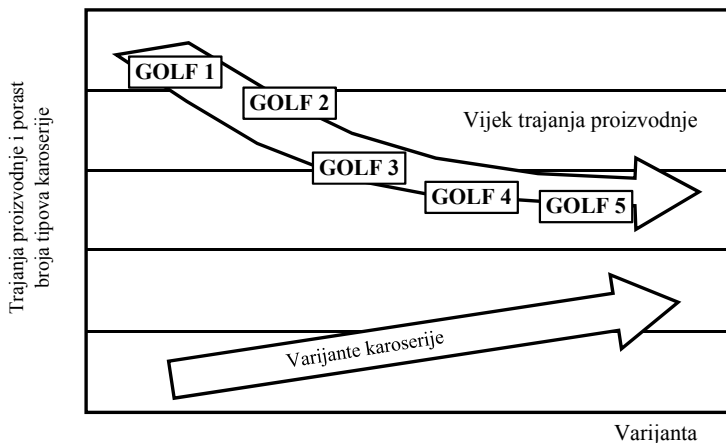
Ovaj proces skraćivanja vijeka trajanja (korištenja) jednog proizvoda na tržištu iznosi 5% godišnje, Slika 6. Taj trend skraćivanja vremena različit je u različitim područjima tehnike, kako se vidi na Slici 6. [5]



Slika 6. Trend skraćenja vijeka trajanja proizvoda [5]

Aktualni primjer, koji potvrđuje tezu o sve kraćem trajanju proizvodnje jednog proizvoda i koji je prikazan na Slici 7, potječe od svjetski poznatog koncerna za proizvodnju automobila, Volkswagena. Na slici je prikazan životni vijek pojedinih tipova automobila Golf. [5]

Sa Slike 7. je uočljivo da je početni, prvi tip, Golf 1, imao znatno duži životni vijek nego kasniji, noviji tipovi. Na istoj slici je također prikazan i porast broja različitih varijanti pojedinih tipova karoserija za automobile marke Golf.

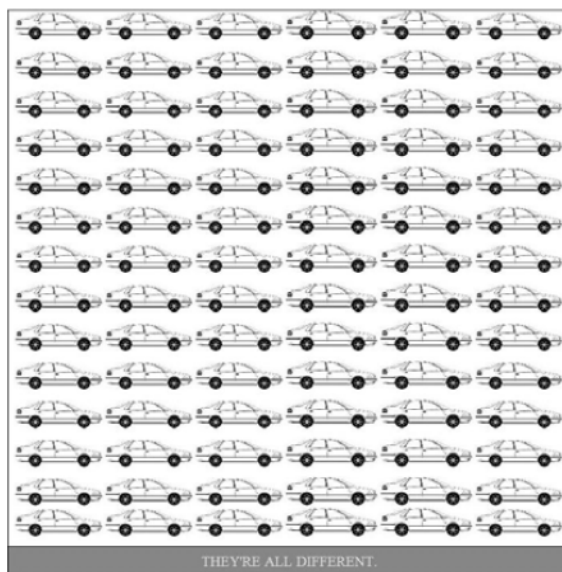


Slika 7. Vrijeme proizvodnje pojedinih tipova automobila VW GOLF [5]

**Individualizacija proizvoda**, čak i u slučaju masovne proizvodnje. Jedan proizvod nudi se tržištu u više varijanti kako bi kupac imao dojam da kupuje svoj „individualni“ proizvod.

Tipičan primjer je autoindustrija koja jedan tip automobila nudi u više različitih verzija.

Vrlo slikovit primjer u tom smislu prikazan je na Slici 8. Kompanija Volvo objavila je u jednom renomiranom svjetskom časopisu reklamu gdje je prikazano, na prvi pogled potpuno istih, 96 automobila marke Volvo, Slika 8.

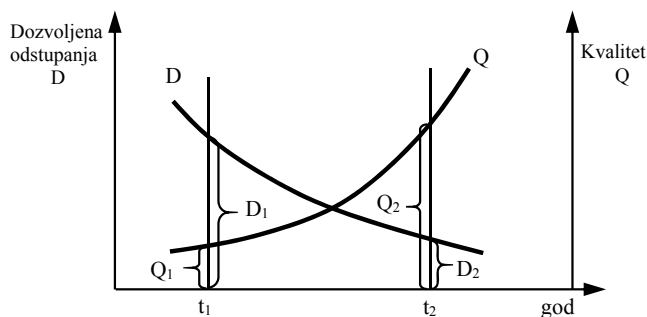


Slika 8. Primjer individualizacije proizvoda kompanije Volvo [5]

Tekst reklame glasi: „Ne, vaše oči vas ne varaju! Nijedan od 96 automobila nije isti. Razlikuju se po motoru, opremi, karoseriji... Naprimjer, ako želite 1,6 litarski motor sa luksuznom opremom, to je drugi auto u osmom redu. Želite li 1,9 turbo diesel motor sa sportskom opremom – peti auto u jedanaestom redu!“ i tako dalje.

Individualizacija je također vrlo prisutna i u području kućanskih aparata, pa tako, naprimjer, postoje razni kućanski aparati (tosteri, aparati za kafu, salamoreznice itd.), koji su namijenjeni isključivo za upotrebu sa lijevom rukom.

Daljnja bitna značajka za planiranje procesa i proizvodnju su dozvoljena odstupanja veličina, koja su u uskoj vezi sa nivoom upotrebnih karakteristika proizvoda, a koje uobičajeno iskazujemo nivoom kvaliteta proizvoda  $Q$  (Slika 9).

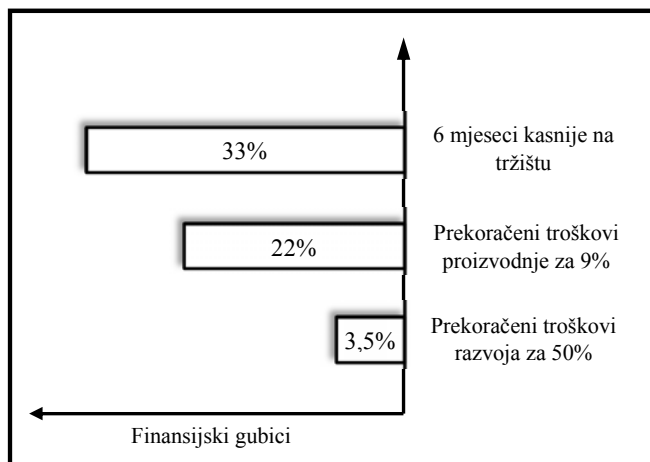


Slika 9. Odnos dozvoljenih odstupanja i kvaliteta tokom vremena [5]



Vrijeme od prve ideje za proizvod pa do pojave prve serije naziva se vrijeme do tržišta i ono postaje odlučujući faktor u nemilosrdnoj konkurenciji na tržištu. Skraćenje ovog vremena postaje jedan od glavnih zadataka u razvoju proizvoda. Značajna istraživanja pokazala su da se ni na jednom mjestu u proizvodnom lancu ne mogu postići takve uštede ukupnih troškova kao minimiziranje vremena do tržišta. Na Slici 10. je data analiza gubitka zarade zbog:

- a) prekoračenja troškova razvoja za 50%,
- b) prekoračenje troškova proizvodnje za 9%,
- c) kašnjenja na tržištu za šest mjeseci.



Slika 10. Analiza gubitaka zarade zbog pojedinih faktora [5]

Upravljanje proizvodnjom i proizvodnim sistemima je niz međusobno povezanih aktivnosti i zadataka sa ciljem da se postigne što bolji rezultat ili projektovani i planirani izlaz – vrsta i količina proizvoda prihvatljivog kvaliteta sa konkurentnim cijenama.

U nastavku teksta ovog udžbenika obrađuje se prvo pojam sistema i sistemsko upravljanje radi shvatanja potrebe poznavanja ovih pojmova i onoga što je vezano za njih, a nakon toga upravljanje proizvodnjom i proizvodnim procesima kao osnovnim i najvažnijim dijelovima podsistema poslovnog sistema i poslovnih procesa.

Sadržaj i stepen detaljnosti obrade materije je takav da daje korisnicima potrebna osnovna znanja za praktičnu primjenu u realnim poslovnim sistemima.

Viši nivo znanja se obezbjeđuje kroz izučavanje posebnih disciplina po pojedinim poglavljima sadržaja ovog udžbenika i realizira obično na II i III ciklusu studija.

### **3. LITERATURA**

- [1] Mikac, T.; Blažević, D.: Planiranje i upravljanje proizvodnjom, Tehnički fakultet u Rijeci, Rijeka, 2007.
- [2] Vulanović, V.; Stanivuković, D.; i dr.: Sistem kvaliteta ISO 9001:2000, Fakultet tehničkih nauka u Novom Sadu, Novi Sad, 2001.
- [3] Jašarević, S.: QMS u BiH – Pregled stanja, Naučna monografija, Mašinski fakultet u Zenici, Zenica 2010., ISBN 9958-617-45-5
- [4] Hamrol, A.: Zarządzanie jakością – z przykładami (Upravljanje kvalitetom – sa primjerima), Wydawnictwo naukowe PWN, Warszawa, 2007., ISBN 978-83-01-15374-8
- [5] Perinić, M.: Tehnološki procesi, Tehnički fakultet u Rijeci, Rijeka, 2010.
- [6] Rocco, S.: Upravljanje proizvodom, kreiranje marke i dizajn, Visoka poslovna škola Zagreb, Zagreb, 2015., ISBN 978-953-57657-5-2



## II POJAM SISTEMA

### 1. OPŠTA TEORIJA SISTEMA

Teorija sistema je nauka, tj. naučna disciplina, koja se bavi proučavanjem složenih pojava koje nazivamo sistemima, a nastala je iz potrebe pronalaženja takvih naučnih i praktičnih metoda pomoću kojih bi se mogli na naučni način analizirati i rješavati i oni problemi kod kojih tradicionalne i uobičajene naučne metode, razvijene u drugim naučnim područjima, ne daju zadovoljavajuće rezultate. [1,2,3]

U praktičnom smislu njezina svrha i cilj su pronalaziti metode, pristupe i načine, pomoću kojih bi se mogle i vrlo složene i komplicirane pojave sagledati i pojednostaviti i time učiniti dostupnim naučnom posmatranju i praktičnom rješavanju.

Ona polazi od toga što smatra da u svim područjima postoje pojave, koje možemo smatrati sistemima, tj. da u njima postoje specifične tzv. sistemske zakonitosti i da poznavanje tih zakonitosti omogućuje da se sama pojava i njezin sadržaj te njeno ponašanje shvati. Prema tome, poznavanje sistemskih zakona omogućuje da se projektiraju bolji i savršeniji sistemi, odnosno da se postojeći sistemi usavrše.

Osim toga, potrebno je posebno naglasiti da poznavanje sistemskih zakona omogućuje da se saznanja dobivena na jednom području prenesu i koriste na drugim područjima, jer su neke sistemske zakonitosti zajedničke velikom broju vrlo različitih sistema.

Teorija sistema, tj. njezin pristup rješavanju problema i metode koje su na toj osnovi razvijene, u velikom broju slučajeva je vrlo uspješno sredstvo naučnog istraživanja i stručnog rješavanja problema, ali nije univerzalno sredstvo za rješavanje svih mogućih problema. Takvo univerzalno sredstvo koje bi rješavalo sve probleme ne postoji i neće nikada ni postojati, pa stoga ni teorija sistema i njezine metode to ne mogu biti. Stoga teoriju sistema treba shvatiti kao jednu dopunu drugim poznatim i provjerenim naučnim metodama. [3]

Metode i saznanja teorije sistema se mogu primijeniti u svim područjima ljudske, naučne i praktične djelatnosti, svugdje gdje se radi o sistemima, pa tako i na sistemima kvaliteta u organizacijama.

#### 1.1. Nastanak teorije sistema

Već na početku razvoja nauke pojedini učenjaci su uočili da postoje tzv. zakonitosti cjelina, tj. zakonitosti koje se ne mogu neposredno indentificirati kao zakonitosti dijelova koji čine cjelinu.

Npr. dijelovi nekog složenog proizvoda, makar bili poredani u nekakav red, ne mogu neposredno dati predodžbu o tome kakav je to proizvod, čemu on služi, kako on funkcionira i

kako se upotrebljava. Na ta pitanja je na osnovu pregleda dijelova teže odgovoriti, što je proizvod složeniji i što ima više različitih dijelova. Da bismo dobili odgovore na spomenuta pitanja morali bismo dijelove prema nekoj šemi složiti i povezati u proizvod i na osnovu istih dijelova dobiti toliko odgovora koliko bi različitih proizvoda iz tih dijelova mogli složiti. [4]

Primjer iz informatike: Time što bismo dobili popis i učestalost riječi nekog teksta ne bismo mogli odgonetnuti kojem tekstu te riječi pripadaju. Ako bismo smišljeno kombinirali raspoložive riječi mogli bismo dobiti veliki broj sadržajno vrlo različitih tekstova. Ni za jedan od tako dobivenih tekstova ne bi mogli sa sigurnošću tvrditi da predstavlja original iz kojeg potječe popis tih riječi. To vrijedi i za slova i riječi, npr. pomoću slova A, E, K, P i T može se napisati PETAK ili PAKET. [5]

Ova dva primjera koje smo spomenuli dovoljno pokazuju da se neka cjelina razlikuje od dijelova i da je funkcija i uloga dijelova različita od funkcije i uloge cjeline. Drugim riječima, količina informacija koju nam može dati promatranje dijelova nije dovoljna da bismo shvatili i spoznali svojstva cjeline.

Među prve naučnike za koje se smatra da su uočili tu činjenicu, da se cjelina bitno razlikuje od sume dijelova ubraja se čuveni grčki filozof Aristotel. Njemu se pripisuje izjava: „**Cjelina je više od sume dijelova**“. Slična mišljenja su imali tokom stoljeća ne samo grčki nego i mnogi drugi učenjaci, ali tek sredinom dvadesetog stoljeća američki biolog Ludwig von Bertalanffy skreće pažnju nauke na tu činjenicu. On je 1937. godine na naučnom seminaru iz filozofije na univerzitetu u Chicagu prvi put javno iznio svoje ideje o potrebi i mogućnostima stvaranja jedne opšte teorije, koja bi obuhvatala proučavanje sistemskih fenomena, tj. svih tipičnih sistemskih svojstava i vrijedila za sve sisteme bilo kakve prirode oni bili. Kod toga je imenom sistem obuhvaćao sve ono što se inače podrazumijeva pod pojmom funkcionalne cjeline. Prema tome, pojam sistem je isto što i funkcionalna cjelina. [6,7]

Prema izjavama samog Bertalanffy-ja, njegove ideje su naišle na vrlo slab prijem i na otpor kod ostalih učesnika seminara. Tek nakon Drugog svjetskog rata u drugačijoj društvenoj i naučnoj klimi on ponovno počinje sa izlaganjem svojih sistemskih ideja. Tako on, 1949. u njemačkom naučnom časopisu: „*Biologija Generalis*“ pod naslovom „*Zu einer Allgemeinen Systemlehre*“ (Za jednu opštu sistemsku nauku)“ ponovno objavljuje svoje ideje o stvaranju jedne opšte nauke o sistemima koja bi se bavila proučavanjem sistemskih fenomena i sistemskih zakonitosti. U tome mu mnogo pomaže činjenica da se u približno isto vrijeme pojavila i kibernetika, koja propagira slične ideje i koja je svojom pojavom pobudila veliku pažnju naučnih krugova. To sve je dovelo do toga da je on u relativno kratkom vremenu u naučnim krugovima stekao priličan broj pristalica sa kojima 1954. godine osniva naučno društvo „Society for General System Theory“ (Društvo za opštu teoriju sistema)<sup>1</sup>. Prema tome, možemo smatrati da je osnivanjem tog Društva za opštu teoriju sistema u Americi 1954. godine zapravo osnovana teorija sistema, tj. sistema kao naučne discipline. [7]

Po Bertalanffyju zamišljena i osnovana teorija sistema naziva se najčešće Opšta teorija sistema (General System Theory), no neki je nazivaju i *teorijom otvorenih sistema*, za razliku od kibernetike koju nazivaju i *teorijom zatvorenih sistema*.

Možda je najveća zasluga Opšte teorije sistema u tome što je ukazala i dokazala objektivno postojanje sistemskih zakonitosti, što je ukazala na nužnost proučavanja tih zakonitosti i što je

---

<sup>1</sup> Kao najpoznatiji suosnivači tog Društva za opštu teoriju sistema bili su poznati učenjaci: Keneth Boulding (ekonomist), Anatole Rappaport (biomatematičar) i Richard Gerard (psiholog).

dala osnovni pojmovni koncept i pristup rješavanju sistemskih problema i razumijevanja sistemskih pojava.

Na temelju svoje definirane svrhe Opšta teorija sistema stvorila je metode i načela pomoću kojih se utvrđuju zakonitosti koje se javljaju u svim sistemima, a koje prepoznajemo kroz: [7]

- **Načelo svrhovitosti:** u funkcionalnom smislu, elementi sistema u uzajamnom međudjelovanju usmjereni su postizanju zajedničkih ciljeva;
- **Načelo ekvifinaliteta:** mogućnost ostvarenja istog konačnog cilja na različite načine – specijalizacijom i diferencijacijom elemenata sistema za obavljanje pojedinih funkcija;
- **Hijerarhiju sistema:** svaki je sistem podsistem većeg sistema i tako u beskonačnost;
- **Funkciju sistema:** transformaciju ulaznih veličina u izlazne veličine sistema;
- **Povratnu vezu:** instrument kontrole za usporedbu i reguliranje odstupanja između stvarnog i željenog stanja na izlazu sistema;
- **Međuzavisnost i povezanost:** između elemenata sistema i između sistema;
- **Holistički pristup:** obilježje cjeline različito je od zbira obilježja njenih pojedinih dijelova i
- **Entropiju:** kao mjeru nereda, haosa i nefunkcionalnosti u sistemu.

## 1.2. Osnova teorije sistema

Osnivač teorije sistema Bertalanffy je na sljedeći način obrazlagao svoje ideje o potrebi stvaranja jedne opšte teorije sistema. Analizirajući razvoj nauke kroz razvoj naučnih metoda u povijesti došao je do zaključka da je razvoj pojedinih naučnih metoda uslovljen informacijskom osnovom i stanjem tehnike odnosno tehnologije. Prema tim uslovima sve naučne metode moguće je podijeliti u tri osnovne grupe i to na: [7]

- opservacijske metode,
- analitičke metode i
- sistemske metode.

### 1.2.1. Analitičke metode

Razvoj nauke i tehnike je doveo do pojave novih naučnih metoda koje po njihovim metodološkim osobinama nazivamo analitičkim metodama. Naučna saznanja su uslovljavala razvoj tehnike, tj. stvaranje savršenijih sredstava pomoću kojih je stvorena mogućnost da se na pojave smišljeno djeluje.

Tako je razvoj tehničkih sredstava omogućio čovjeku naučniku da se od pasivnog posmatrača pretvori u aktivnog eksperimentatora. U istraživanju naučnik više ne posmatra pasivno ono što se događa nego smišljeno sam izaziva događaje koje na ranije opisan način posmatra.

Da bismo mogli promatrati u potpunosti samo one događaje koje sami izazivamo moramo spriječiti pojavu slučajnih događaja, koji se mogu javiti pod uticajem nekontrolisanih vanjskih faktora. Stoga je potrebno predmet posmatranja na neki način izolirati od utjecaja tih nekontrolisanih vanjskih faktora, a to znači da se djelovanje na predmet proučavanja, tj. eksperimentisanje, mora vršiti u posebnim uslovima.

Prema tome osnovno načelo analitičkih metoda je: [2]

- da se predmet promatranja stavi u posebne uslove;
- da se na njega posebnim sredstvima smišljeno djeluje;
- da se registruju reakcije na to djelovanje;
- da se na osnovu analize registrovanog postavi hipoteza koja se daljnjim eksperimentisanjem mora provjeriti.

Budući da se veliki predmeti i pojave ne mogu zbog svoje veličine ili prirode staviti u posebne uslove onda se od njih stavlja samo neki njihov dio za koji se pretpostavlja da ima sva ili barem najvažnija svojstva cjeline. Taj dio zamjenjuje cjelinu i s njim se eksperimentiše i njega ćemo nazivati reprezentativnim dijelom ili reprezentantom cjeline koja nas zanima. Naravno da rezultat istraživanja pomoću analitičke metode u velikoj mjeri zavisi o dobrom izboru reprezentanta. Na osnovu ovog možemo tvrditi da rezultati analitičkih metoda u velikoj mjeri zavise:

- o dobrom izboru predmeta ili reprezentanta predmeta za eksperimentisanje;
- o izboru sredstva i načina djelovanja na predmet istraživanja;
- o preciznosti promatranja i mjerenja reakcija na djelovanje;
- o sposobnosti istraživača da na osnovu analize reakcija izvede prave zaključke.

Ovim tipom naučnih metoda pojedine nauke i to naročito hemija i fizika, kao i tehničke nauke postižu velike rezultate. Ti uspjesi na području prirodnih nauka dovode do toga da se analitičke metode sa izvjesnim modifikacijama uvode i u sve druge nauke.

Veliki uspjesi analitičkih metoda osnivaju se na činjenici da svi prirodni fenomeni imaju tzv. sistemsko ustrojstvo, tj. sistemsku strukturu. To znači da se svaka prirodna funkcionalna cjelina, tj. prirodni sistem sastoji od prirodnih funkcionalnih sredina nižeg nivoa, tj. prema terminologiji teorije sistema, svaki sistem se sastoji od podsistema koji su također sistemi, ali sistemi nižeg nivoa. Svaki podsystem predstavlja funkcionalnu cjelinu i ima prepoznatljivu funkciju u višem sistemu.

U vezi sa podjelom pojave na podsisteme različitih nivoa treba posebno naglasiti da se ona mora vršiti vrlo smišljeno i oprezno, jer u slučaju loše podjele neće se moći mnogo novoga doznati. Npr. ako sa podjelom idemo preduboko, tj. ako kod podjele preskočimo nekoliko nivoa, možemo potpuno izgubiti vezu s osnovnom pojavom.

Analitičke metode se danas primjenjuju gotovo u svim naukama, naravno uz određene modifikacije. Npr. u ekonomiji se ne može uzeti neko preduzeće ili njegov reprezentativni dio i odnijeti u neki laboratorij, zato se u svrhu analize ekonomskih zakonitosti izabere jedno preduzeće – uzorak koji je na neki način prepoznatljiv za skup preduzeća. Za vrijeme promatranja preduzeća nastoji se eliminisati djelovanje slučajnih faktora, te se evidentira samo ono što je posljedica predviđenih uticaja.

### **1.2.2. Sistemske metode**

Bertalanffy je među prvima ukazao na to da postoje fenomeni i problemi na koje se ni opservacijske ni analitičke metode ne mogu uspješno primjeniti u naučnom istraživanju. On je uočio da su mnogi takvi problemi na području biologije. Biolog, prema njemu treba prvenstveno zanimati fenomen života, a da bi se taj fenomen mogao u potpunosti istražiti nisu

dovoljno dobre ni opservacijske ni analitičke metode. Npr. ako bi se neki biolog u proučavanju života nekog bića služio isključivo analitičkim metodama, pogotovo ako bi to učinio na primitivan način, on ne bi imao što proučavati jer bi fenomen koji bi ga trebao najviše zanimati, a to je život, uništio. Život je fenomen vezan za cjelinu bića i nema svoje sjedište samo u nekom dijelu bića nego je vezan za sve dijelove bića. Prema tome, ako bismo željeli proučavati život tako da bismo odabrali i odvojili jedan dio živog bića kao reprezentativni uzorak bića i na njemu vršili eksperimente ne bismo mogli mnogo saznati na osnovu rezultata takvih eksperimenata o životu tog bića. Budući da je Bertalanffy bio biolog nije čudno da je upravo on došao do takvog zaključka i da je na tu činjenicu skrenuo pažnju naučnoj javnosti. [3]

Fenomeni cjeline nisu značajni samo za biologiju već su oni prisutni i u gotovo svim drugim naukama, kao što su npr. društvene nauke, informacijske nauke, tehničke nauke itd. Oni su prisutni i kod prirodnih nauka, unatoč tome što se u njima najčešće koriste analitičke metode.

Problemi sa kojima se sadašnje nauke bave su već sada vrlo komplicirani i bivaju sve kompliciraniji. Isto tako sve je više problema koji se primjenom jedne nauke ne mogu riješiti, već je za njihovo rješavanje potrebno angažirati naučnike iz raznih naučnih disciplina čija se istraživanja međusobno prepliću, tako da je neophodno pronalaziti nove metode, pomoću kojih će se i najsloženiji problemi moći pojednostaviti i učiniti dostupnim organiziranom istraživanju i rješavanju. Odgovor na to pitanje trebaju dati systemske metode, a pronalaženje tih metoda treba biti jedan od glavnih zadataka istraživača teorije sistema.

Te metode moraju se osnivati na nekim opštim zakonitostima, tj. moraju vrijediti po mogućnosti za širu klasu problema, a ne samo za neki specifičan slučaj. U vezi s tim postavlja se pitanje koje su to opšte zakonitosti koje se javljaju u svim funkcionalnim cjelinama, tj. sistemima? Jako izražena zajednička osobina svih sistema je da se svojstva sistema ne mogu identificirati kao običan zbir svojstava sastavnih dijelova sistema. Sistem može imati takva svojstva koje ni jedan njegov sastavni dio promatran zasebno nema. Naravno, može postojati i takav sistem čija se svojstva mogu poklapati sa svojstvima nekog njegovog sastavnog dijela, ali to je specijalan slučaj koji ne može biti pravilo.

Prema tome, postavlja se pitanje: Šta je to što čini da se od različitih sastavnih dijelova stvara cjelina koja se razlikuje po svojim svojstvima od svojih sastavnih dijelova? Odgovor na to je *način povezivanja dijelova u sistem*, tj. struktura sistema. Prema tome, da bismo mogli otkriti svojstva i zakonitosti u sistemu moramo najveću pažnju posvetiti strukturi sistema, tj. odnosima i vezama unutar sistema i odnosima i vezama sistema sa njegovom okolinom. [3]

Struktura sistema se u mnogo slučajeva ne može neposredno promatrati na sistemu originalu, ali se ona može promatrati na prikladnom uzorku ili modelu. Prema tome, osnova većine systemskih metoda je stvaranje modela za stvarne sisteme i proučavanje zakonitosti pomoću eksperimentiranja sa modelom.

Model u teoriji sistema sa kojim se eksperimentiše nije dio nekog stvarnog sistema, kao što je to materijalni uzorak za eksperimentisanje kod analitičkih metoda, nego je to posebno zamišljeni ili pronađeni uzorak koji je po nečemu sličan originalu i koji ima svojstva pogodna za zamišljeno eksperimentisanje. Dakle, to nije fizički uzorak sistema originala, nego je najčešće zamišljen prikaz sistema čiji elementi, tj. sastavni dijelovi imaju zamišljena svojstva sastavnih dijelova sistema originala i njegove aktivne okoline.

Eksperimentisanje se izvodi tako da se mijenjaju pojedina svojstva aktivne okoline i elemenata sistema u skladu sa pretpostavljenom zakonitošću ponašanja elemenata, te se logičkom i



matematičkom analizom dolazi do rezultata. Samo iznimno se u teoriji sistema služimo fizičkim modelom i to najčešće u onom slučaju u kojem postoje dva fizička sistema, koji su po nečemu slični i od kojih svojstva jednoga vrlo dobro poznajemo. U tom slučaju poznati sistem može poslužiti kao model drugog, nedovoljno poznatog sistema.

U vezi sa svim naučnim metodama pa i sistemskim treba posebno napomenuti da ni jedna od njih NIJE univerzalna, tj. takva da bi uspješno rješavala sve probleme i bila prikladna za istraživanje bilo kojeg fenomena. Svaka od njih ima svoje područje primjene, tj. područje na kojem je ona uspješnija od drugih naučnih metoda, stoga naučnik i stručnjak treba znati primjenjivati razne metode u rješavanju konkretnog problema.

U načelu može se postaviti da su:

- opservacijske metode naročito prikladne za početna istraživanja na područjima koja su potpuno nova, tj. na onima koja do sada nisu bila predmet naučnog istraživanja;
- analitičke metode imaju prednosti kod istraživanja fenomena koji se mogu izdvojiti iz njihove prirodne okoline i kod istraživanja kod kojih se želi doznati od čega se neki fenomen sastoji;
- systemske metode imaju prednost kod istraživanja kod kojih se želi doznati šta uslovljava određeno ponašanje sistema, kako sistem funkcioniše odnosno kakva je uloga nekog sistema u određenoj okolini.

Bez obzira kako shvaćali teoriju sistema: kao skup naučnih metoda za rješavanje konkretnih problema ili stavljali naglasak na tumačenje raznih pojava, ona je prije svega nauka, tj. naučna disciplina koja nalazi svoju primjenu u raznim strukama, ali nije neka definisana struka.

Nauku, naučnu disciplinu treba shvatiti kao sakupljeno i sistematizirano znanje (naučne informacije) na određenom području, a naučne metode kao postupke pomoću kojih se to znanje stvara, sakuplja, upotrebljava i prenosi na druge.

## 2. SISTEMSKI PRISTUP

### 2.1. Pojam sistema

Analitički pristup u nauci teži stvaranju strogih definicija za razne pojave, pa tako i za sisteme. Postoji mnoštvo definicija šta je sistem, ali iz toga se može samo zaključiti da niti jedna nije dovoljno dobra. Neke od njih su: [9]

- Sistem je skup objekata zajedno s povezanošću između objekata i njihovih atributa (svojstava). (A.D. Hall)
- Svi objekti i procesi, ili još preciznije – sve ono za što na neki način možemo utvrditi stepen slobode, i to sve što može izgubiti stepen slobode, predstavlja sistem. Naprimjer, osoba, njezino ponašanje, atom, mozak, informacija, nacionalni dohodak, svjetlost zvijezde, meteorološki izvještaj, ukratko rečeno skoro se sve može nazvati sistemom u našem smislu, ako je samo data odgovarajuća definicija stepena slobode. (M. Toda)
- Svaka komunikacija unutar neke strukture može se označiti kao sistem. (Illetscho)
- Sistemom se može smatrati svaki skup činjenica, odnosa, ideja, načela ili sličnih skupova (komponenata) povezanih po određenoj koncepciji, a predstavlja zaokruženu, relativno neovisnu cjelinu. (S. Marjanović)
- Sistem se sastoji od skupa elemenata koji posjeduju određena svojstva, a nalaze se u nekakvom odnosu između sebe i s elementima nekog drugog sistema.

- Sistem je skup elemenata koji čine integralnu cjelinu u sklopu koje se vrše određene funkcije i postoji neka vrsta kontrole.
- Sistem obuhvaća cjelovitost ili kompleksnost elementa ili dijelova. On ima određenu strukturu, vrši određenu funkciju i daje ili prerađuje informacije.
- Pod pojmom sistema podrazumijevamo postojanje skupa objekata objedinjenih vezama između njih samih i njihovih svojstava. Pri tom objekti funkcioniraju u vremenu kao cjelina. Svaki objekt ili ćelija radi sa zajedničkim ciljem, koji stoji ispred sistema kao cjeline.

Koliko god se trudili usmjeriti pažnju na sveobuhvatnost pojma sistem upravo koristeći naglašavanje brojnih i različitih definicija, uočljivo je da čak i neznatan broj definicija koje smo naveli sadrži bitne pojmove koji se na gotovo identičan način ponavljaju u svakoj od njih. Skup elemenata ili dijelova, elementi ili dijelovi skupa, svojstva i jednih i drugih, njihova povezanost i međusobni uticaj te njihovo funkcioniranje.

Na isti način iz ovih definicija možemo izvući neke postavke koje bi se na isti način mogle primijeniti na različite sisteme, a to su da je svaki sistem dio svog okruženja i da je svaki sistem istovremeno okruženje za svoje podsisteme, a oni su opet sistemi sami za sebe. Međusobni odnosi i povezanost podsistema imaju za svrhu funkcioniranje sistema u cjelini, a intenzitet njihovih i pojedinačnih uticaja na njegovo funkcioniranje određuje nivo podsistema i tako oblikuje hijerarhijsku strukturu sistema.

Sistemski pristup navodi na sveobuhvatno sagledavanje svih bitnih elemenata pojma sistema a to su: [3]

- komponente sistema,
- granice sistema,
- struktura sistema,
- okolina sistema,
- veze sistema,
- cilj sistema,
- funkcije sistema i
- procesi.

**Komponente** su pojedini dijelovi sistema koje mogu dvojni karakter. Ukoliko se neka komponenta ne razlaže na jednostavnije dijelove, naziva se *element*. Ukoliko se neka komponenta razlaže na njene komponente, naziva se *podsystem*. Strogo gledano svaki se sistem sastoji od podsistema i ujedno je podsystem nekog nadsistema. Da li će u konkretnom slučaju neka komponenta biti element ili podsystem, stvar je procjene sa aspekta ostvarivanja ciljeva analize sistema.

**Granica** ograničava sistem. Sve izvan granice sistema je njegova okolina. Granice se s vremenom mogu mijenjati, a utvrđene su prirodno ili proizvoljno. Određivanje granice sistema se svodi na određivanje da li neka komponenta pripada sistemu ili njegovoj okolini. Da li je neki objekt, predmet ili pojava dio sistema ili pak pripada okolini sistema, određuje se temeljem odgovora na dva pitanja:

- Da li je posmatrani objekt ili pojava relevantna za sistem i njegovo funkcioniranje?
- Da li je posmatrani objekt ili pojava pod kontrolom sistema?

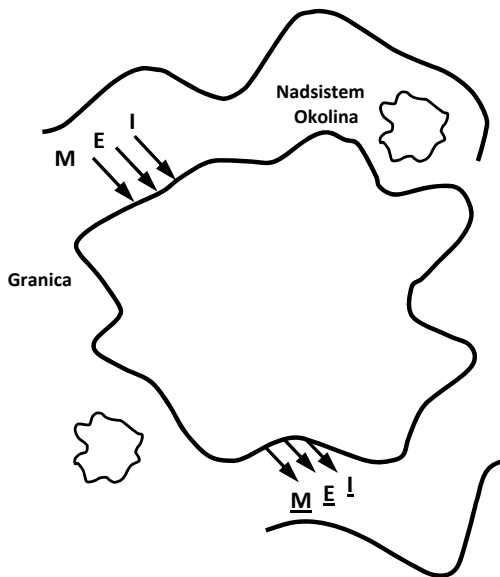
Ako je odgovor na oba pitanja potvrđan, onda se radi o komponenti koja je dio sistema, a u protivnom pripada okolini sistema. Ako je odgovor na oba pitanja negativan radi, se o objektu koji je nebitan i treba ga zanemariti u analizi sistema.

Na Slici 1. prikazan je konceptualni model sistema. Osim komponenti, granica i okoline označene su i veze među komponentama, te sistema s okolinom. Sve što se nalazi izvan granica sistema naziva se *okolina*.

**Strukturu** sistema čine komponente i veze među njima. Između pojedinih komponenti sistema veze se mogu uspostaviti neposredno ili preko trećih elemenata, a one mogu biti materijalne, energetske ili informacijske.

Sistem veze uspostavlja i sa svojom okolinom. S jedne strane materija, energija i informacije ulaze u sistem iz okoline, a s druge strane izlaze iz sistema u okolinu u izmijenjenom obliku. Materija dijelom izlazi izmijenjena ili transformirana kao dio ostvarivanja cilja sistema kojeg je postavila okolina. To su korisna dobra. Dio materije napušta sistem kao otpad i zagađuje okolinu. Energija je transformirana iz iskoristivog u neiskoristivi oblik i kao takva prelazi u okolinu, a informacije kojima je na ulazu okolina sistemu prenijela ciljeve i uslove, iz sistema izlaze kao informacije okolini o ispunjavanju postavljenih ciljeva.

Ulazi iz okoline nužni su preduslovi postojanja sistema i njima primarno upravlja okolina. Ako okolina ocjeni da sistem ne ispunjava postavljene ciljeve obustaviće pritezanje materije i energije koji su neophodni za funkcioniranje sistema i on će odumrijeti.

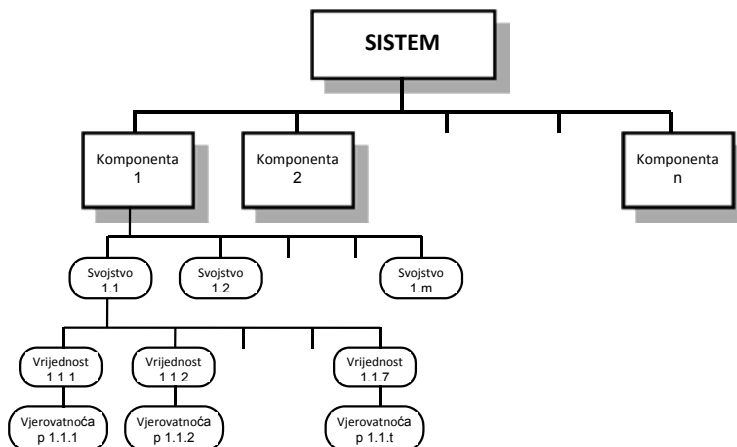


Slika 1. Konceptualni model sistema [10]

**Procesi** su način kojim sistem ispunjava svoje funkcije i ostvaruje ciljeve te su glavna osobina sistema. Stanje sistema određeno je skupom vrijednosti pojedinih svojstava komponenti sistema u određenom trenutku. U narednom trenutku promijenit će se neke od vrijednosti i sistem će prijeći u novo stanje. Vremenski slijed promjena stanja sistema naziva se proces. Ovisno o tipu sistema promjene se mogu dešavati glatko ili skokovito, pa govorimo o kontinuiranim ili diskretnim sistemima odnosno procesima. Na Slici 2. prikazana je dekompozicija stanja sistema do nivoa vjerojatnosti pojedinih vrijednosti u sistemu.

Na procese u sistemu utječe se upravljanjem, odnosno usmjerenim djelovanjem na varijable sistema, kako bi sistem prelazio iz jednog u neko drugo željeno stanje. Ako se sistemom ne upravlja, on s vremenom prirodno gubi kvalitativnu određenost i mogućnost ostvarivanja cilja,

odnosno raste neodređenost sistema čiji stupanj se iskazuje **entropijom**. Entropija je kvantitativna mjera neodređenosti, odnosno nereda u sistemu.



Slika 2. Dekompozicija stanja sistema [5]

### 2.1.1. Entropija

Temelj organizacijskog života skup je suprotnosti. Ljudske organizacije i sistemi uopšte pokazuju neprihvatanje bilo kakvog oblika nereda, neizvjesnosti, nepredvidljivosti i slučajnosti, ali je nepobitno da sklonost prema dezorganiziranosti i haotičnosti predstavlja njihovu urođenu težnju.

Funkcioniranje sistema nije ništa drugo do transformiranje njegovog položaja i veličine iz jednog stanja u drugo. Premda je cilj procesa transformiranja i kretanja sistema postizanje stanja stabilnosti, upravo tokom ovih procesa dolazi do pomjeranja sistema dalje od njegovog ravnotežnog stanja. Idealno ponašanje sistema jeste njegovo ponašanje u stanju ravnoteže, no stanje ravnoteže tek je jedno od mogućih stanja ponašanja sistema. [10]

Dalje, ukoliko sistem i postigne stanje stabilnosti, ono nije ni održivo, a ni konačno ili da pojednostavimo – gotovo svaki sistem u prirodi je u stanju određene nestabilnosti i ako se njegovo funkcioniranje ne reguliše, on brzo prelazi u stanje veće nestabilnosti.

Dodamo li da tamo gdje postoji sistem, postoji i entropija, došli smo možda do najvažnijeg uzroka pomjeranja sistema iz stanja njegove stabilnosti – entropije sistema. Većina teoretičara, a i teorija, slažu se oko definicije entropije samo u slučaju izoliranog sistema, i to je ono što nazivamo Drugim zakonom termodinamike, koji kaže da entropija izoliranog sistema tokom vremena stalno raste i približava se maksimumu. Bez obzira na nijekanja potpuno izoliranog sistema i različite definicije entropije zavisno o sistemu kojeg promatramo, upravo smo ukazali na najvažnije obilježje entropije – a to je da ona stalno raste. Obrnuti proces se nigdje i nikad ne javlja. Pod uticajem stalno rastuće entropije sistem prelazi u stanje manje vjerovatnoće, te je uopšteno entropija mjera nefunkcionalnosti, nereda i neodređenosti situacije u kojoj se sistem nalazi. Mjera entropije u statičkom sistemu bila bi stepen iskorištenosti kapaciteta sistema mjereno određenom vrstom energije, što znači da je entropija manja što je kapacitet statičkog sistema veći. [11]

U prvom redu, djelovanje entropije usmjereno je na odvlačenje sistema od njegovog stanja stabilnosti, što ga s vremenom sve više udaljava od prvobitnog cilja – opstanka sistema. Smanjenje entropije u sistemu moguće je postići njegovim stabilnim funkcioniranjem s tendencijom neprestanog razvoja, stoga najveću stabilnost imaju najrazvijeniji sistemi s automatskim funkcioniranjem.

Premda to veliki broj današnjih menadžera ne shvata, koncept entropije u poslovnom sistemu istovjetan je konceptu entropije u fizici; da ona raste s vremenom, da ju je nemoguće izbjeći ili ignorirati i da nekontrolirani nered u sistemu neizbježno vodi njegovom raspadu. Dokazi za to su svuda oko nas, firme koje se rađaju i nestaju u jednom danu, proizvodi koji dolaze na tržište i iščezavaju s njega puno brže nego ikad u prošlosti.

Postoje dvije vrste entropije koje ugrožavaju poslovanje: unutrašnja, karakterizira se porastom neproduktivne energije u poslovnom sistemu i vanjska entropija povezana s neredom i haosom koji vladaju na tržištu. Unutarnja entropija je posljedica djelovanja ljudi u samom sistemu, uglavnom onih koji su svoje napore usmjerili na pogrešne ciljeve. Smanjenje troškova, unapređenje organizacijske kulture, motiviranje ljudi i upravljanje promjenama, poslovne su strategije koje bi mogle utjecati na smanjenje entropije. Vanjska entropija raste ubrzano i inverzibilna je. Potrošači postaju nepredvidljivi, stvari koje su ranije bile stabilne danas su nestabilne, ono što je bilo izvjesno sada je neizvjesno, a promjene se dešavaju toliko brzo da sve postaje haotično – no to je već borba sa šokom budućnosti koji dolazi. [11]

## 2.2. Kibernetika

### 2.2.1. Pojam kibernetike

Kibernetika je nauka koja se bavi opštim zakonitostima upravljanja te oblikovanjem, prijenosom i obradom informacija u složenim, dinamičnim sistemima u cilju otkrivanja i modeliranja odgovarajućih načina upravljanja procesima u njima. [2,10]

Predmet istraživanja kibernetike su sistemi u kojima se odvija proces upravljanja. Ti sistemi mogu biti prirodni, društveni ili tehnički. Kibernetika proučava odnose i svojstva upravljačkih procesa u tim sistemima. Upravljački su procesi neposredno povezani s informacijskim procesima, odnosno s prikupljanjem, oblikovanjem, prijenosom, memorisanjem i obradom informacija. Pomoću informacija se nastoje izraziti opše zakonitosti upravljanja procesima u realnim sistemima. U daljnjoj fazi kibernetičkog istraživanja sistema posebna uloga pripada analognom zaključivanju. Prvo se istražuju komponente sistema, veze među njima, te se usporedbom spoznaja o više istraživanih sistema utvrđuju sličnosti među njima, a zatim se na temelju utvrđenih sličnosti analogno zaključuje o drugim osobinama istraživanog sistema. Zaključci se provjeravaju na odgovarajućim modelima, a zatim se primjenjuju u upravljanju konkretnim sistemima i procesima sa svrhom da se postignu optimalni rezultati. Neki od osnovnih ciljeva kibernetike su: [10]

- utvrđivanje principa ponašanja sistema,
- utvrđivanje uzroka i prirode ograničenja svojstvenih upravljanim sistemima,
- uspostavljanje temeljnih zakona upravljanja sistemima,
- omogućavanje praktične primjene teorijskih spoznaja.

Kibernetika se može tumačiti i kao vještina upravljanja, što je izvorno značenje grčkog korijena ove riječi. Za ostvarivanje svojih ciljeva kibernetika se oslanja na nekoliko teorijskih koncepta, a to su: [2]

- **Teorija komunikacija** obuhvaća teoriju znakova, teoriju informacija i teoriju kodiranja i nastoji istražiti i iskoristiti zakonitosti slanja, prijenosa, primanja i tumačenja prostorno

- i vremenski moduliranih signala;
- **Teorija algoritama** bavi se utvrđivanjem pravila za određivanje postupaka rješavanja složenih problema. Posebno područje teorije algoritama se odnosi na određivanje postupaka pri obradi podataka pomoću računara;
- **Teorija odlučivanja** omogućuje da se transformacijom informacija uz pomoć pravila odlučivanja između više alternativa odabere optimalna;
- **Teorija sistema** omogućila je stvaranje metoda i tehnika za potrebe analize kompleksnih sistema;
- **Teorija povratne veze** ima ključnu ulogu u istraživanju regulacije procesa, odnosno u praktičnim situacijama upravljanja složenim sistemima.

Upravo teorija povratne veze najbliže predstavlja srž sadržaja kibernetičkih istraživanja problema upravljanja sistemima.

### 2.2.2. Funkcioniranje i regulacija sistema

U dinamičkom sistemu uvijek postoje stanja ili tačke između kojih su nekakve manje ili veće potencijalne razlike. Pojava kretanja je u biti uzrokovana postojanjem tih potencijalnih razlika. Kretanje u terminima sistema drugi je naziv za njegovo funkcioniranje. Isto kao što čovjek kao biološki sistem živi sve do trenutka dok kroz njegovo tijelo prolaze toplotna, biohemijska, mehanička i ostala strujanja, tako i u svim ostalim sistemima kretanje – funkcioniranje jeste predušlov opstanka. Naprimjer, kroz jedan proizvodni sistem resursi (materijal, rad, energija, novac, znanje, informacija) su ti koji se kreću i bez čijeg kretanja nema ni samog sistema. Znači, prelazak iz jednog stanja i položaja u drugi i sve to iz jedne veličine u drugu jesu bit kretanja i život bilo kojeg sistema. Stabilnost ne znači nepokretnost.

Ulazne veličine sistema procesima transformacije prelaze u izlazne, željene veličine. Kako bi bili sigurni da će veličine na izlazu biti veličine koje smo htjeli i koje su nam potrebne i korisne, nužno je ne dozvoliti bilo kakva ozbiljnija ometanja funkcioniranja sistema kao i odstupanja izlaznih od željenih veličina. Odstupanja i poremećaji u funkcioniranju uglavnom se javljaju zbog utjecaja iz okruženja i to onih na koje sistem nije spreman odgovoriti, prihvatiti ih i upravljati s njima. Naglasimo i to da ponekad zbog prirode i složenosti vanjskih utjecaja na sistem to nije ni moguće bez obzira kakve mehanizme regulacije i upravljanja sistem posjeduje. S druge strane, neometano funkcioniranje samo teoretski dovodi sistem u stanje stabilnosti. Ako stihijsko funkcioniranje sistema prepustimo samo sebi pod utjecajem rastuće entropije koja se u tom slučaju uvijek javlja i uvijek raste, dolazi do pomjeranja sistema iz stabilnog u manje stabilna stanja. Dalje, iz svakodnevnog života znamo da kretanje između dvije temperaturne tačke s razlikom potencijala između njih traje do trenutka izjednačavanja tih razlika. Nakon njihovog izjednačavanja, odnosno nivelacije, kretanje prestaje. Stoga se javlja potreba za procesom koji bi u ovakvim slučajevima za cilj imao održavanje sistema u stabilnom stanju unutar dozvoljenih granica i neprestano obnavljanje potencijalne razlike između odgovarajućih komponenti.

Kontinuirano djelovanje sistema u smislu podešavanja njegovog funkcioniranja kao odgovora na smetnje, poremećaje i odstupanja na izlazu iz sistema, a sve u funkciji ostvarivanja željenog cilja i osiguranja njegovog kontinuiranog funkcionisanja naziva se regulacija funkcioniranja sistema. Podsystem koji reguliše funkcionisanje sistema naziva se regulatorom i komponenta je povratne veze.

### 2.2.2. Povratna veza – Kibernetički model sistema

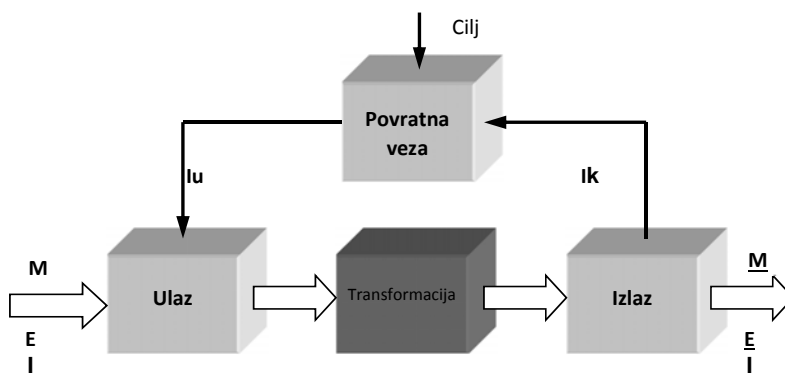
Povratna veza je obično izolirani sistem s pripadajućim podsistemima i elementima koji u ispunjavanju svoje zadaće koriste povratne informacije o odstupanju, smetnje, odgovarajuće intervencije i regulatore. Svrha povratne veze jeste reguliranje odstupanja koje se kao povratna informacija upućuje podsistemu za ispravljanje radi intervencije u funkcioniranju. Povratne informacije mogu nakon nekog vremena postati refleksne stoga što većina odstupanja kao i većina nepravilnosti uopšte tokom dužeg vremenskog perioda kad – tad pokaže određenu pravilnost pomoću koje ih je moguće predvidjeti i s njima upravljati. Uopšte, povratna veza je temeljna jedinica dinamike sistema, poput riječi u jeziku ili broja u matematici. [3]

U modeliranju sistema kibernetika polazi od načela opšte teorije sistema, koja sistem predstavlja kao transformaciju ulaznih u izlazne veličine pri čemu je presudno svojstvo regulacije sistema. Na Slici 3. prikazan je dijagram kibernetičkog modela sistema. Već su ranije razmotreni materijalni, energetska i informacijski tokovi na transformacijskoj razini sistema. Ovdje treba posebnu pozornost obratiti na dio dijagrama koji predstavlja povratnu vezu. [5]

Prva stvar koju treba uočiti je da je povratna veza isključivo informacijskog karaktera. Naziv povratna je određen je činjenicom da se informacijski tok kreće od izlaza ka ulazu sistema, dakle u suprotnom smjeru od osnovnih transformacijskih tokova. Pri tome se pod izlazom sistema u kontekstu povratne veze podrazumijeva bilo koja tačka sistema u kojoj se mogu dobiti informacije o stanju sistema, a pod ulazom sistema se podrazumijevaju tačke sistema u kojima je moguće djelovati na promjenu ponašanja sistema. U skladu s tim informacije s izlaza sistema nazivaju se kontrolne, a one na ulazu sistema nazivaju se upravljačke.

S obzirom na cilj upravljanja sistemom, odnosno prema vrsti upravljačkih aktivnosti razlikuju se dva tipa povratne veze: [5]

- negativna povratna veza i
- pozitivna povratna veza.



Slika 3. Kibernetički model sistema

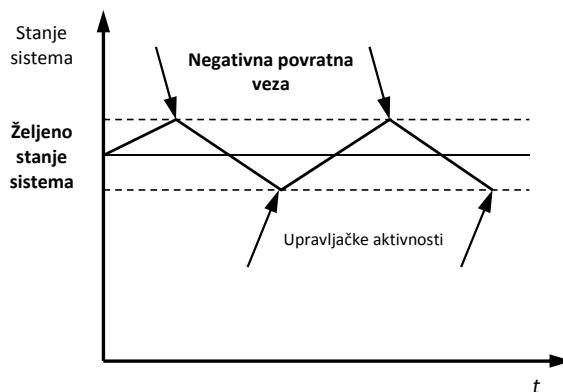
#### 2.2.2.1. Negativna povratna veza

Atribut negativna nema nikakvo kvalitativno značenje u smislu da je to loše za sistem. Radi se isključivo o oznaci predznaka upravljačkih aktivnosti u odnosu na smjer ili trend promjena u sistemu. Upravljački koncept negativne povratne veze se koristi kada se sistem nastoji održati u nekom željenom stanju. Sistemi, koji ostvaruju postavljene ciljeve, nalaze se u stanju labilne

ravnoteže, odnosno zbog različitih nepoželjnih utjecaja i smetnji, sistem bi se počeo kretati ka stabilnom stanju ako se to ne spriječi. Mehanizam koji to spriječava je upravljanje.

Željeno stanje sistema se definiše preko potrebnih parametara u kontrolnom elementu. Pomoću senzora se izlazima sistema prikupljaju informacije o stvarnom stanju sistema, te se šalju u kontrolni mehanizam i tamo uspoređuju s postavljenim parametrima. Ako se javlja odstupanje željenih i stvarnih vrijednosti stanja sistema, kontrolni mehanizam šalje upravljačke informacije na ulaz sistema koje imaju za cilj poduzimanje upravljačkih aktivnosti koje trebaju otkloniti nastalo odstupanje i vratiti sistem u željeno stanje. Odstupanje se može otkloniti ako upravljačka aktivnost ima suprotan smjer od smjera ili trenda promjena u sistemu. Upravo zbog tog suprotnog smjera upravljačkih aktivnosti ovaj tip povratne veze ima atribut negativna. [7]

Osim parametra o željenom stanju sistema u realnim situacijama se specificiraju i dopuštena odstupanja koja se toleriraju, odnosno smatra se da je sistem u željenom stanju ako se nalazi unutar dopuštenih odstupanja. Na Slici 4. ilustriran je primjer funkcioniranja negativne povratne veze u kome se stanje sistema kreće unutar dozvoljenih granica, jer upravljačke aktivnosti korigiraju smjer promjena stanja sistema.



Slika 4. Funkcionisanje negativne povratne veze [5]

Primjera negativne povratne veze ima bezbroj, od svakodnevnog života do sofisticiranih tehničkih sistema, od održavanje tjelesne temperature, vožnje bicikla ili automobila, tržišta do populacije živih organizama.

U ovom slučaju najprimjereno je negativnu povratnu vezu pokazati na primjeru upravljanja zalihama materijala na skladištu proizvodnog preduzeća. Zbog neometanja proizvodnog procesa uobičajava se definisati optimalni nivo zaliha materijala na skladištu. Zbog diskretnosti, skokovitosti, potrošnje i sistema nabave materijala dodatno se definiraju minimalne i maksimalne zalihe materijala koje ograničavaju dopušteno stanje zaliha. Zbog procesa proizvodnje i utroška materijala stanje zaliha se smanjuje. Kada sistem upravljanja zalihama detektira da su zalihe smanjene na minimalno propisane kreira se upravljačka informacija na osnovu koje se poduzima nabavka novih količina materijala od dobavljača, pa nakon isporuka stanje zaliha počinje rasti. Kada pak zalihe dostignu maksimalno dopuštene vrijednosti, upravljačka informacija će uvjetovati prestanak daljnje nabavke, nakon čega će stanje zaliha ponovo opadati, a upravljački ciklus se stalno ponavlja.



### 2.2.2.2. Pozitivna povratna veza

Pozitivna povratna veza je jednostavniji slučaj jer je na neki način prirodna za ponašanje sistema u uslovima bez ograničenja. Tipična je za objašnjenje fenomena rasta sistema. Primjeri koji su ranije spominjani od informacijske krize do pokazatelja civilizacijskog razvitka su primjeri djelovanja pozitivne povratne veze. Krivulja, koja opisuje ovakav tip ponašanja sistema ima karakteristični eksponencijalni oblik. Na Slici 5. ilustrirano je kako do toga dolazi.



Slika 5. Funkcionisanje pozitivne povratne veze [5]

Analogno objašnjenju negativne povratne veze, vrijedi objašnjenje pozitivne. Atribut pozitivna ne mora značiti ništa dobro za sistem. Zapravo, vrlo često je pozitivna povratna veza mehanizam ubrzanog odumiranja sistema. Povratna veza je pozitivna jer upravljačke aktivnosti imaju isti smjer kao i promjene sistema, te ubrzavaju započete promjene. Ovisno o započetom trendu promjena ova veza može biti dobra ili loša za sistem. [5]

Kako je već rečeno ovaj oblik ponašanja sistema pretpostavlja nepostojanje ograničenja, što je realno u konačnom vremenskom intervalu. Nakon toga nastupaju kontrolni mehanizmi okoline, koja će svojom negativnom povratnom vezom nastojati zadržati ravnotežu utječući na svoje podsisteme.

### 2.2.3. Indirektna povratna veza

Opisani primjeri predstavljaju direktne povratne veze jer se ostvaruju na razini jednog sistema. Nisu rijetke situacije kada više sistema ima zajednički cilj. Mogu se tretirati i kao podsistemi, gdje su izlazi jednog ulazi drugog sistema odnosno podsistema, pa ih se naziva zavisnim sistemima. Stepenn povezanosti se može mjeriti udjelom izlaza jednog sistema u ulazu drugog. Ovo je posebno važno pri razmatranju slučaja kada poremećaj jednog sistema neposredno vodi ka problemima drugog. Ovo se odražava i na kontrolne mehanizme koji moraju spriječiti međusobne negativne utjecaje. Koncept povratne veze ovdje se primjenjuje povezivanjem izlaza jednog s ulazom drugog sistema što se naziva indirektna povratna veza, a s ciljem optimalnog upravljanja cijelim sistemom.

## 2.3. Sistemska analiza

### 2.3.1. Klasifikacija sistema

Jedan od prvih vidova analize sistema je njihova klasifikacija. Ne postoji jedinstvena metodologija podjele sistema na različite vrste, već se temeljem nekih bitnih kriterija ocjenjuju osobine sistema i po tome ih se svrstava u pojedinu kategoriju. Već iz Opše teorije sistema, te definicije i ciljeva sistema jasno je da sisteme možemo grupisati na mnogo načina i da ni jedan nije pogrešan. Nerijetko se dešava da jedan konkretan sistem može ravnopravno pripadati različitim grupacijama, a s druge strane jednom te istom sistemu može istovremeno pripojiti različite grupacijske nazive, ovisno o autorima za čije se podjele odlučimo. Bogata literaturna građa nudi jako mnogo pristupa pri klasifikaciji sistema, međutim sve te podjele orijentisane k razmišljanjima njihovih autora u biti možemo vezati za osnovna načela prema kojima se razlikuju, a to su: [2,3,10]

- a) načelo vezivanja sistema i njegovog okruženja,
- b) načelo transformiranja sistema u vremenu,
- c) načelo stabilnosti sistema,
- d) načelo ponašanja sistema,
- e) načelo složenosti veza sistema,
- f) načelo oblika postojanja sistema i
- g) načelo unutarnje strukture sistema.

Treba dodati da se podjele sistema od strane određenih autora temelje na pojedinačno pobrojanim načelima ili kombinaciji više njih.

### Otvoreni i zatvoreni sistemi

S obzirom na povezanost i međudjelovanja strukture sistema i njegovog okruženja možemo razlikovati:

1. zatvorene sisteme i
2. otvorene sisteme.

**Zatvoreni sistemi** teoretski nemaju veze sa svojim okruženjem niti kao cjeline, niti se neki od njihovih podsistema ili elemenata na bilo koji način nalazi u međudjelovanju s okruženjem sistema. Ukoliko i postoji neka određena veza takvog sistema s vanjskim svijetom, a uvijek mora postojati bar neka, onda njen intenzitet ni veličina nisu u mjeri potrebnoj da bi funkcioniranje sistema o njoj ovisilo. Razloge za nepostojanje bilo kakve razmjene s okruženjem kod zatvorenih sistema treba shvatiti u kontekstu njihovih specifičnih ciljeva. Da bi zadovoljili te ciljeve i uopšte opstali, ovi sistemi odnose između svojih podsistema i njihovih elemenata sami nadgledaju i njima sami upravljaju u skladu sa svojim unutrašnjim zakonima. [5]

Jedan vid ovakvih sistema, nazovimo ih djelimično zatvorenim, po osiguranju svog opstanka ulaze u proces evolucije i unapređenja što im je nemoguće postići bez uzimanja od okruženja i davanja svom okruženju što znači da oni usporedo s procesom razvoja iz kategorije zatvorenih prelaze u kategoriju otvorenih sistema. U prirodi, potpuno zatvoreni sistemi gotovo da ne postoje i skoro je nemoguće pronaći pojavu, zbivanje ili stvar koja je apsolutno neovisna o svijetu koji je okružuje.

**Otvoreni sistemi** su svi sistemi povezani sa svojim okruženjem s podsystemima i elementima u međudjelovanju ne samo sa svojim okruženjem već i s okruženjem svog okruženja. Kako bi opstali i opravdali svoje postojanje, ovi sistemi uzimaju od okruženja i predaju svoje inpute okruženju. Ta razmjena s okruženjem, bilo da je materijalna, energetska ili informacijska, trajne je prirode dok su njeni oblici, veličina i intezitet promjenjivi. Zbog uticaja, zahtjeva i ograničenja koje okruženje daje u vremenu, otvoreni sistemi neprestano mijenjaju svoja svojstva i obilježja. [10]

Primjer otvorenog sistema je poslovni sistem s nužnim vezivanjem s procesima, pojavama i sistemima – snagama svog okruženja. Posljedica je da nadzor i upravljanje poslovnim sistemom nije samo njegova interna stvar neovisna o zbivanjima oko njega. Stoga kod analize i proučavanja djelovanja ovakvih sistema nezaobilazan element čini neprekidna analiza njegovog okruženja kao izvora mogućih promjena svojstava, ponašanja i stabilnosti poslovnog sistema. Svi prostori koje smo smjestili u konačne kako bismo ih proučili i shvatili, u biti su otvoreni sistemi. [10]

### **Statički i dinamički sistemi**

Načelo transformisanja sistema u vremenu i podložnost promjenama otvara mogućnost podjele sistema na:

1. statičke sisteme i
2. dinamičke sisteme.

**Statički sistemi** odolijevaju bilo kakvim značajnijim promjenama svoje strukture i svojstava tokom vremena. Često ih nazivamo sistemima koji ne funkcioniraju ili mrtvim sistemima, koji doduše predstavljaju skladnu cjelinu svojih elemenata, no bez ikakvog djelovanja i utjecaja između tih elemenata koji bi doveli do promjena svojstava takvog sistema. S druge strane, promjene su imperativ svemu oko nas i uvijek postoje, samo su ponekad u tolikoj mjeri usporene da ih zanemarujemo i kažemo da one teorijski ne postoje. Stoga sistemi u kojima se ništa ne događa jesu teoretski sistemi i slično kao i zatvoreni sistemi, gotovo ne postoje, jer priroda niti poznaje niti dopušta apsolutnu statičnost. [10]

**Dinamički sistem** – Govoreći o zaokretima, koje je kibernetika uvela u proučavanje sistema, rekli smo da je jedno od njenih najvećih postignuća uvođenje dinamičnosti kao nezaobilazne dimenzije u proučavanje ponašanja sistema. To je razlog što su raniji teoretičari sistema dinamičke sisteme nazivali kibernetiskim. Dinamičnost u svojoj najjednostavnijoj definiciji znači promjenu u vremenu. Dinamičan sistem dakle živi, a procesi koji se dešavaju unutar njega samog ili u njegovom okruženju mijenjaju njegova stanja i ponašanje tokom vremena. Promjene su neprestane kako su neprestani i elementi okruženja koji se vezuju, ulaze i djeluju na dinamički sistem, mijenjaju se i ponovo izlaze iz sistema.

Struktura sistema mijenja se u smislu neprekidne evolucije njegovih elemenata, a taj proces nije uvijek pod nadzorom i nije uvijek upravljani od strane samog sistema što u njega unosi nekad manje, nekad više izraženu nestabilnost u funkcioniranju i ponašanju. Da bi u takvim uslovima sistem opstao i razvijao se, nužno je njegovo neprestano prilagođavanje promjenama, njihovo predviđanje i kao najuspješniju protumjeru – njegovo učinkovito upravljanje tim promjenama. [10]

Naglašavam kako se ne tako davno smatralo da je borba s promjenama djelotvoran način opstanka bilo kojeg sistema, no svijet današnjice traži ne borbu protiv promjena, već svjesno

planirano okretanje negativnih promjena u pozitivne, odnosno promjene koje nazivamo iznenada pruženim povoljnim mogućnostima.

Za razliku od bilo kojeg biološkog sistema koji je po svojoj prirodi dinamičan, sistem koji je djelo ljudskog planiranja i potreba – poslovni sistem, jedan je od najdinamičnijih sistema uopšte. Razlog – naprimjer samo jedan trenutak negativne promjene u radu neke od većih svjetskih berzi rezultira potpunim gašenjem niza velikih poslovnih sistema zavisnih o finansijskim, transakcijama te berze i to za manje od trenutka u kom se ona slomila. Apsurd je što to čak ne bismo mogli nazvati promjenom strukture ili ponašanja, već je potpuna promjena svrhe sistema ili drugim riječima, on više ne postoji.

### **Stabilni, labilni i indiferentni sistemi**

Prema načelu stabilnosti sistema u kombinaciji s načelom vremenske transformacije, sisteme možemo razvrstati na:

1. stabilne sisteme,
2. labilne sisteme i
3. indiferentne (kvazistabilne) sisteme.

Stabilnost = Mali uzroci daju male posljedice

Nestabilnost = Mali uzroci daju velike posljedice

**Stabilan sistem** je sistem koji tokom vremena posjeduje sposobnost vraćanja u ravnotežno stanje nakon što je jednom iz njega pomjeren pod utjecajem nekog poremećaja. Svaki sistem pod utjecajem entropije kao nezaobilazne prirodne pojave ima konstantno rastuću tendenciju bježanja iz svog stanja potpune stabilnosti. Stoga stabilnost sistema ni u kom slučaju nije njegovo trajno obilježje.

U stvarnosti ne postoje sistemi koji se ne pomjeraju iz svog ravnotežnog stanja, no cilj je da ta pomjeranja ostanu unutar dozvoljenih granica koje neće ugroziti stabilnost sistema. Te bi dozvoljene nestabilnosti morale dozvoliti sistemu povratak u stanje ravnoteže, a sve iza tih granica može odvesti sistem u stanje nepopravljive nestabilnosti. U procesu funkcioniranja sistema putem njegovog upravljačkog podsistema, moguće je regulacijom u većoj mjeri utjecati na njegovu što dugoročniju i kontroliranu stabilnost. [5]

**Labilan sistem** je zbog svoje nemogućnosti samostalnog povratka u ravnotežno stanje nakon što je jedanput iz njega pomjeren obično bez neke određene svrhe. Razlog njegove sklonosti bježanja iz stanja stabilnosti je njegova velika osjetljivost na utjecaje i poremećaje koji dolaze iz okruženja. [5] Međutim, upravo ta izražena osjetljivost i jeste razlog njihove djelotvorne upotrebe kao svrhovitog dijela nekih drugih većih sistema, koji su u stanju vraćati ga u stabilno stanje nakon što obavi svoju funkciju.

**Indiferentan sistem ili kvazistabilni sistem** je sistem u kojem je entropija zastupljena u enormno visokoj mjeri. Pod dejstvom entropije, koja je uvijek jača od eventualnih pozitivnih utjecaja iz okruženja, ovaj sistem na prvi pogled, djeluje poprilično neosjetljivim i prividno stabilnim. U stvarnosti stabilno stanje sa stajališta ovakvog sistema je ono stanje u kojem se zatekne, međutim za njegovo okruženje ovakvo stanje nestabilnosti vrlo je neodređeno.

### **Determinirani i stohastički sistemi**

Prema načelu ponašanja sistema poznati teoretičar sistema S. Beer podijelio je sisteme na:

1. determinirane sisteme i
2. stohastičke sisteme.

**Determinirani (određeni) sistem** je sistem čije je ponašanje tačno određeno i poznato. Iako ovako definirani sistemi zbog svoje određenosti otvaraju velike mogućnosti predviđanja njihovog budućeg ponašanja, što olakšava njihovo funkcioniranje i upravljačke procese, potpuno determiniranih sistema u prirodi nema. Ponovno je entropija ta koja samim svojim postojanjem ne dozvoljava apsolutnu određenost. U praksi se stoga uvodi pojam ograničene određenosti ili područja unutar kojeg se sistem približava teoretskom determiniranom modelu.

**Stohastički ili probablistički sistemi** su sistemi koji s vremenom postižu stanje i ponašanje koje možemo predvidjeti uz određen nivo vjerovatnoće. Stohastički sistemi obično nastaju iz determiniranih sistema ako se njihova unutarnja struktura promijeni iz razloga koji imaju određeni stepen vjerovatnoće ili su uticaji koji dolaze iz okruženja na neki način vjerojatni, stohastički. Obje ove vjerovatnoće imaju određene granice između kojih se sistem kreće, iza granice maksimalne neodređenosti nalazi se entropija, iza granice maksimalne određenosti nalazi se utopija. Zaključak je jednostavan – nema potpuno stohastičkih sistema. [10]

Okruženje najvećeg broja poslovnih sistema u svijetu danas mogli bismo drugim imenom nazvati neizvjesnost. U uslovima tako izraženog nepoznavanja onog što nam dolazi iznenada ili slučajno, mogućnost da ćemo na načelu vjerovatnoće "pogoditi" rješenje našeg problema ili donijeti odluku koja će se s vremenom pokazati kao ispravna, neznatna je i varljiva.

Stoga nije ni čudo da se danas informacija podiže na nivo najvrijednijeg resursa i da mi u stvari živimo u informacijskom društvu (dobu). Kako je informacija uopšte lijek za smanjenje entropije, tako se i svako osiguranje informacija može smatrati djelotvornim načinom za smanjenje stohastičnosti sistema, odnosno potrebe da na temelju nestabilne vjerovatnoće određujemo moguće ponašanje sistema. [5]

### **Jednostavni, složeni i vrlo složeni sistemi**

Načelo složenosti veza sistema dalo je podjelu sistema čiji je tvorac također S. Beer. Tako imamo:

1. jednostavne sisteme,
2. složene sisteme i
3. vrlo složene sisteme.

**Jednostavni sistemi** – Da bi stekli ovaj naziv, moraju imati jedan ulaz i jedan izlaz, odnosno dva stanja između kojih se mora nalaziti barem jedan proces transformacije. Kako imaju ovako mali broj elemenata, struktura im je vrlo jednostavna. Primjer takvog sistema je najobičniji prekidač. [10]

**Složeni sistemi** posjeduju veći broj elemenata što nužno vodi većem broju veza među njima i usložnjava strukturu sistema. Složeni sistem je primjerice poslovni sistem.

**Vrlo složeni sistemi** su sistemi čija struktura ima probablistička svojstva iz razloga prevelike složenosti njihove strukture koja ne dozvoljava veći nivo određenosti njihovog ponašanja. Primjer vrlo složenog sistema je privreda jedne zemlje.

## Realni i apstraktni sistemi

Prema Kynu i Pelikanu u skladu s načelom oblika postojanja sistema, dobije se vrlo zanimljiva podjela na:

1. apstraktne sisteme i
2. realne ili konkretne sisteme.

**Apstraktni sistem** najjednostavnije rečeno jeste sistem koji postoji jedino u našim mislima, odnosno materijalna slika ovih sistema je ljudska misao. Obično nastaju kao matematičko-logičke apstrakcije i kao takvi nisu nikakva stvarna pojava.

**Realni sistem** je nasuprot apstraktnom realni objekt i realna pojava sastavljena od realnih elemenata. Mogu biti prirodni, koji nisu ljudska tvorevina, pa im ljudi nisu neophodni ni pri njihovom djelovanju i umjetni koji su plod ljudskog stvaralaštva ili su proistekli iz nekih drugih umjetnih sistema. Primjer umjetnog sistema je pravni sistem jedne zemlje.

Osim ovih podjela mogu se susresti i sljedeće:

**Sistemi sa i bez cilja** – Prema sistemskoj teoriji sistem ima smisla samo ako ima cilj. Ciljeve postavlja okolina, a sistem nastaje da bi ispunio postavljeni cilj i traje dok ispunjava te ciljeve. Ako nema cilja nema niti sistema pa su sistemi bez cilja klasifikacijska kategorija. Ukoliko cilj prestane vrijediti, sistem gubi smisao postojanja, odumire ili se prilagođava novim ciljevima.

**Mehanički i organizmični sistemi** – Strogo slijedeći sistemsku teoriju sistemi su organizmični, tj. gube svoja temeljna svojstva ako im se odstrani neki od bitnih podsistema. Nasuprot tome mehanički sistemi zadržavaju svoja svojstva i kada im se odstrani neki njihov dio. Veliki zagovornik ove podjele je između ostalih i Isak Adižes. [13]

**Apstraktni, materijalni i socijalni sistemi** – U apstraktnom sistemu strukturu čine pojmovi međusobno povezani definicijama, aksiomima ili zahtjevima. U materijalnom sistemu komponente su fizički objekti, dok su komponente socijalnog sistema ljudi. Vrlo česta pojava su mješoviti sistemi.

### 2.3.2. Osnovna načela i zadaci systemske analize

Kao što smo ranije rekli, systemska analiza je heuristička metoda pomoću koje se prvo istražuju nepoznati elementi, odnosi i načini ponašanja nekog sistema u smislu sukcesivne spoznaje problema. Ona predstavlja strategiju postupnog determiniranja sistema koji valja objasniti ili oblikovati, a kod čega se uzimaju u obzir međuzavisnosti dijelova sistema.

Objekt istraživanja promatra se u njegovoj cjelovitosti i dinamičnosti, te u uzajamnoj povezanosti i zavisnosti s objektima iz okoline. Odgovarajuća djelotvornost i pouzdanost upravljačkih procesa može se ostvariti na različite načine.

Osnovna načela primjene postupka systemske analize okarakterizirana su sljedećim: [3]

- najprije istražuje sistem kao cjelinu, njegove ciljeve, funkcije i veze s okolinom,
- unutrašnja organizacija sistema, njegova struktura i veze među komponentama se istražuju nakon spoznaje sistema kao cjeline,
- zakonitosti rada sistema, djelotvornost i pouzdanost istražuju se i koncipiraju nakon spoznaje unutrašnje organizacije sistema i njihovih veza s okolinom.

Djelotvornost sistema mjeri se bonitetom izvršavanja postavljenih zadataka, pa se mora poći od pretpostavke da je djelotvornost ovisna o nizu ograničenja. Ta se ograničenja javljaju kao vanjske i unutrašnje varijable. Da bi se moglo utjecati na unutrašnje varijable, valja ih odgovarajuće istražiti. Istraživanje unutrašnje organizacije sistema trebalo bi utvrditi: [11]

- funkcije objekta upravljanja,
- koje varijable i na koji način djeluju na objekt upravljanja,
- kakva je struktura objekta upravljanja,
- kakve veze postoje između elemenata objekta upravljanja,
- funkcije subjekta upravljanja itd.

Osnovne zadaće systemske analize jesu određivanje: [11]

- obilježja elemenata koja tvore sistem,
- oblika i načina opisivanja elemenata sistema,
- relacija između pojedinih obilježja elemenata sistema,
- oblika pogodnog za prikazivanje i razmatranje međuzavisnosti elemenata,
- obilježja okruženja koja utječu na funkcioniranje sistema i
- veličine i intenziteta uticaja iz okruženja na ponašanje sistema.

### 2.3.3. *Svojstva systemske analize*

Systemska analiza kao systemska metoda odražava osnovne postavke systemskog pristupa i opšte teorije sistema. Njena osnovna svojstva su da je: [5]

- **teleološka**, jer uvijek polazi od definiranja cilja. Tokom cijelog postupka istraživanja uvijek se na umu mora imati postavljeni cilj, raditi samo ono što je u skladu sa postavljenim ciljem, te provjeravati da li su ostvareni rezultati u skladu sa postavljenim ciljem;
- **holistička**, jer uvijek posmatra sistem kao cjelinu, pa i kada istražuje pojedine njegove dijelove. Ne posmatraju se samo pojedine osobine, već sve što se smatra relevantno za istraživani problem;
- **heuristična**, jer se ne temelji na algoritamskim metodama, već primarno na znanju i iskustvu istraživača, posebice o iskustvu na rješavanju sličnih problema. To ne znači odsutnost bilo kakve metode, ali ona ne garantira uspjeh, već samo smanjuje mogućnost neuspjeha. Nasuprot heurističkih metoda stoje algoritamske metode koje su podobne za rješavanje strukturiranih problema, sadrže stroga pravila rješavanja problema te garantiraju rješenje u konačnom broju koraka ili dokazuju nerješivost problema. Predmet systemske analize su u pravilu nestrukturirani ili slabo strukturirani problemi što uslovljava i način njihovog rješavanja;
- **sukcesivna**, jer se problem spoznaje postupno, a saznanja o problemu stečena tokom istraživanja se koriste u daljnjem istraživanju;
- **fazna**, što znači da je postupak podijeljen u više koraka ili faza koji su vremenski pomaknuti. Nakon okončanja svake faze treba ustanoviti da li su rezultati istraživanja u skladu s postavljenim ciljevima i potrebama. Ukoliko su rezultati u skladu s očekivanjima može se preći na sljedeću fazu. U protivnom treba donijeti odluku da li:
  - ponoviti jednu ili više prethodnih faza,
  - redefinisati postavljene ciljeve,

- prekinuti istraživanje;
- **iterativna**, zbog potrebe vraćanja na prethodne i ponavljanja pojedinih faza. Naime neuspjeh pojedine faze ne znači i neuspjeh cijelog istraživanja, odnosno sama metoda predviđa tu mogućnost te se ne smatra bitnom pogreškom. Drugo je pitanje kvalitete i učinkovitosti i efikasnosti istraživanja;
- **Ekvifinalitetna**, jer se postavljeni cilj može ostvariti na više različitih načina. Putovi ostvarenja ciljeva se mogu razlikovati po kvalitetu i efikasnosti što je drugi stupanj ocjene uspješnosti provedenog istraživanja, kada je cilj ostvaren. To je ujedno odraz heurističnosti metode, jer će iskusniji i sposobniji istraživači pronaći bolja rješenja, u kraćem vremenu i uz manji utrošak ostalih resursa.

#### **2.3.4. Faze sistemske analize**

Uobičajene faze sistemske analize s osnovnim aktivnostima koje se obavljaju u pojedinoj fazi pri izgradnji složenih sistema su: [5]

##### **1. Prethodno istraživanje**

- Identifikacija problema,
- Postavljanje ciljeva,
- Razgraničenje sistema,

##### **2. Istraživanje i analiza postojećeg sistema**

- Snimanje postojećeg stanja,
- Prikaz kvantitativnih podataka,
- Analiza troškova,

##### **3. Izrada koncepta novog rješenja**

- Analiza mogućih rješenja,
- Izrada konceptualnog modela,
- Ocjena modela,

##### **4. Detaljna razrada novog rješenja**

- Utvrđivanje detaljne strukture sistema,
- Utvrđivanje detaljne strukture procesa,
- Izrada organizacijskih uputa,

##### **5. Izgradnja novog sistema**

- Izgradnja pojedinih dijelova sistema,
- Nabavka opreme,
- Obuka,

##### **6. Provjera novog sistema**

- Pojedinačni test,
- Globalni test,
- Provjera performansi,

##### **7. Uvođenje novog sistema**

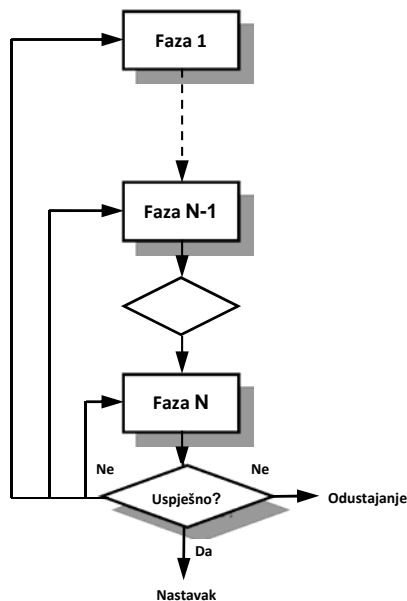
- Organizacijske promjene,
- Kadrovske promjene,
- Tehnološke promjene,



## 8. Ocjena rada sistema

- Ocjena učinkovitosti,
- Ocjena efikasnosti,
- Ocjena isplativosti.

Već je spomenuto da se nakon svake faze systemske analize mora ocijeniti uspješnost provedenog postupka, što je ovdje ilustrirano na Slici 6. [5]



Slika 6. Odlučivanje o uspješnosti provedenog postupka

## 2.4. ORGANIZACIJA KAO SISTEM

### 2.4.1. Teorija organizacije

Pojam organizacije ima više značenja. Osnovno značenje tog pojma odnosi se na uređenje odnosa unutar sistema koji osiguravaju ispunjavanje njegovog cilja. Pojam organizacije odnosi se i na sistem u kome sudjeluju ljudi, koji se organiziraju da bi ostvarili cilj sistema, a time i svoje ciljeve. S mikroekonomskog aspekta najvažniji su poslovni sistemi ili poduzeća, odnosno poslovne organizacije. Teorije, mišljenja i načini kako uspostaviti najbolju organizaciju sistema vremenom se mijenjaju i razvijaju. Slijede kratke naznake o nekim najpoznatijim teorijama organizacije.

**Klasična teorija organizacije** polazila je od postavke da su ljudi produžetak mašina i da je ljudska proizvodnost prvenstveno ovisi o njihovim kapacitetima, brzini rada itd. Najvažnija dostignuća klasične organizacijske teorije su: [5]

- racionalizacija rada;
- podjela organizacije na pojedine poslovne funkcije,
- izgradnja hijerarhijskih organizacijskih struktura i
- princip podjele poslova između funkcija u organizaciji.

**Neoklasična teorija organizacije** u žarište svoga interesa stavlja individualno i grupno ponašanje ljudi u organizaciji. Ona predstavlja reakciju na mehanicistički pristup čovjeku, a njezina dostignuća su:

- psihološki motivirana podjela rada,
- specijalizacija i
- obogaćenje i proširenje radnih zadataka.

**Moderna organizacijska teorija** stavila je težište na ispitivanje ljudskog ponašanja u organizacijskim strukturama, a s druge strane na kvantitativne metode i modele organizacije kao sistema.

**Rani sistemski pristup** karakteriziran je oduševljenjem s kibernetikom. Glavni nedostatak mu je kruta primjena kibernetičkih modela sistema s povratnom vezom koji ne uvažavaju neke, prije svega psihološke, ljudske osobine.

**Moderni sistemski pristup** ističe složenost organizacije kao sistema, njezinu tijesnu povezanost s okolinom i posebno naglašava da je organizacija komunikacijska mreža u kojoj pojedinci i grupe razmjenjuju informacije.

Jedna od najvažnijih dilema systemske teorije organizacije je problem odnosa strukture i procesa. Pod strukturom se podrazumijeva stepen formalnih veza i hijerarhijskih odnosa, dok su procesi rezultat interakcije komponenti sistema.

Ako postoji neki organizacijski problem u sistemu, da bi se problem otklonio, prema klasičnom strukturalnom mišljenju treba najprije izmijeniti strukturu sistema. Orijentacija na procese polazi od ideje da su krute organizacijske strukture i organizacijske barijere među njima zapravo kočnica organizacijskim procesima. Ova dva pristupa se ne smiju promatrati kao isključivi, već kroz njihovu interakciju ostvarivati potrebnu fleksibilnost pri otklanjanju nastalih problema.

Prema systemskoj teoriji, organiziranost je relativni pojam i smatra se da ovisi o odnosima u samom sistemu, o odnosu između sistema i njegove okoline te o poziciji promatrača. Može se reći da je danas glavni kriterij ocjene organiziranosti preduzeća mišljenje kupaca ili klijenata, pa se cijela organizacija podešava u cilju što boljeg zadovoljavanja njihovih potreba.

Postoji više vrsta modela predstavljanja organizacije poslovnih sistema, a neki od njih su: [5]

- **računovodstveni model** se smatra najstarijim, a polazi od ideje da se svaka aktivnost u organizaciji može finansijski iskazati;
- **organizacijski dijagram** prikazuje organizaciju kao piramidalnu strukturu, sastavljenu od odjela, službi, pogona, poslovnih funkcija i slično;
- **bihevioristički model** se temelji na prikazu odnosa skupina u organizaciji;
- **sistemski model** organizacije polazi od otvorenosti organizacije i uzima u obzir njezinu mnogostruku povezanost s okolinom. Kadrovi, finansijska sredstva, predmeti rada i sredstva za rad su komponente koje su primarno pod kontrolom sistema, ali na njih djeluje i okolina preko tržišta radne snage, izvora finansiranja i slično. S druge strane tržište, društveno politički sistem, konkurenti, prirodni okoliš su dominantno komponente okoline sistema ali poslovni sistem djeluje na njih.

Klasični pristup organizaciji nije se previše zanimao za složenost interakcija između

komponenti sistema i njihovom interakcijom s okolinom. Osnovnim zadatkom smatralo se optimiziranje pojedinih poslova u organizaciji, a odluke o ulazima i izlazima poslovnog sistema su se smatrale autonomnom stvari poduzeća.

Sistemska mišljenje zastupa ideju da je svaki ulaz u neki poslovni sistem ujedno izlaz iz nekog poslovnog sistema. Naglašava se svojstvo otvorenosti poslovnih sistema, načina njihova uzajamnog povezivanja i međuovisnost njihova zajedničkog djelovanja. Razvija se svijest da su resursi ograničeni i da je potrebno s njima ekonomizirati na nivou poduzeća, nacionalnog i svjetskog gospodarstva. Djelotvorno upravljanje tim mnogobrojnim interakcijama postaje moguće tek uspostavljanjem adekvatnih informacijskih procesa na svim nivoima, posebno na nivou preduzeća uspostavljanjem savremenih informacijskih sistema.

### 3. LITERATURA

- [1] <https://www.znrfak.ni.ac.rs> › OAS-4-1 › PREDAVANJA (pristup 02.10.2019.)
- [2] Adamovic, Ž., Teorija sistema, Tehnički fakultet "Mihajlo Pupin", Zrenjanin, 2003.
- [3] Galogaža, Milan P.: Opšta teorija sistema, Marketing Menagment College, Novi Sad, 2004.
- [4] [www.apeironsrbija.edu.rs](http://www.apeironsrbija.edu.rs)›osnovi-teorije-sistema-upravljanja (pristup 02.10.2019.)
- [5] Garača, Ž.: Poslovni informacijski sustavi, Sveučilište u Splitu, Split, 2008.
- [6] Lozina, D.: Teorija sustava kao instrument društvene analize, Pravni fakultet, Split, 1993.
- [7] Todić, R.; Veljković, S.: Osnovi opšte teorije sistema, Savremena administracija, Beograd 1971.
- [8] Viner, N.: Kibernetika ili upravljanje i komunikacija kod živih bića i sistema, ICS, Beograd, 1972.
- [9] Brdarević, S.: Projektovanje fabrika, Mašinski fakultet u Zenici, Travnik, 1997. godine
- [10] Čović, D.; Majstorović, V.; Višekruna, V.: Poslovni sustavi, Urednik: B. Katalinić, Mostar-Vienna, 2001. ISBN 3-901509-22-4
- [11] Žaja, M.: Poslovni sustav, Školska knjiga, Zagreb, 1993.
- [12] Novaković, B.: Regulacijski sistemi, Sveučilišna naklada, Zagreb, 1990.
- [13] Adišež, I.: Upravljanje životnim ciklusom proizvoda, Novi Sad, 2001.

### III OSNOVNI POJMOVI U UPRAVLJANJU PROIZVODNJOM

Kako se u oblastima i organizacije i upravljanja proizvodnjom susreće niz pojmova smatramo da je neophodno da iste spomenemo kako bi se na početku napravila razlika između njih i kako bi u daljnjem čitanju bili puno jasniji za razumijevanje.

Stoga se daju pojašnjena osnovnih pojmova koji će se koristiti u ovom udžbeniku.

#### 1. POSLOVNI SISTEM

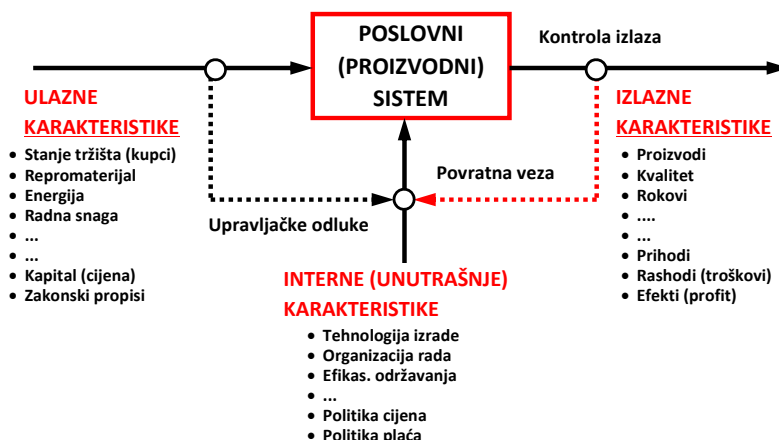
Poslovni sistem obuhvata sve resurse i aktivnosti nužne da se realizira određeni poslovni cilj. Pri tom je osnovni zadatak industrijskog preduzeća proizvodnja odnosno realizacija određenih dobara – roba ili usluga. Poslovni sistem se organizira na način da se sve varijable, a dijelimo ih u tri osnovne skupine:

- **ulazne,**
- **unutrašnje i**
- **izlazne,**

dovedu u odgovarajuće međusobne odnose kako bi se optimalno ostvarili ciljevi poslovanja. (Slika 1.) Uspješnost poslovanja ogleda se u omjeru prihoda i rashoda. Ukupni poslovi poslovnog sistema grupiraju se u više zaokruženih cjelina, koje se i dalje mogu dijeliti čak do obima specifičnog posla kojeg može izvršiti pojedinac. Osnovne grupe poslova nazivamo **funkcijama** poslovnog sistema, a tradicionalna podjela poslova u industrijskim poslovnim sistemima rezultira grupiranjem na:

- **komercijalnu funkciju** (prodaja, nabava, servis);
- **tehničku funkciju** (konstrukcija i razvoj, proizvodnja, kontrola, održavanje);
- **finansijsku funkciju** (finansiranje, računovodstvo);
- **kadrovsku funkciju** (osiguranje i obuka osoblja, pravni poslovi, poslovi sigurnosti);
- **specijalne funkcije** (marketing, društveni standard).

Konkretno rastavljanje ovisi o objektivnim uslovima u kojima preduzeće djeluje.



Slika 1. Poslovni sistem sa relevantnim grupama varijabli [1]

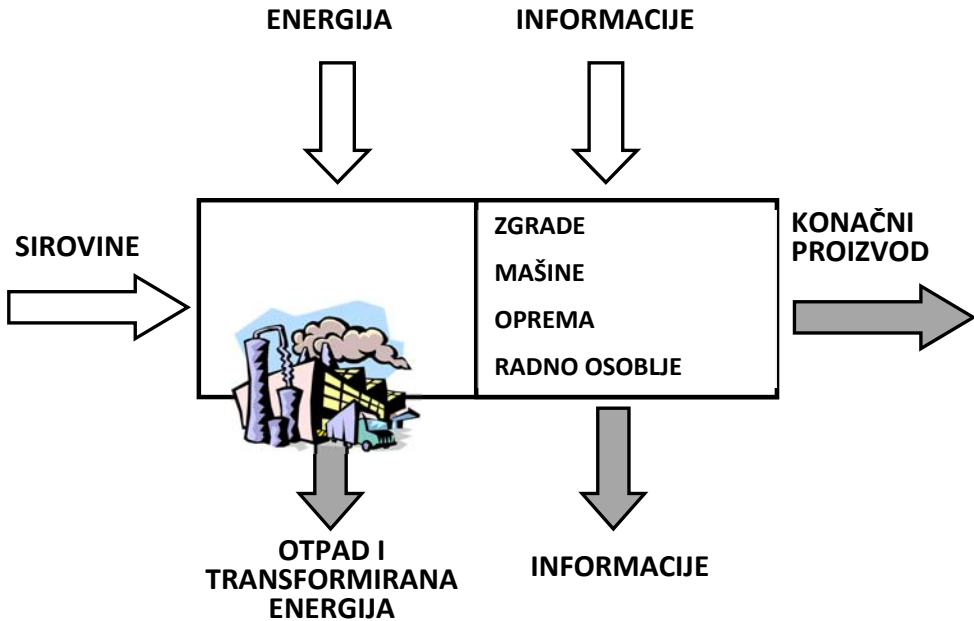
## 2. PROIZVODNI SISTEM

Sistem je skup određenog broja komponenti međusobno povezanih u djelovanju. Interakcije među dijelovima mogu biti različite, pa se njihovim mijenjanjem mijenjaju kvalitativna svojstva dijelova i cjeline, pri čemu je obilježje cjeline različito od sume obilježja pojedinih dijelova. Proizvodni sistem je prema nomenklaturi **CIRP-a**<sup>1</sup> definiran kao: “organizacijski oblik koji integrira grupu različitih funkcija kao podsistema neophodnih za realizaciju industrijske proizvodnje predstavljenu skupom aktivnosti koje su usmjerene na fizičke i kemijske promjene ulaznih repromaterijala u finalne proizvode”. Prema **Selakoviću**: “proizvodni sistem je namjenjen obradi (izradi) proizvoda, u okviru kojeg se vrši pretvorba informacija, materijala i energije u gotov proizvod (izradak) posredstvom radnog osoblja i radnih sredstava, a sastoji se od niza temeljnih modula osnovnih proizvodnih sistema (OPS-a)”. Proizvodni sistem strukturiran je od više podsistema koji su aktivni tokom funkcionisanja proizvodnog sistema kao cjeline. Razlikujemo:

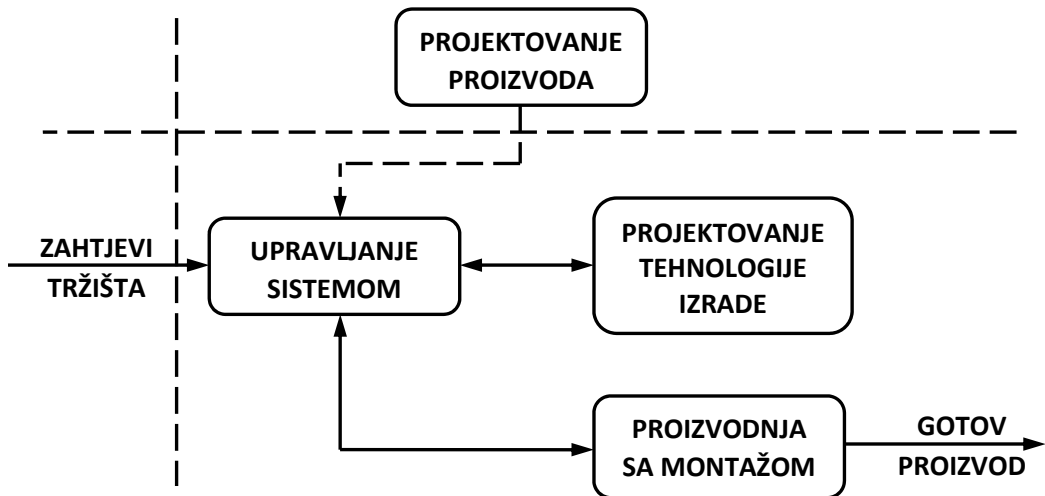
- **obradni** podsistem (izraci, oprema, alati),
- **transportni** sistem (transport, manipulacija, skladištenje),
- sistem **prostora** (proizvodni, pomoćni, skladišni, saobraćajni),
- **energetski** sistem (izvori, mreže),
- **informacijski** sistem (platforme, oprema, podrška),
- sistem **radnog osoblja** (proizvodni i pomoćni radnici, rukovodioci) i
- sistem **organizacije** (makro i mikro organizacija, rukovođenje).

Proizvodni sistem dio je šireg poslovnog sistema, i to onaj dio u kome nastaje proizvod. Strukturu sistema čine elementi sistema, kao i odnosi među njima. Detaljnije strukturiranje izvršeno je u skladu sa Slikom 3., na kojoj je prikazan Osnovni model proizvodnog sistema i Slikom 2. na kojoj su prikazani osnovni elementi proizvodnog sistema:

<sup>1</sup> CIRP - The International Academy for Production Engineering, www.cipr.net



Slika 2. Opšti model složenog PS – a

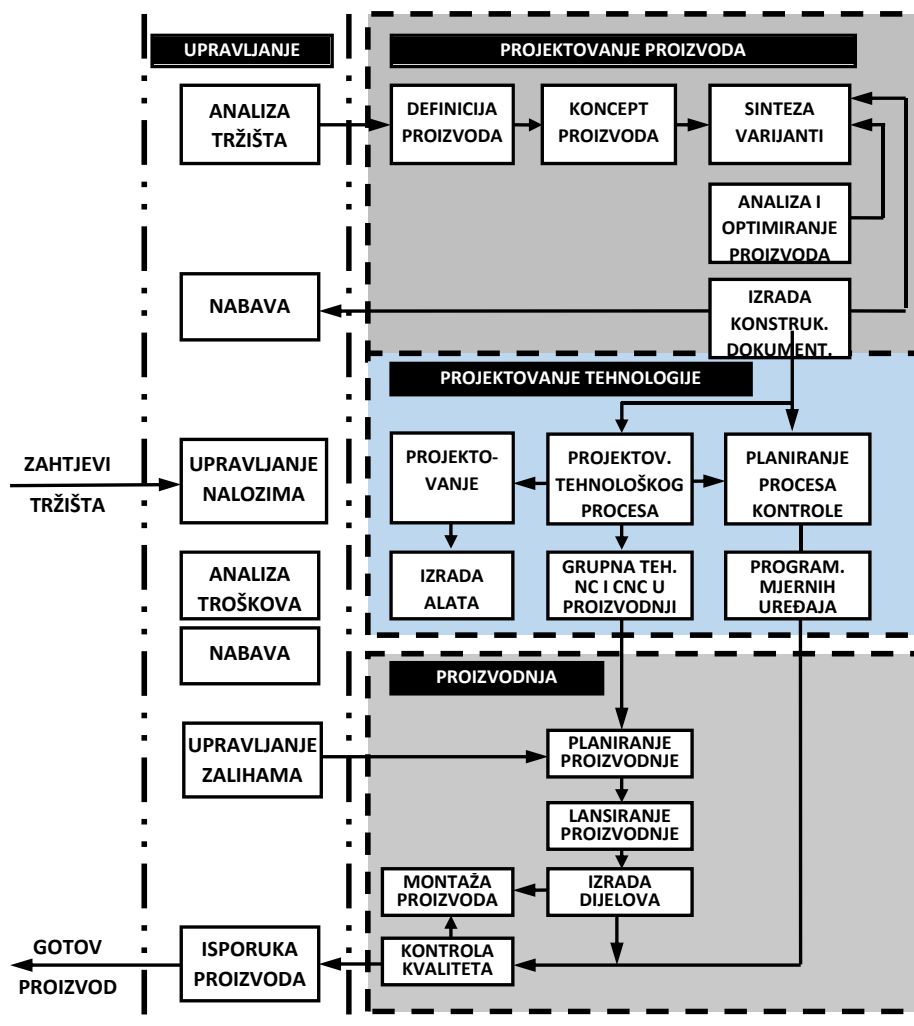


Slika 3. Osnovni model proizvodnog Sistema

Definicija novog proizvoda (ponekad u okviru samog proizvodnog sistema) vrši se na osnovu analize tržišta. Temeljem konačne varijante proizvoda izrađuje se konstrukciona dokumentacija kao ulaz u proizvodni sistem.

Priprema proizvodnje kroz projektiranje tehnologije obuhvata projektiranje: tehnoloških procesa, planiranje alata, izradu programa upravljanja NC mašinama i robotima, projektiranje kontrole itd... Slika 4.

Na osnovu globalnog plana proizvodnje vrši se detaljnije terminiranje i lansiranje proizvodnje, izrada i montaža dijelova te ispitivanje i isporuka proizvoda. Upravljanje sistemom obuhvata jedan niz aktivnosti od kojih su neke u korelaciji sa finansijsko – komercijalnim sistemom kao dijelom ukupnog poslovnog sistema. To upravljanje tokovima informacija, materijala i energije vrlo je složen zadatak, posebno u savremenim uslovima, te je jedan od odgovora ovakvim zadacima primjena računarske tehnologije.



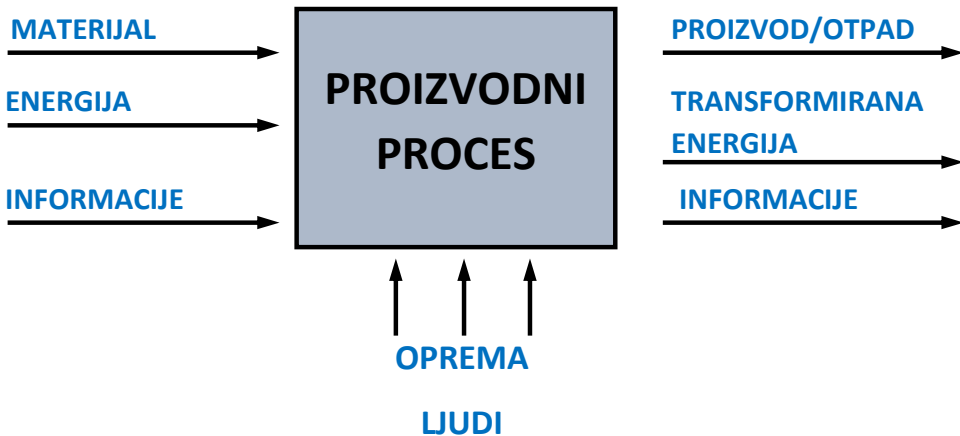
Slika 4. Osnovni elementi proizvodnog sistema [1]

### 3. PROIZVODNJA

Proizvodnja je prostorno i vremenski određen proces svjesnog djelovanja čovjeka temeljen na naučnim zakonitostima pri čemu dolazi do svrshodne korelacije više faktora među kojima su elementarni ljudska aktivnost, sredstva rada i predmet rada, a u cilju stvaranja materijalnih dobara i usluga. Rezultat proizvodnje je proizvod ili neka usluga koji mogu biti različitog karaktera u zavisnosti od namjene.

#### 3.1. Proizvodni proces

Proizvodni proces je osnova svake industrijske proizvodnje, a podrazumijeva sve aktivnosti i djelovanja koja rezultiraju pretvaranjem ulaznih materijala (sirovina, poluproizvoda) u gotov proizvod. On obuhvata i sva sredstva i osoblje na kojima se i sa kojima se vrše aktivnosti od skladišta ulaznog materijala do skladišta gotovih proizvoda. Sastoji se od: **tehnološkog procesa, transportnog procesa, procesa organizacije i procesa informacija**, pa predstavlja nedjeljivu cjelinu tehnike, tehnologije, organizacije i ekonomije, Slika 5.



Slika 5. Shematski prikaz faktora proizvodnog procesa [1,3]

#### 3.2. Proizvodni ciljevi

Osnovni cilj proizvodnje je ostvarenje planiranih količina proizvoda iz proizvodnog programa sa konstrukcijskim, tehnološkim i proizvodnim karakteristikama, i to:

- propisanog kvaliteta,
- u planiranim rokovima i
- po zadovoljavajućoj cijeni koštanja.

#### 3.3. Uticajni faktori na organizaciju proizvodne funkcije

Za dobru postavku organizacije proizvodne funkcije nužno je poznavati teoriju organizacije i samu proizvodnu aktivnost, ali i osnovne utjecajne faktore. Kvalitetna korelacija svih faktora osigurava optimalnu organizaciju proizvodne funkcije.



### **3.3.1. Poslovna politika**

Njom se definiše razvojna politika proizvodne funkcije u okviru poslovnog sistema: mjesto, uloga i nivo razvijenosti kako bi se osiguralo uspješno poslovanje preduzeća.

### **3.3.2. Proizvodna politika**

Proizlazi iz poslovne politike, i njom se detaljiziraju svi stavovi vezani za proizvodnju kako bi se optimalno ostvarili proizvodni ciljevi. Razlikujemo politike:

- razvoja organizacijske strukture (prema proizvodnom programu),
- autarhičnosti (stepen obrade strateški bitnih pozicija),
- osiguranja alata (spec. alat – vlastita izrada i održavanje),
- održavanje proizvodne opreme (vlastita ili treća lica),
- finansiranja (globalno i terminski),
- raspoloživosti materijalnih sredstava (alata, opreme),
- raspoloživosti radnog osoblja i
- ostvarenja nadzora nad kvalitetom.

### **3.3.3. Proizvodni program**

Značajan faktor, a posebno ga opisuju sljedeće karakteristike:

- konstrukcijske (struktura sklopova, tolerancije, kvalitet površine, sličnost);
- tehnološke (složenost postupaka izrade, tehnološka sličnost);
- proizvodne (godišnji obim proizvodnje, dinamika, dugoročnost trajanja).

## **3.4. Tehnološki proces**

Tehnološki proces je bitan sastavni dio proizvodnog procesa, i to onaj dio koji se odnosi na promjenu izgleda, oblika, dimenzija i svojstava materijala (sve kvalitetne promjene fizikalnih i hemijskih svojstava, kvaliteta površine, relativan položaj ili vrstu spajanja u ugradbene cjeline) od sirovog stanja do gotovog proizvoda. Integralni tehnološki proces u metaloprerađivačkoj industriji dijelimo na uža specijalna područja (proizvodnja poluproizvoda, dijelova, sastavljanje).

Detaljnija podjela i pojašnjenja proizvodnog i tehnološkog procesa bit će data u nastavku tekstu.

Svaki ljudski rad se odvija na određen način odnosno po određenom metodu. Efikasnost izvođenja radova zavisi od izabranog metoda koji može biti bolji ili lošiji. Pri tome metod ustvari predstavlja redoslijed događaja koji se izvode pri izvršenju nekog posla. Određeni poslovi se obavljaju izvršenjem određenih procesa odnosno niza događaja, koji prouzrokuju promjenu stepena dovršenosti predmeta rada. Taj niz događaja se odvija po određenom metodu i na određenom mjestu u procesu. Inače sam proces predstavlja uzastopan niz promjena stanja sistema: [2,3]

$$S(x, y, z, \dots, t) \rightarrow S_1(x_1, y_1, z_1, \dots, t_1) \rightarrow S_2(x_2, y_2, z_2, \dots, t_2) \rightarrow \dots$$

U nizu procesa koji se odvijaju u jednom proizvodnom sistemu za nas su posebno interesantni: tehnološki i proizvodni proces, sa svojim događajima.

Tehnološki proces se najjednostavnije definiše kao određeni redoslijed događaja operacija i kontrola, koje se izvode u njemu.

Tehnološki proces je bitan sastavni dio proizvodnog procesa, i to onaj dio koji se odnosi na promjenu izgleda, oblika, dimenzija i svojstava materijala (sve kvalitetne promjene fizikalnih i hemijskih svojstava, kvaliteta površine, relativan položaj ili vrstu spajanja u ugradbene cjeline) od sirovog stanja do gotovog proizvoda. Integralni tehnološki proces u metaloprerađivačkoj industriji dijelimo na uža specijalna područja (proizvodnja poluproizvoda, dijelova, sastavljanje). Sastoji se iz **OPERACIJA I KONTROLA**.

**OPERACIJA** je zaokruženi dio procesa rada na predmetu rada u kome se vrše fizikalne, hemijske ili strukturalne promjene a koji se obavlja na jednom radnom mjestu, od strane jednog ili više radnika i pomoću sredstava rada postavljenih na tom mjestu.

Polazeći od postupnosti prerade osnovnih materijala (sirovina) u finalni proizvod primjenom različitih postupaka možemo izvršiti podjelu integralnog tehnološkog procesa na tehnološke cjeline karakteristične za pojedinu vrstu proizvodnje, odnosno specifična proizvodna područja.

U tom smislu integralni tehnološki proces možemo podijeliti na tri područja, koja predstavljaju, u opštem slučaju, tri faze pretvaranja: [1,4]

**proizvodnja poluproizvoda** odnosno tehničkih tvorevina, koje se u drugoj fazi podvrgavaju daljnjoj preradi, kao što su:

- valjanje,
- kovanje,
- lijevanje,
- presovanje,
- toplinska obrada,
- zavarivanje,
- sinteriranje,
- površinska zaštita.

**proizvodnja dijelova**, kao što su:

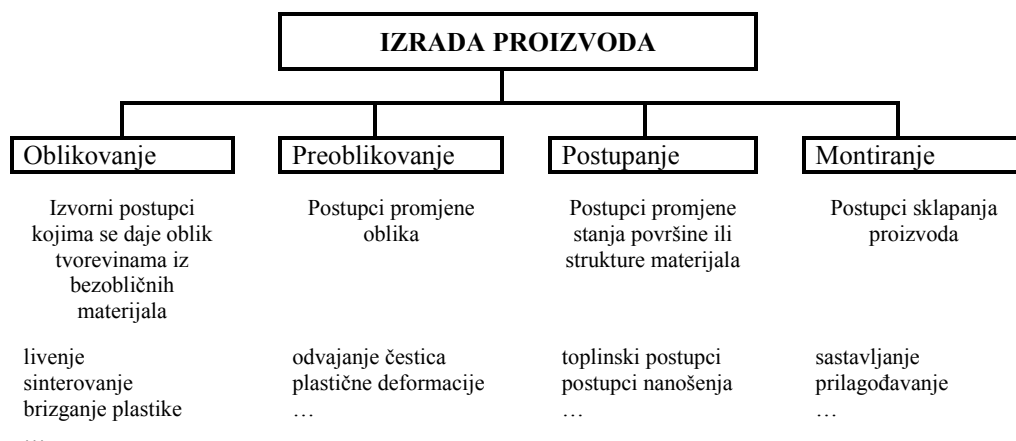
- obrada odvajanjem čestica (struganje, glodanje, brušenje...),
- toplinska obrada,
- nanošenja (metalizacija, galvanizacija, plastifikacija, bojadisanje),
- deformiranje na hladno,
- brizganje (plastike).

**montaža podsklopora, sklopova i finalnog proizvoda**, kao što su:

- spajanje vijcima,
- upresavanje,
- plastično deformiranje,
- zavarivanje,

- lemljenje,
- ljepljenje,
- površinska zaštita.

Pored ove tradicionalne podjele integralnog procesa, koja se temelji na redoslijedu ukupne prerade, te sadrži iste postupke u više područja (npr. površinska zaštita, toplinski postupci), koristi se u novije vrijeme i podjela prema VDI<sup>2</sup> - smjernicama, (Slika 6.), koja se temelji na postupcima, nevezano od redoslijeda izvođenja.



Slika 6. Podjela integralnog procesa prema VDI smjernicama [1,4]

Osnovni dijelovi operacije su zahvati, gdje zahvat predstavlja svaki poseban prosti proces unutar operacije rada. Zahvati se dalje dijele na:

- **osnovne zahvate** koji predstavljaju zaokruženi proces obrazovanja jedne ili više elementarnih površina na predmetu rada, pri radu sa jednim ili više alata i pri određenom režimu rada. Promjena površine na predmetu rada, alata ili režima rada istovremeno znači i promjenu osnovnog zahvata;
- **pomoćne zahvate**, koji predstavljaju dijelove operacija vezane za pomoćna kretanja radnika ili elemenata tehnološkog sistema neophodna za izvršenje operacije, a gdje spadaju:
  - odlaganje i uulaganje predmeta rada ili alata,
  - stezanje i otuštanje predmeta rada ili alata,
  - primicanje i odmicanje alata...

Dalje se zahvati mogu razložiti na **pokrete** kao najmanje dijelove procesa koji imaju svoju logičku cjelinu i vrijeme trajanja.

Pri projektovanju procesa rada može se ići na manje ili više detaljnu razradu što zavisi od više faktora od kojih su najznačajniji:

- količina predmeta (proizvoda) koji se proizvode,
- tehnološka složenost predmeta (proizvoda).

<sup>2</sup> VDI - Verein Deutscher Ingenieure (njem.) – Udruga njemačkih inženjera

**KONTROLA** je događaj tehnološkog (a i proizvodnog) procesa u kome se ustvari provjerava da li se operacijom dobila promjena koja se željela dobiti. Tu spadaju razna mjerenja dimenzija, utvrđivanje mahničkih i hemijskih osobina i karakteristika, provjera funkcionisanja, provjera međusobnog položaja dijelova i jednom proizvodu, mjerenje količina...[2,3]

Ako sada posmatramo događaje tehnološkog procesa (operaciju i kontrolu) vidimo da operacija predstavlja jedini događaj u tehnološkom procesu (a i proizvodnom) gdje se stvara nova vrijednost. Ostali događaji kako tehnološkog tako i proizvodnog procesa su samo pomoćni i predstavljaju još uvijek izraz nemoći tehnologije i nauke da ih eliminiše boljim sredstvima rada i boljim međusobnim povezivanjem.

Određiti tehnološki proces bi sada značilo:

- odrediti operacije i kontrole potrebne za izvršenje nekog zadatka,
- odrediti redoslijed operacija i kontrola,
- odrediti mašine i uređaje za izvršenje,
- odrediti alate za izvođenje,
- odrediti profil izvršilaca,
- odrediti vrijeme za izvođenje.

Tehnološki proces ne može postojati sam za sebe nego samo u okviru proizvodnog procesa.

### 3.5. Sastavni dijelovi proizvodnog procesa

Kao što smo ranije rekli proizvodni proces je osnova svake industrijske proizvodnje, a podrazumijeva sve aktivnosti i djelovanja koja rezultiraju pretvaranjem ulaznih materijala (sirovina, poluproizvoda) u gotov proizvod. Sastoji se od: tehnološkog procesa, kontrole, transportnog procesa, skladištenja, zastoja, te procesa organizacije i procesa informacija.

Veoma često se proizvodni proces prikazuje kao na Slici 7.



Slika 7. Proizvodni proces

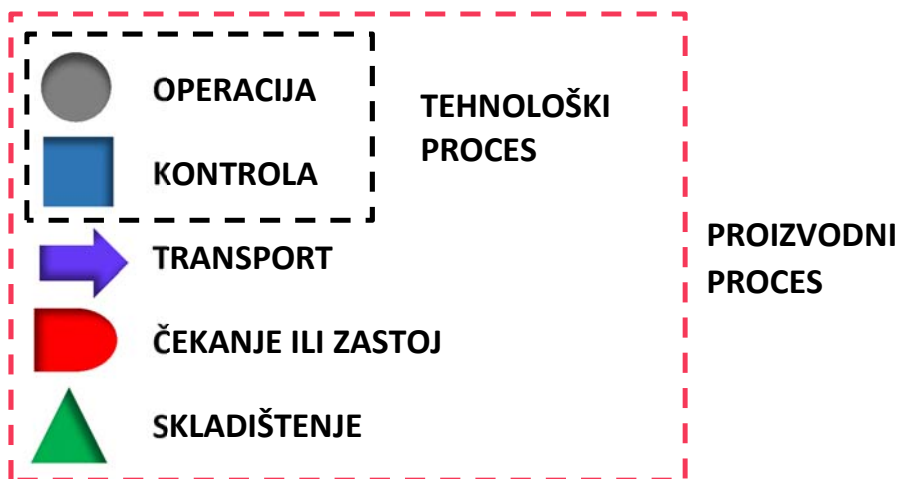
Osim događaja operacija i kontrola, koji su sastavni dio tehnološkog procesa, proizvodni proces obuhvata sve one aktivnosti neophodne za izvršenje postupka promjene ulaznih veličina u izlazne odnosno sve događaje u izvršenju jednog zadatka. Osim događaja operacija i kontrola tu spadaju još:

- **transport**, koji predstavlja pomjeranje predmeta rada sa jednog mjesta na drugo. U transport ne spadaju pomjeranja unutar operacije;
- **čekanje ili zasto**j je vrijeme u kome neki uslovi spječavaju da se odmah izvrši slijedeći događaj. U čekanju se ne ubraja neizvršenje operacije, transporta ili kontrole radi spoljnjih uticaja, kvarova mašina, niti čekanju za vrijeme izvođenja operacije;

- **uskladištenje** predstavlja čuvanje predmeta rada na određenom mjestu do sljedećeg događaja u cilju zaštite od neovlaštenog pomjeranja.

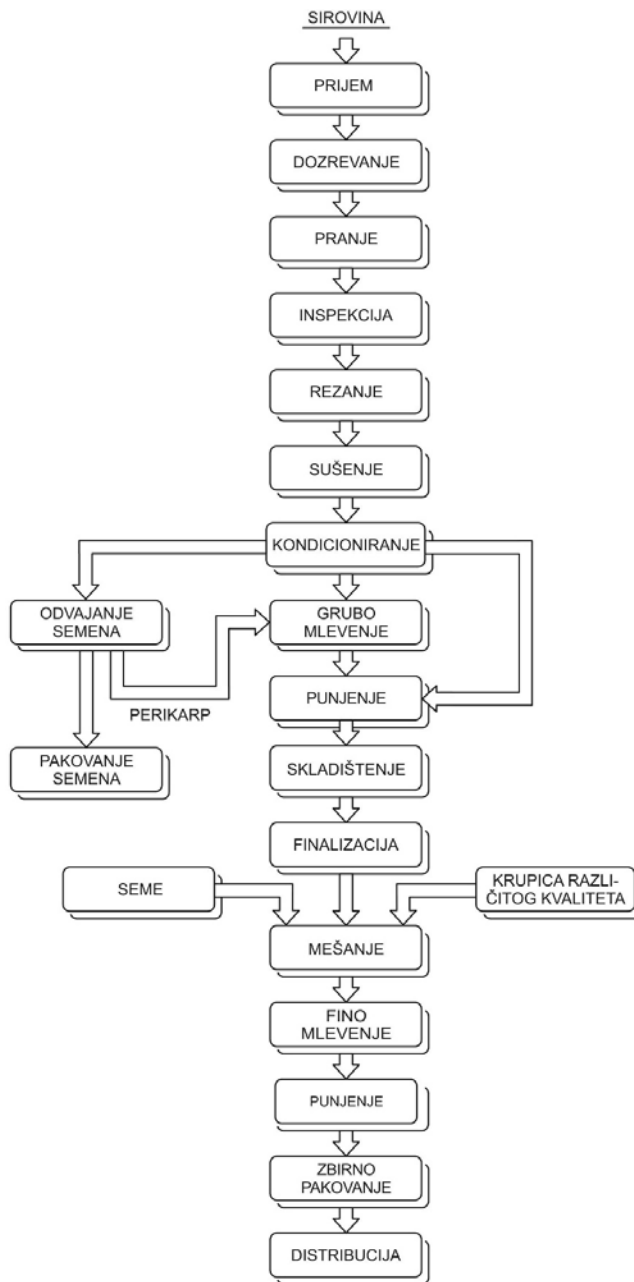
Svi proizvodni procesi su različite kombinacije po broju i redosljedju navedenih pet događaja. Vidjeli smo da je proizvodni proces širi skup događaja od tehnološkog procesa jer pored događaja operacija i kontrola obuhvata i događaje transporta, zastoja ili čekanja i uskladištenja, što znači da se isti tehnološki proces može izvesti u različitim proizvodnim procesima odnosno proizvodnim sistemima, a razlika bi bila u broju i redosljedju događaja transporta, čekanja i uskladištenja, što ih onda čini više ili manje efikasnim.

Sadržaj i razlika između tehnološkog i proizvodnog procesa su prikazani na Slici 8.

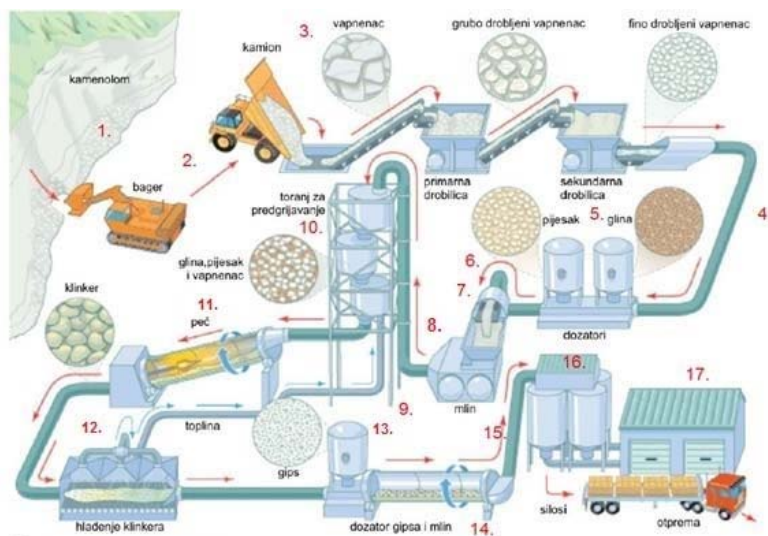


Slika 8. Sadržaj događaja proizvodnog i tehnološkog procesa

Za prikazivanje i tehnoloških i proizvodnih procesa osim standardnih i međunarodno usvojenih simbola koriste se i drugi načini prikazivanja istih što je prikazano na Slici 9. (tehnološki procesi) i Slici 10. (proizvodni procesi).



Slika 9. Primjer prikazivanja tehnološkog procesa [5]



Slika 10. Primjer prikazivanja proizvodnog procesa proizvodnje cementa [6]

#### 4. LITERATURA

- [1] Mikac, T.; Blažević, D.: Planiranje i upravljanje proizvodnjom, Tehnički fakultet u Rijeci, Rijeka, 2007.
- [2] Brdarević, S.: Organizacija proizvodnje, Mašinski fakultet u Zenici, Zenica, 1986.
- [3] Brdarević, S.: Projektovanje fabrika, Mašinski fakultet u Zenici, Travnik, 1996.
- [4] Perinić, M.: Tehnološki procesi, Tehnički fakultet u Rijeci, Rijeka, 2010.
- [5] <https://www.tehnologijahrane.com/enciklopedija/tehnoloski-postupak-proizvodnje-mlevene-zacinske-paprike> (pristup 18.11.2019.)
- [6] Mimica, D.; Kolich, D.; Fafandjel, N.: Value Stream Mapping to Improve Loading of Cement onto A Bulk Carrier, Symposium on the theory and practice of shipbuilding, Trogir - Seget Donji, Trogir, Croatia, Oktobar 2016.

## IV OSNOVE UPRAVLJANJA PROIZVODNjom

### 1. PROIZVOD I PROIZVODNI PROGRAM

Različiti autori su definisali proizvod svako sa svog stanovišta. Donosimo neke od definicija, koje su u svojoj osnovi dosta slične.

**Proizvod** je dobro koje svojim karakteristikama korištenjem zadovoljava potrebe korisnika, odnosno kupca. [1]

**Proizvod** je konačni rezultat proizvodne djelatnosti koji, za razliku od usluge, postoji i nakon što je dovršen proces njegove proizvodnje. **Proizvod** je namijenjen zadovoljavanju određenih ljudskih potreba. [2]

**Proizvod** je materijalni rezultat proizvodnje – sve ono što nekome možemo ponuditi da zadovolji njegovu potrebu ili želju. [3]

Kao takav se ne može naći u prirodi, već se u procesima obrade ili prerade, polazni oblik (sirovina, poluproizvod, pripremak) pretvara u oblik sa karakteristikama koje zadovoljavaju nečije potrebe (korisnika ili kupca) tako da je on spreman platiti tržišnu cijenu da bi ga koristio (posjedovao).

Po načinu zadovoljavanja potreba kupca i upotrebnim karakteristikama proizvod može imati oblike:

- materijalni oblik sa karakteristikama: masa, oblik, dimenzije, boja, tvrdoća, čvrstoća, elastičnost, toplotna i električna provodljivost, kvalitet spoljne površine, otpornost na oksidaciju, pouzdanost, trajnost i čitav niz drugih karakteristika koje zavise od namjene proizvoda i načina korištenja;
- energetski oblik kao električna energija, toplotna energija, svjetlosna i zvučna energija (elektromotorni pogoni, potrebe domaćinstava, potrebe grijanja);
- oblici informacija kao nacrti, projekti, analize, ekspertize, atestiranje, promocije i drugi primjeri i
- miješani oblik u kome su prisutna sva tri prethodna oblika u odnosima koji zavise od namjene proizvoda.

U uobičajenom korištenju termina proizvod preovladava značenje materijalnog oblika i on je u razmjeni na stvarnom tržištu roba i usluga najčešći. To je klasično shvatanje termina proizvod. To je i predmet naših daljnjih razmatranja. Također je najčešće miješani oblik proizvoda sa preovladavajućim udjelom materijala u masi (tijelu) i vrijednosti polaznih elemenata za izradu proizvoda.



Sa stanovišta načina i mjesta isporuke proizvoda kao izlaza iz proizvodnog (poslovnog) sistema razlikujemo sljedeće oblike proizvoda:

- proizvod kao materijalni izlaz iz proizvodnje kao procesa;
- usluga koja na specifičan način zadovoljava potrebe kupaca u pogledu načina isporuke, vremena i mjesta isporuke. Klasičan primjer su usluge prijevoza, servisa urađaja i aparata, zdravstvene usluge, usluge obrazovanja, usluge osiguranja imovine i lica, finansijske usluge i čitav niz drugih usluga u savremenoj društvenoj reprodukciji;
- miješani oblici prethodna dva oblika kao što je primjer ponuda u restoranu, ...

Predmet naših daljnjih istraživanja u ovom udžbeniku je prvi oblik proizvoda, materijalni oblik. To se slaže i po prvom kriterijumu klasifikacije izlaza iz proizvodnje kao osnovnog procesa i podsistema proizvodnog poslovnog sistema.

Na ovom mjestu ćemo istaći i jednu od definicija proizvoda datu u standardu ISO 9001, a to je „Proizvod je rezultat skupa međusobno povezanih ili međusobno djelujućih aktivnosti, koji pretvara ulazne u izlazne elemente“. S ovog aspekta ćemo spomenuti samo nekoliko vrsta organizacija sa njihovim ulazima, aktivnostima i izlazima, jer se primjećuje da mnogi miješaju pojedine od ovih pojmova i ne razlikuju njihovo mjesto (Tabela 1).

*Tabela 1. Primjeri nekih organizacija (njihovih inputa, aktivnosti, outputa) [3]*

Organizacija	Inputi - Ulazi	Aktivnosti	Outputi - Izlazi
Poljo privredno gazdinstvo	sjeme, đubrivo, zemljište, mašine, stoka, energija (gorivo), zaposleni	sijanje, uzgajanje, muža, žetva, branje...	povrće, voće, mlijeko, meso, vuna...
Rudnik uglja	rudari, ležišta uglja, alati, eksplozivi, prevozna sredstva, energija	ekstrakcija, prečišćavanje, uklanjanje otpadaka...	ugalj, otpaci, sporedni proizvodi
Prerada voća i povrća	voće, povrće, voda, boce, tegle, energija, radna snaga, reaktori, zaposleni	priprema, mješanje, cjeđenje, kuhanje, punjenje u amblažu	boce, tegle, limenke, ...
Bolnica	pacijenti, medicinsko osoblje, kreveti, lijekovi, aparati	hirurške intervencije, liječenje, monitoring	izliječeni pacijenti, previjeni pacijenti, informacije
Maloprodajni objekat	roba, potrošači, prodavci, oprema	prodaja, izlaganje, savjetovanje, pakovanje	zadovoljni potrošači, zarada
Autobusko preduzeće	autobusi, terminali, putnici, aganeti, vozači, mehaničari	rezervacija karata, prodaja karata, vožnja, održavanje	zadovoljni putnici, prevezena roba

Osnovne razlike između proizvoda i usluga date su u Tabeli 2.

U savremenim uslovima društvene reprodukcije, odnosno uslovima tržišta veoma su rijetki slučajevi da proizvođač nudi samo jedan proizvod kupcima iz različitih razloga: različitost potreba kupaca, veličine tržišta, mogućnost proizvodnih kapaciteta – prije svega tehnoloških, zahtjevi za što većim korištenjem kapaciteta, maksimizacije ukupnog prihoda....

Obično se nudi više vrsta proizvoda po obliku, dimenzijama, materijalima, kvalitetu obrade, nivou pouzdanosti u upotrebi i drugim karakteristikama u zavisnosti od potrebe kupaca odnosno korisnika.

Tabela 2. Osnovne razlike između proizvoda i usluge [4]

Proizvodi	Usluge
Mogu se skladištiti	Ne mogu se skladištiti
Vremenski razmak između proizvodnje i korištenja	Proizvodnja i korištenje su simultane
Fabrike su centralizovane daleko od potrošača	Oprema i uređaji se nalaza blizu potrošača
Proizvodnja se lakše može automatizovati	Najčešće radno intenzivnije
Kvalitet se lakše mjeri	Kvalitet se teško mjeri
Kvalitet ne zavisi od pojedinaca	Kvalitet jako zavisi od subjekta koji pruža usluge
Output je obično prebrojiv	Output je teško prebrojiv
Može se pomjerati	Vezana za jednu lokaciju
Nivo kvaliteta (u granicama tolerancije) traje duži vremenski period	Nivo kvaliteta je promjenljiv
Obično su međusobno vrlo slični; proizvode se masovno	Često su unikatne
Nema kontakta (direktnog) između proizvođača i potrošača	Postoji kontakt (različitog intenziteta) između proizvođača i potrošača
Korisnici ne sudjeluju u „proizvodnji“ proizvoda	Korisnici sudjeluju u „proizvodnji“ proizvoda

Skup svih različitih proizvoda koje nudi (izrađuje) jedan proizvođač naziva se **PROIZVODNI PROGRAM**. Kako se bira, određuje i dimenzionira proizvodni program jednog proizvodnog poslovnog sistema je sadržaj specijalističkog znanja, čije izučavanje izlazi izvan okvira nastavnog plana predmeta upravljanje proizvodnjom i ovog udžbenika.

Možemo reći da je proizvodni program ključna informacija za projektovanje, izgradnju, upravljanje i razvoj proizvodnih poslovnih sistema (preduzeća).

Kako se potrebe kupaca mijenjaju u vremenu to je proizvodni program ključno područje analize i inovacije proizvodnih karakteristika proizvoda za održavanje na tržištu u uslovima sve veće konkurencije i globalizacije tržišta svih proizvoda i usluga.

## 2. PROIZVODNJA KAO PODSISTEM U PROIZVODNOM SISTEMU

Proizvodnja kao pojam definisanja je također bila interesantna nizu autora, te donosimo neke od definicija:

Proizvodnja je niz međusobno povezanih aktivnosti obrade (operacije i kontrole) predmeta rada (obradak) čiji je rezultat (izlaz) proizvod (izradak). [5]

Proizvodnja je proces (proizvodni proces) u kojem se od polaznog oblika predmeta rada (pripremak), koji svojim karakteristikama ne može zadovoljiti nečije potrebe, dobiva proizvod, koji svojim karakteristikama može da zadovolji načije potrebe (kupaca ili korisnika).[2]

Vrsta i broj aktivnosti obrade zavise od karakteristika proizvoda (oblik, dimenzije, vrsta materijala, kvalitet površina), karakteristika odabranog polaznog materijala (oblik, dimenzije, vrsta materijala, mehaničke i hemijske karakteristke) i karakteristika odabranog mjesta obrade – radnog mjesta (tehnološke mogućnosti, kapaciteta...).

Proizvodnja je proces u kome se ulazu (pripremak) nižih vrijednosti obradom dodaje nova vrijednost (dodatna vrijednost) i stvara proizvod (izrada-izlaz) više vrijednosti. [6]

Osnovni faktori proizvodnje su: čovjek, sredstva za rad i predmeti rada. Svakako da i uspjeh i dobro funkcionisanje jednog preduzeća zavisi od potencijala ovih faktora i njihovog racionalnog iskorištenja. Svakako da se u ovom cilju ovi faktori ne mogu posmatrati izolovano nego u njihovoj interakcijskog povezanosti odnosno u njihovoj aktivnoj sprezi koja se ispoljava kroz proces rada.

Sami radni procesi se organizuju radi ostvarivanja određenih zadataka čime se ustvari realizuju unaprijed postavljene ciljevi, odnosno, to je obično proizvodnja određenog obima i asortimana proizvoda tačno definisanih upotrebnih svojstava, čijim se izvršenjem zadovoljavaju određene društvene potrebe kao krajnji ciljevi.

Da bi se radni zadatak mogao uopšte ostvariti potrebno ga je raščlaniti na veći broj užih, a ove opet na još uže zadatke sve dok se ukupni zadatak ne raščlani na zadatke takvog obima i strukture koje će moći izvršiti pojedinci.

## **2.1. Raščlanjivanje ukupnog zadatka preduzeća**

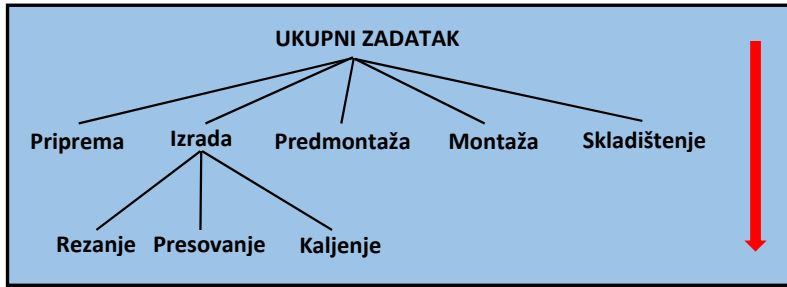
Bez podjele ukupnog zadatka na šire i uže skupine zadataka ne samo da nije moguće iznaći najpovoljnije, odnosno optimalne odnose ulaganja količine i strukture pojedinih proizvodnih činilaca, već uopšte nije moguće ni njegovo izvršenje. Npr. do izrade automobila neće doći ako se ne izvrši pod,ela rada među učesnicima tako da svaki pojedinac zna svoj zadatak u smislu šta treba da radi, kako i kada. Kada bi svi radili sve vrlo vjerovatno da bi izostalo izvršenje postavljenog zadatka.

Raščlanjivanje ukupnog zadatka na pojedinačne potrebno je i radi toga da se identifikuju poslovi koji se trebaju obaviti, utvrdi njihova stuktura, način njihovog izvođenja kao i sredstva za rad koja su najprikladnija za izvođenje odnosno realizaciju. Ako je ukupan zadatak proizvodnja i prodaja određenog proizvoda onda se njegovo izvršenje postiže realizacijom pojedinih zadataka kao što su: nabavka sirovina i materijala, obezbjeđenje kadrova, neposredna proizvodnja, plasman, prodaja... Slika 1.

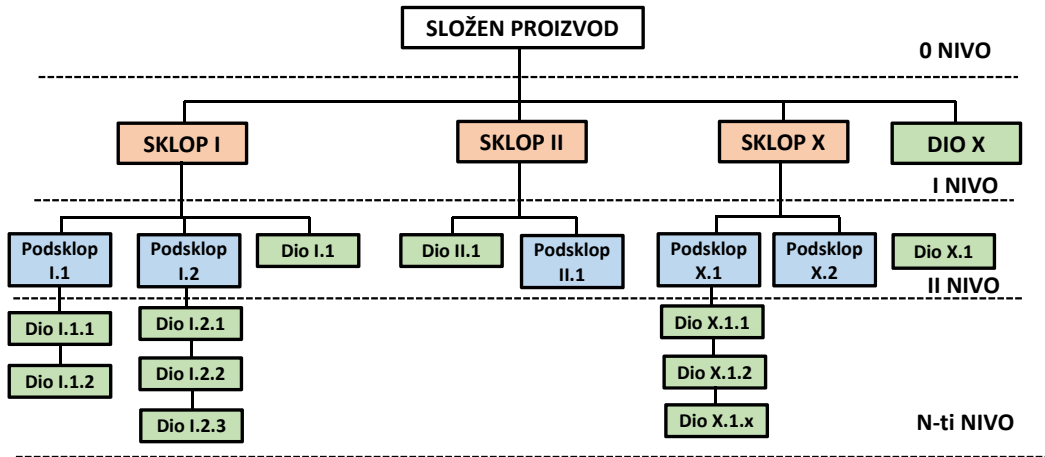
Ovi zadaci predstavljaju zadatke prvog stepena raščlanjivanja ukupnog zadatka i nazivaju se još i posebni zadaci. Aktivnosti (poslovi) kojima se realizuju ovi zadaci nazivaju se funkcije.

Posebni zadaci raščlanjaju se dalje preko sklopnih i grupnih zadataka na posebne zadatke čije izvršenje zahtijeva obavljanje pojedinačnih poslova.

Pojedinačni zadaci predstavljaju posljednji stepen raščlanjivanja ukupnog zadatka, Slika 2.



Slika 1. Raščlanjivanje ukupnog zadatka

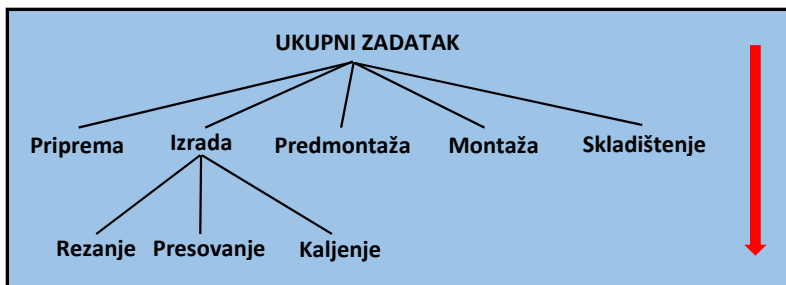


Slika 2. Primjer raščlanjivanje složenog proizvoda [7]

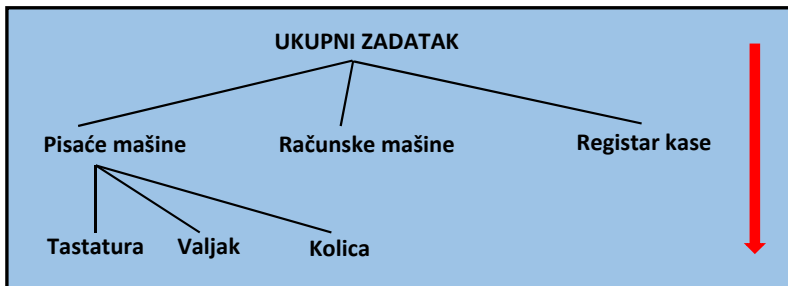
Inače raščlanjivanje ima i neke svoje principe. Principi raščlanjivanja ukupnog zadatka su:

- prema izvršenju,
- prema objektu,
- prema rangu,
- prema fazama i
- prema svrsi. [11]

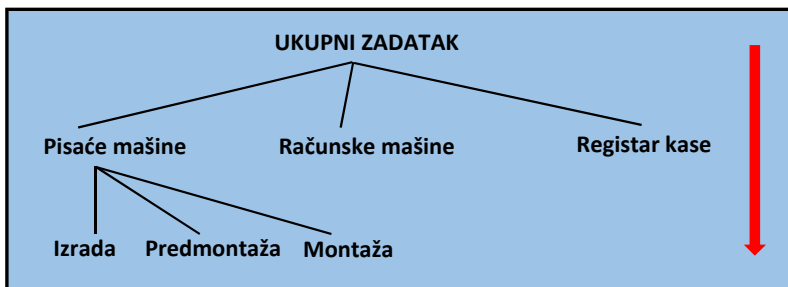
Na Slikama 3 do 8 dati su primjeri ovih principa.



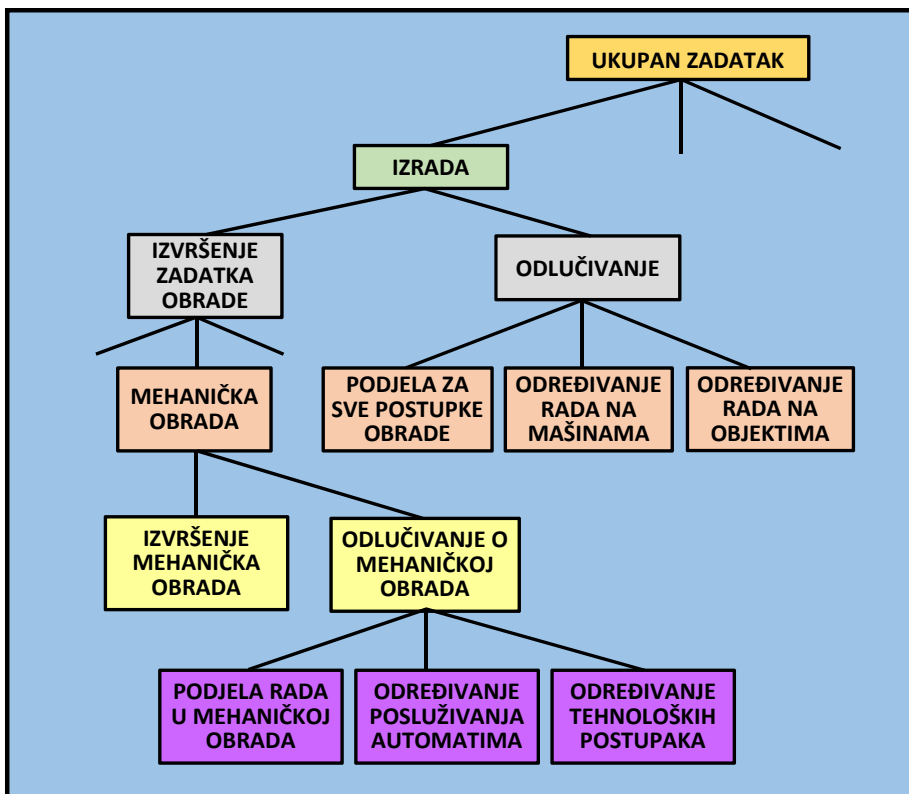
Slika 3. Raščlanjivanje zadatka prema izvršenju [11]



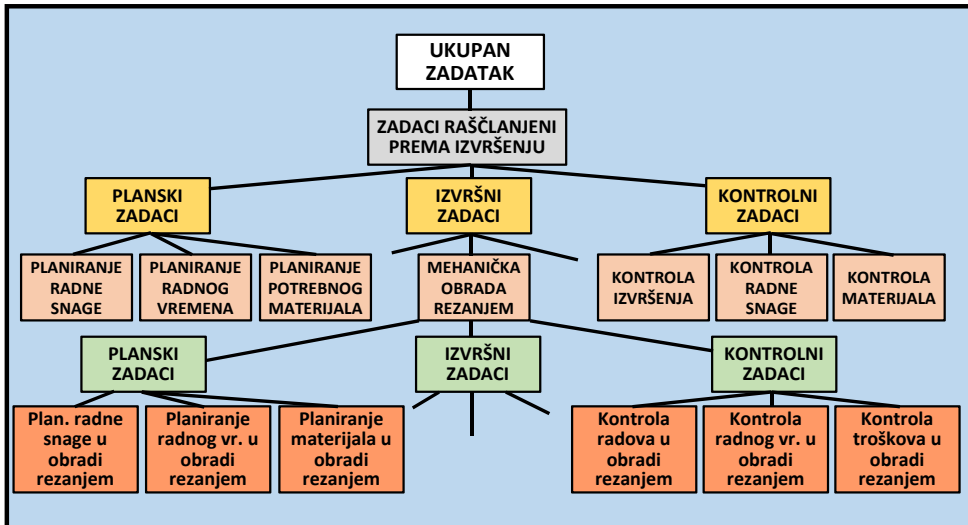
Slika 4. Raščlanjivanje zadatka prema objektu [11]



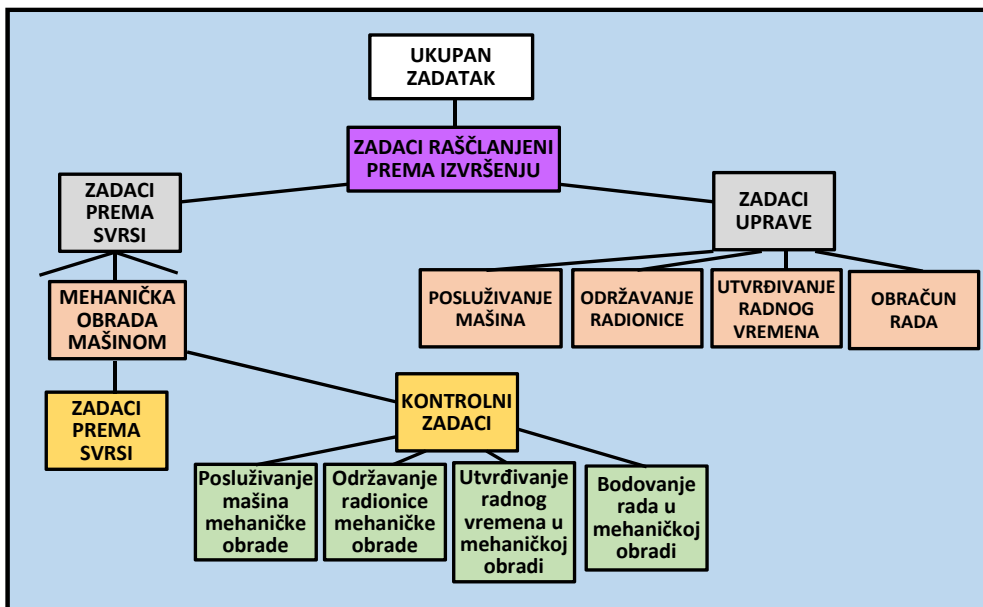
Slika 5. Raščlanjivanje zadatka prema izvršenju i prema objektu [11]



Slika 6. Raščlanjivanje zadatka prema rangu [11]



Slika 7. Raščlanjivanje zadatka prema fazi [11]



Slika 8. Raščlanjivanje zadatka prema svrsi [11]

Postavlja se pitanje dokle ići u podjeli ukupnog zadatka, odnosno na kom nivou se zadržati, da li recimo ići na manji broj složenih ili veći broj jednostavnijih zadataka.

Važi pravilo da je stepen raščlanjivanja u funkciji serijnosti proizvodnje, odnosno obima izvođenja istovrsnih zadataka.

Ovo se posebno odnosi na raščlanjivanje zadataka u oblasti obrade materijala odnosno u mašinstvu, tj. metalopradi.

Uzet ćemo dvije krajnosti u našoj struci: pojedinačnu i serijsku proizvodnju (ovo serijsku nevezano za tip malo, srednje ili velikoserijska). Svakako da kod izrade jednog ili nekoliko proizvoda nećemo imati veliku potrebu za raščlanjivanje na ovako veliki broj funkcija jer će nam se taj proizvod pojaviti sada i ko zna kada više. Također i vrijeme za izradu tog proizvoda neće biti toliko važno pa da sve moramo planirati. Ovdje se postavlja problem velikih pojedinačnih proizvoda kao npr. mostovi, turbine i sl, gdje njih svrstati i kako se ponašati u tom slučaju.

Na drugoj strani za postavljanje serijske proizvodnje u našoj fabrici ili na jednoj proizvodnoj liniji svakako da ćemo mi izvršiti temeljitu pripremu i organizaciju svih faktora do u detalje kako nam posao ni u jednom trenutku ne bi došao u pitanje. Da bismo obazbjedili da ne dođe ni do kakvih zastoja mi prethodno moramo stvoriti uslove za to: podijeliti ukupan zadatak na niz parcijalnih do nivoa pojedinačnog zadatka tako da se u svakom trenutku zna šta se dešava sa proizvodnjom. U dobrom planiranju ovakve proizvodnje ogledat će se i konačni rezultati, a to bi u krajnjem slučaju bila dobit.

Svakako da kod ovih podjela treba voditi računa i poštovati kriterij da pojedinačni zadaci predstavljaju takve radne cjeline, gdje će se voditi računa o racionalnom iskorištavanju pojedinca i njemu dodjeljenih sredstava za rad. [10]

Raščlanjivanje ukupnog zadatka na posebne, a ovih još na uže sve do pojedinačnih nije samo sebi cilj – odnosno nije cilj da se ostane na tome. Raščlanjivanje se vrši radi daljnje sinteze, odnosno povezivanja ovih užih i širih skupina zadataka i poslova u sve šire skupine, koje će na kraju obezbjediti izvršenje ukupnog zadataka.

Međutim, povezivanja pojedinačnih poslova i zadataka u šire komplekse ne predstavlja običnu mehaničku radnju ponovnog sastavljanja prethodno „razbijenog“ ukupnog zadatka, jer kada bi to tako bilo onda raščlanjivanje ne bi imalo svoga smisla. Ovo grupisanje poslova i zadataka u šire skupine treba da obezbjedi cjelishodno i pravovremeno izvršenje ukupnog zadatka, a ovo je moguće postići jedino njenim prethodnim raščlanjivanjem na pojedinačne zadatke i poslove, koje zatim smišljenim kombinacijama i povezivanjem u uže, a ovih dalje u šire skupine obezbjeđuju realizaciju krajnjeg zadatka na najbolji mogući način.

Ovo povezivanje pojedinačnih poslova i zadataka u uže i šire skupine vrši se sistematično, određenim redosljedom i uz primjenu određenih principa. U organizacijskoj teoriji poznato je više ovih principa, ali su dva opšte važeća i opšte prihvaćena:

- princip sličnosti i
- princip bliske vezanosti poslova.

Prema prvom principu pojedinačni zadaci grupišu se u uže, a ovi u šire prema istorodnosti poslova kojima se zadaci izvršavaju, dok se prema drugom principu poslovi grupišu prema njihovoj uslovljenosti i međusobnoj povezanosti sa stanovišta izvršenja zadatka višeg reda.

Prema principu sličnosti grupišu se uglavnom pojedinačni zadaci na nižim stepenima ukupnog zadatka, dok na višim stepenima preovladava primjena principa bliske vezanosti poslova. Veoma često dolazi do upotrebe odnosno primjene i jednog i drugog principa.

Pri sastavljanju također ne smijemo gubiti iz vida i funkciju i značaj vremena za koje će se ti zadaci pojaviti i na kraju sam gotov proizvod pojaviti na tržištu. Cilj je naravno da to bude što kraće i da se naš proizvod pojavi na tržištu na vrijeme, odnosno prije istog konkurentskog proizvoda. Svako kašnjenje u današnjim uslovima se jako skupo plaća.

Nas posebno interesuje ova proizvodna funkcija. Zadatak proizvodne funkcije jeste izrada proizvoda određenog obima i asortimana i tačno određenog kvaliteta jer inače od tog proizvoda nema ništa.

Proizvodi se međusobno razlikuju prema svojoj strukturi, vrsti ili asortmanu, materijalu od kojih su izrađeni, gabaritu, težini i sl. Svaka od ovih osobina ima uticaj na modalitet organizacije proizvodne funkcije.

Svakako da će složeniji proizvod zahtjevati i složeniju unutrašnju organizaciju, posebno proizvodne funkcije nego neki jednostavan proizvod. Složenost organizacije će se ovdje ispoljiti u vidu teškoća izazvanih koordinacijom rada, održavanjem programiranih tokova, iskorištavanjem kapaciteta i sl.

Od svih faktora organizacije proizvodne funkcije najznačajniji je faktor količine određene vrste ili tipa proizvoda. Ovaj faktor ustvari predstavlja u neku ruku sintezu svih faktora jer se putem količine odražava ne samo obim društvenih potreba, već i tipičnost svih ostalih osobina datog proizvoda.

### **3. TIPOVI PROIZVODNJE KAO FAKTOR ORGANIZACIJE PROIZVODNE FUNKCIJE**

Pod tipom proizvodnje podrazumijeva se količina proizvoda iste vrste (tipa) koja se istovremeno radi u okviru jednog tehnološkog ciklusa, odnosno tip proizvodnje opisuje da li sa jednom pripremljenom proizvodnjom možemo da proizvedemo jedan proizvod, seriju proizvoda ili neograničenu količinu proizvoda.

Sa stanovišta tipa proizvodnje razlikujemo: [8,9]

- pojedinačnu proizvodnju – za slučaj da se proizvodi jedan ili nekoliko uvijek različitih proizvoda i
- količinsku proizvodnju – za slučaj da se proizvodi u nekim određenim količinama.

U području količinske proizvodnje razlikujemo:

- Serijsku proizvodnju sa podvrstama:
  - maloserijsku,
  - srednjeserijsku i
  - velikoserijsku proizvodnju (prekidnog i nepekidnog karaktera).
- Masovnu proizvodnju.

Neki autori ovome dodaju i

- automatizovanu i
- lančanu proizvodnju,

dok neki autori smatraju da su ovo vrste masovne proizvodnje sa svojim specifičnostima.

Sa stanovišta toka proizvodnih procesa razlikujemo: [8,9]

- prekidan i
- neprekidan tok.



Prekidan tok može da se odnosi na:

- proizvodnju uvijek novog proizvoda (pojedinačna proizvodnja) i
- proizvodnju više proizvoda u serijama koje se povremeno ponavljaju (ponavljajuća serijska proizvodnja).

Neprekidan tok se odnosi na proizvodnju uvijek istog komada (masovna proizvodnja).

Osnovne karakteristike pojedinačnog tipa proizvodnje su: [8,9]

- proizvodnja se vrši po narudžbi, za poznatog kupca,
- tehnička priprema se vrši za svaki posao – proizvod,
- priprema radnog mjesta se vrši za svaku operaciju na svakom mjestu,
- mašinski park je sastavljen od univerzalnih mašina usljed potrebe prilagođavanja svakodnevnim promjenama asortimana proizvoda,
- bogat mašinski park, radi mogućnosti ostvarenja svakog posebnog zadatka,
- radna mjesta su raspoređena u grupama prema srodnosti (što svakako zahtijeva i drugačiju organizaciju unutrašnjeg transporta),
- s obzirom na česte promjene asortimana kao i na okolnost da je otežano planiranje vrsta proizvoda koji će se raditi potrebno je posjedovati radnu snagu sa prosječno većim stepenom kvalifikovanosti,
- zalihe materijala su veće nego u serijskoj ili masovnoj proizvodnji,
- ciklus proizvodnje je duži nego u serijskoj ili masovnoj proizvodnji, a mogućnost primjene standarda (vremena) daleko manja.

**Ovakav tip proizvodnje karakterističan je za proizvode sa jako izraženim individualnim karakteristikama npr. mostovi, turbine, kotlovi, brodovi itd.**

Osnovne karakteristike serijskog tipa proizvodnje su: [8,9]

- proizvodnja se vrši za skladište, ne čekajući kupca,
- troškovi pripreme radnog mjesta odnose se na sve komade jedne serije,
- troškovi konstruktivno – tehnološke razrade odnose se na čitavu seriju,
- razrada tehnološkog procesa je detaljna,
- stepen detaljnosti zavisi od broja komada koji će se raditi,
- struktura radne snage je na prosječno nižem nivou nego u pojedinačnoj proizvodnji jer je tehnološki proces podjeljen na veći broj jednostavnijih operacija. Ovdje mogu da rade i priučeni radnici što pojeftinjuje proizvodnju,
- mašinski park i alati imaju specijalistička obilježja, a stepen specijalnosti zavisi od tipa proizvodnje (malo, srednje ili velikoserijska),
- primjena standarda (vremena) je široka.

**Ovaj tip proizvodnje karakterističan je za proizvode koji po svojim osobinama mogu da zadovolje širi krug potrošača.**

Glavne karakteristike masovnog tipa proizvodnje: [8,9]

- proizvodnja je kontinuirana – radi se neprekidno u tri smjene,
- radna mjesta su grupisana u odjeljenja prema toku tehnološkog procesa,
- odjeljenje vrši samo jednu fazu prerade,

- radionička priprema je izvršena u fazi izgradnje objekta,
- ciklus proizvodnje je ravan vremenu koje je tehnološki neophodno da materijal prođe od prve do posljednje faze,
- unutrašnji transport je mehaniziran jer se radi o velikim količinama,
- problemi održavanja sredstava i uređaja su jako izraženi i
- proizvodnja se prekida obično jedanput u godini radi remonta postrojenja.

**Masovni tip proizvodnje zastupljen je u metalurgiji, prehrambenoj, tekstilnoj, hemijskoj industriji i sl. koje rade jednu vrstu proizvoda za koju postoji trajna i masovna potražnja.**

Lančana proizvodnja nije poseban tip proizvodnje, već kombinacija masovnog i linijskog tipa. Za svoje uvođenje lančana proizvodnja zahtijeva obilježja masovne proizvodnje odnosno zahtijeva masovnu potrošnju artikala, a linijski raspored mašina će biti protegnut na sve faze rada počev od ulaska sirovina do montaže finalnog proizvoda.

Ova proizvodnja omogućava veliku produktivnost koja je uslovljena time što se tehnološke operacije dijele na veći broj prostijih – jednostavnijih operacija pa to zahtijeva manje vremena za njihovo izvršenje.

Osnovna karakteristika lančane proizvodnje je radni takt. On je ravnomjeran na svim radnim mjestima u lancu što znači da se predmet rada vremenski jednako zadržava na svakoj tehnološkoj operaciji. Ova ravnomjernost se postiže na dva načina:

- tehnološkim strukturiranjem operacija i njihovim svođenjem na isti obim i
- proračunom potrebnog broja radnih mjesta (potreban broj radnih mjesta, radi postizanja ujednačenog takta računa se tako da se za vrijeme najkraće operacije uzima jedno radno mjesto, a za sve ostale operacije broj radnih mjesta se dobiva iz odnosa vremena dotične i najkraće operacije).

**Ovaj tip proizvodnje primjenjuje se u industrijama koje rade artikle za široku potrošnju, koji se konzumiraju u velikim količinama.**

Automatska proizvodnja je najviši vid organizovanja proizvodnje. Osnovne karakteristike ovog vida proizvodnje su:

- proizvodni proces je automatizovan,
- ne postoji klasična forma radnog mjesta jer je sada sve organizovano u okviru automat – fabrike,
- postoji puna proizvodno – tehnološka sinhronizacija,
- eliminisan je transport odnosno ljudski rad;
- postoji automatska kontrola po fazama,
- ljudski rad je izuzetno zadržan,
- ovaj vid proizvodnje zahtjeva veće investicije.

**Potrebno je naći masovno tržište za duži vremenski period sa uskim asortimanom proizvoda.**

### 3.1. Analitička metoda utvrđivanja tipa proizvodnje

Izbor tipa proizvodnje vrši se na osnovu ispitivanja odnosa između vremena trajanja svih operacija obrade jednog komada i ritma proizvodnje. Pomenuti odnos se naziva stepenom ili koeficijentom serijnosti i izračunava se kao:

$$K_{ser} = \frac{\sum t_{ii}}{R} \quad \dots(1)$$

gdje je:

- $t_{ii}$  – vrijeme trajanja  $i$  – te operacije,
- $R$  – ritam proizvodnje.

$$R = \frac{K_k}{q_j} \quad \dots(2)$$

gdje je:

- $K_k$  – koristan kapacitet,
- $q_j$  – količina (obim) proizvoda za dati vremenski period.

Koristan kapacitet se izračunava prema:

$$K_k = m_k \cdot n_k \cdot s_k \cdot \eta_k \quad \dots(3)$$

gdje je:

- $m_k$  – broj radnih dana u godini,
- $n_k$  – broj radnih sati u smjeni,
- $s_k$  – broj smjena na dan  $i$
- $\eta_k$  stepen vremenskog iskorištenja.

**Ukoliko je:**

1.  $K_{ser} < 1$  odnosno  $\sum t_{ii} < R$  **proizvodnja je maloserijska;**

2.  $K_{ser} > 1$  odnosno  $\sum t_{ii} > R$  **proizvodnja je serijska;**

Za određivanje karaktera serijnosti potrebno je uzeti dodatni kriterij i to putem vremena trajanja najduže operacije. Ako je:

a)  $\frac{t_{i\max}}{R} < 1$  odnosno  $t_{i\max} < R$  **proizvodnja je srednjeserijskog karaktera;**

b)  $\frac{t_{i\max}}{R} > 1$  odnosno  $t_{i\max} > R$  **proizvodnja je velikoserijskog karaktera;**

U ovom slučaju, slučaju velikoserijske proizvodnje, razlikujemo dvije mogućnosti:

- U slučaju da je  $t_{i\max} > R$  ali je vrijeme trajanja većeg broja operacija manje od ritma radi se o **velikoserijskoj proizvodnji prekidnog (ponavljajućeg) karaktera;**

- U slučaju da je  $t_{i\max} > R$  ali je vrijeme trajanja većeg broja operacija veće od ritma onda imamo **velikoserijsku proizvodnju neprekidnog (kontinuiranog) karaktera**.

3.  $\frac{t_{i\min}}{R} \cong 1$  odnosno  $t_{i\min} \cong R$  u pitanju je **masovna proizvodnja** u kojoj na mjestima dužih operacija treba uvesti dva ili više radnih mjesta.

Svaka slijedeća aktivnost na pripremi proizvodnje, izboru mašina, alata, prostornom rasporedu, izboru ljudi, itd. će u osnovi biti projektovana na osnovu određenog tipa proizvodnje.

Pored gore navedene klasifikacije proizvodnje, u nastavku će se prezentirati još jedna klasifikacija i to prema tipu narudžbe kupca.

### 3.2. Klasifikacija proizvodnje prema tipu narudžbe kupca

Prema ovoj klasifikaciji, razlikujemo proizvodnju za skladište i proizvodnju prema narudžbi kupca.

#### 3.2.1. Proizvodnja za skladište.

Ova proizvodnja osigurava brzu uslugu uz niske troškove, ali nudi i manju fleksibilnost u izboru proizvoda nego proizvodnja po narudžbi kupca. Kod proizvodnje za skladište mali broj proizvoda je potaknut narudžbama određenog kupca. Kupac uzima proizvod sa skladišta ako je on raspoloživ i ako mu je cijena i kvalitet prihvatljiva.

#### 3.2.2. Proizvodnja prema narudžbi kupca.

U biti, ova proizvodnja odgovara na zahtjeve koje kupac ima za proizvodom. Temeljom zahtjeva kupca, odnosno specifikacije proizvoda koje kupac želi, proizvođač nudi cijenu i rok isporuke u obliku ponude. U slučaju prihvatanja ponude od strane kupca pristupa se proizvodnji, odnosno sastavljanju proizvoda od gotovih komponenti ili od komponenata koje treba tek izraditi ili, pak, kombiniranjem navedenih komponenata. Nakon kompletiranja proizvod se isporučuje kupcu.

## 4. RAZMJESTAJ ODJELJENJA I RADNIH MJESTA

Sljedeće logičko pitanje nakon izračunavanja koeficijenta serijnosti jeste: Kako rasporediti i odjeljenja i radna mjesta?

Radna mjesta u pogonu (odjeljenja) grupišu se na više načina. Način grupisanja radnih mjesta naziva se sistem proizvodnje.

Raspored radnih mjesta predstavlja posljednju fazu u oblikovanju prostornih struktura. Naime, pomenuto oblikovanje obuhvata:

1. raspored objekata u okviru situacionog plana,
2. raspored odjeljenja unutar jednog objekta i
3. raspored mašina odnosno radnih mjesta u okviru jednog odjeljenja.

Raspored lokacije opreme i prostora određuje niz faktora među kojima su najznačajniji tok tehnološkog procesa i količine materijala koje se kreću kroz dati proces. Ovo i jest razlog da većina metoda za iznalaženje rješenja koriste upravo naznačene faktore i kao osnovni cilj postavljaju ostvarivanje najmanjeg transportnog učinka (rada) pri kretanju materijala kroz proces. Za jednu oblikovanu prostornu strukturu, definisanu kvadratnom matricom dužine puteva ( $L=l_{i,j}$ ), transportni učinak je dat izrazom:

$$\min Q = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n q_{i,j} \cdot l_{i,j} \quad i, j = 1, 2, 3, \dots, n \quad \dots(4)$$

gdje je:

$Q$  – ukupni transportni učinak;

$q_{i,j}$  – količina materijala koja se kreće od  $i$  – te do  $j$  – te lokacije;

$l_{i,j}$  – dužina transportnog puta između  $i$  – te i  $j$  – te lokacije.

S obzirom da je minimiziranje transportnih troškova veoma značajan ekonomski kriterijum kod oblikovanja rasporeda (prostorne strukture) jednog proizvodnog objekta, funkcija cilja može da bude data izrazom:

$$\min C = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n \sum_{k=1}^n q_{i,j} \cdot l_{i,j} \cdot c_{i,j} \quad i, j = 1, 2, 3, \dots, n \quad \dots(5)$$

gdje su:

$C$  – ukupni troškovi transporta,

$c_{i,j}$  – veličina jediničnih troškova transporta od  $i$  – te do  $j$  – te lokacije.

#### 4.1. Primjer rasporeda odjeljenja metodom minimalnog transportnog učinka

Kod kvantitativnog pristupa razmještaja odjela koristi se metoda temeljena na minimalnom transportnom učinku. U provedbi ove metode koristi se tzv. matrica (**od-do**), koja omogućava da se pregledno prikaže kretanje predmeta rada, odnosno materijala, između pojedinih faza proizvodnje. Količina materijala koja se kreće između pojedinih lokacija može se iskazati različitim pokazateljima: brojem komada, masom, brojem transportnih jedinica ili brojem transportnih ciklusa. Razmještaj odjela opisaćemo na jednom primjeru [3,8,9].

Pretpostavimo da se proizvodi ( $P_1$ ), ( $P_2$ ), ( $P_3$ ) i ( $P_4$ ) izrađuju na taj način što, slijedeći tehnološki postupak, prolaze kroz četiri odjela jedne tvornice koji su označeni s (A), (B), (C) i (D). Površine odjela u površinskim jedinicama iznose: (A)=100  $m^2$ , (B)=150  $m^2$ , (C)=50  $m^2$  i (D)=300  $m^2$ . Redoslijed kretanja proizvoda kao i količina transportnih jedinica prikazana je u Tabeli 3.

Na temelju datih podataka vrši se razmještaj odjela i izbor povoljnije varijante razmještaja u više koraka.

Tabela 3. Redoslijed kretanja proizvoda kroz odjele [3,8,9]

Proizvod	Raspored kretanja proizvoda	Količina/jedinica transporta
P <sub>1</sub>	A – B – C – A – D	200
P <sub>2</sub>	C – B – D – C – A	400
P <sub>3</sub>	B – A – B – A – D	500
P <sub>4</sub>	B – C – D – B – C	100

U prvom koraku se vrši analiza toka i utvrđuje se broj transportnih ciklusa po proizvodu između odjela, na temelju tehnološkog postupka. Za naš primjer, pregled broja transportnih ciklusa prikazan je u vidu matrice, Tabela 4.

Tabela 4. Matrica broja transportnih ciklusa [3,8,9]

	P <sub>1</sub>	P <sub>2</sub>	P <sub>3</sub>	P <sub>4</sub>	Σk
A					5
B					6
C					5
D					4

U drugom koraku utvrđuje se transportni učinak između odjela na temelju broja transportnih ciklusa i količine transportnih jedinica između odjela po svakom proizvodu. Matrica transportnog učinka prikazana je u Tabeli 5.

Tabela 5. Matrica transportnog učinka [3,8,9]

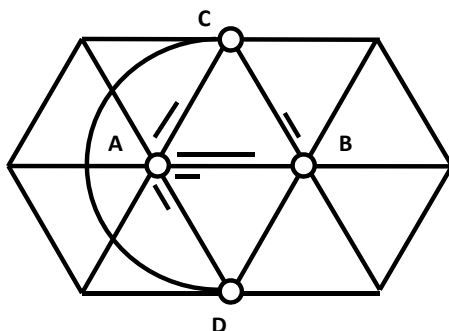
	A	B	C	D	Σai
A	-	P <sub>1</sub> – 200 P <sub>3</sub> – 500	-	P <sub>1</sub> – 200 P <sub>3</sub> – 500	1400
B	P <sub>3</sub> – 500 P <sub>3</sub> – 500	-	P <sub>1</sub> – 200 P <sub>4</sub> – 100 P <sub>4</sub> – 100	P <sub>2</sub> – 400	1800
C	P <sub>1</sub> – 200 P <sub>2</sub> – 400	P <sub>2</sub> – 400	-	P <sub>4</sub> – 100	1100
D		P <sub>4</sub> – 100	P <sub>2</sub> – 400	-	500
Σbj	1600	1200	800	1200	4800

U trećem koraku izračunava se ukupan intenzitet kretanja između odjela i rangira se po veličini. Rang ujedno određuje redoslijed raspoređivanja odjela. U našem primjeru ukupan intenzitet kretanja kao i utvrđeni rang intenziteta prikazan je u Tabeli 6.

Tabela 6. Ukupan intenzitet kretanja između odjela [3,8,9]

Veza odjeljenja	Intenzitet	Rang
AB (BA)	1700	1
AC (CA)	600	4
AD (DA)	700	3
BC (CB)	800	2
BD (DB)	500	5
CD (DC)	500	6

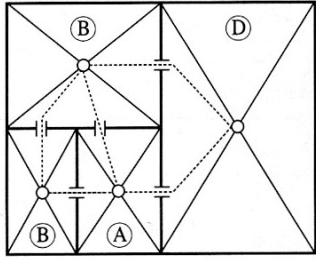
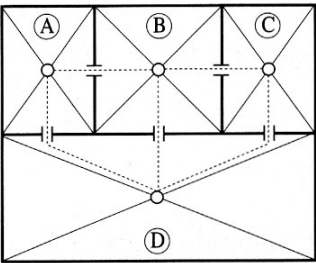
U četvrtom koraku, koristeći se utvrđenim redoslijedom lociranja i kasnije objašnjenim modificiranim postupkom trokuta ili nekom drugom metodom, provodi se postupak razmještanja odjela. U ovom slučaju razmještaj odjela po metodi trokuta dat je na Slici 9.



Slika 9. Razmještaj odjela [3,8,9]

U petom koraku razvija se nekoliko varijanti razmještanja odjela na temelju postignutog razmještanja u prethodnom koraku i zadanih stvarnih površina odjela. Izbor povoljnije varijante vrši se na temelju ukupne transportne karakteristike  $Q_{ki}$ , Slika 10. [3,8,9]

Povoljnija varijanta razmještanja je ona kod koje je najmanji transportni učinak. U našem slučaju to je prva varijanta razmještanja jer je  $141.000 < 165.000$ .

Varijanta rasporeda		Veza	Udaljenost $l_{ij}$ (m)	Količina $q_{ij}$	Karakteristika $Q_{ij}=q_{ij} \cdot l_{ij}$
Broj	Skica				
1	2	3	4	5	6
1		AB (BA)	23	1700	39.100
		AC (CA)	19	600	11.400
		AD (DA)	34	700	23.800
		BC (CB)	26	800	20.800
		BD (DB)	40	500	20.000
		CD (DC)	52	500	26.000
		<b>UKUPNO</b>			
2		AB (BA)	32	1700	54.400
		AC (CA)	65	600	39.000
		AD (DA)	36	700	25.200
		BC (CB)	24	800	19.200
		BD (DB)	23	500	11.500
		CD (DC)	43	500	21.500
		<b>UKUPNO</b>			

Slika 10. Moguće varijante razmjesta odjela

#### 4.2. Raspored radnih mjesta – sistem proizvodnje

Radna mjesta se grupišu na više načina. Način grupisanja radnih mjesta naziva se sistem proizvodnje. Postoji više sistema od kojih su najčešći u primjeni:

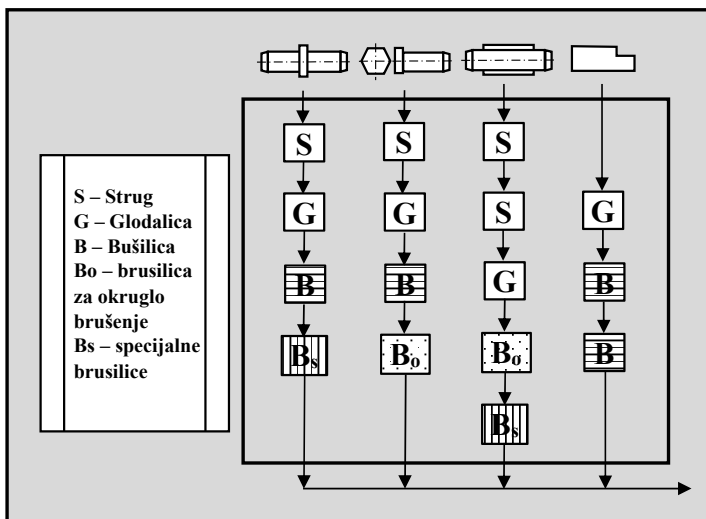
- linijski,
- smaknuti,
- sistem trougla i
- sistem krugova.

##### 4.2.1. Linijski sistem rasporeda

U linijskom sistemu radna mjesta su grupisana prema toku tehnološkog procesa izrade dijela – proizvoda (princip bliske vezanosti). Postavljena su u liniji onim redom kojim će se izvršavati pojedine radne operacije. Ključna karakteristika ovog pristupa je u tome što se operacije odvijaju svojim prirodnim redosljedom (linijski tok), a sredstva za proizvodnju se raspoređuju shodno tom redosljedu. Raspored radnih mjesta, po ovom sistemu, grafički izgleda kao na Slici 11.

Kod ovog rasporeda se obično javljaju tri oblika, i to: raspored u jednopredmetne linije, raspored u višepredmetne linije i raspored u skupine.





Slika 11. Prostorni raspored sredstava za proizvodnju (layout) kod predmetnog pristupa [3]

Općenito govoreći, kod predmetnog pristupa prostornom rasporedu proizvodnih sredstava formira se skupina različitih sredstava za proizvodnju s ciljem da se u toj skupini izradi određena skupina sličnih dijelova. Ukoliko je kretanje proizvoda samo u jednom smjeru, riječ je o jednopredmetnoj ili višepredmetnoj liniji. U slučaju da to nije moguće zbog povratnih tokova, tada se proizvodna sredstva reorganiziraju po proizvodnim jedinicama (čelijama) na načelima grupne tehnologije. Okupljanje mašina se vrši tako što se sve mašine potrebne za izradu određene porodice sličnih dijelova okupe, čime se postiže pravilan linijski tok.

**Prednosti** predmetnog rasporeda proizvodnih sredstava su: jednostavniji tokovi materijala, kraći ciklusi proizvodnje jer predmeti rada prelaze najkraći put, nema povratnih hodova, olakšana međufazna kontrola jer se kontrola obično obavlja prije početka prve operacije i na kraju nakon završne operacije, manja nedovršena proizvodnja, veća ekonomičnost proizvodnje, olakšano upravljanje itd.

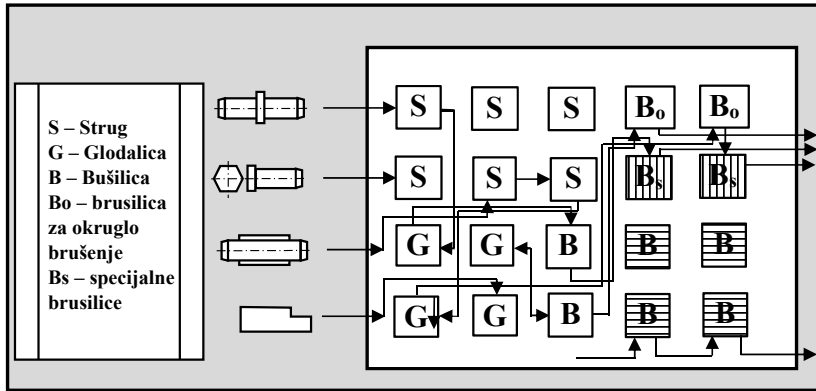
**Nedostaci** ovog pristupa su: manji stepen iskorištenja kapaciteta, veće potrebe za investiranjem u opremu jer se ista vrsta mašine pojavljuje na liniji onoliko puta koliko se puta dotična tehnološka operacija ponavlja, niska fleksibilnost, otežano rukovođenje jer je teško naći univerzalnog rukovodioca koji može sa uspjehom rukovoditi svim radnim mjestima sa različitim tehnologijama, usljed ponavljanja iste operacije na istom dijelu tokom izvjesnog vremena javlja se osjećaj dosade (monotonije), itd.

Bez obzira na nedostatke, ovaj pristup rasporeda proizvodnih sredstava koristi se u slučaju kontinuirane proizvodnje i velikog obima proizvodnje.

#### 4.2.2. Grupni (smaknuti) sistem rasporeda

Prema ovom pristupu sve se istovrsne operacije ili procesi istog tipa izvode na istom mjestu. To znači da su sredstva za rad skupljena po određenim funkcijskim (tehnološkim) karakteristikama. Na primjer, strugovi na jednom mjestu, glodalice na drugom, bušilice na

trećem itd., Slika 12. [3]. Kod ovog rasporeda radnih mjesta putanja kretanja pojedinih komada priklanja se unaprijed datom rasporedu. Redovna je pojava da se predmet rada ne kreće po pravoj liniji. Povratni hodovi su neizbježni pa to utiče na povećanje troškova unutrašnjeg transporta.



Slika 12. Prostorni raspored sredstava za proizvodnju (layout) kod grupnog rasporeda [3]

**Prednosti** ovog pristupa su: bolje iskorištenje kapaciteta, manje potrebe za investicijama u opremu, veća fleksibilnost, veća stručnost radne snage, lakše održavanje kontinuiteta proizvodnje u slučaju poremećaja (kvar mašine, nedostatak materijala, nedostatak radnika i sl.), olakšano rukovođenje pošto se radi o radnim mjestima istih tehnoloških karakteristika, radnik ima mogućnost šireg usavršavanja nego u linijskom sistemu, i dr.

**Nedostaci** ovog pristupa su: izmiješani tokovi materijala, dugački ciklusi proizvodnje, velika nedovršena proizvodnja, zahtijeva veću operativnu površinu nego linijski sistem, tehnička kontrola se obično vrši nakon svake operacije što produžava vrijeme proizvodnje, itd. [3,5,8]

Bez obzira na sve nedostatke, ovaj model grupnog rasporeda sredstava za proizvodnju se koristi u slučaju nestabilnog toka resursa i proizvodnje po narudžbi, odnosno malih količina proizvodnje kao što je pojedinačna i maloserijska proizvodnja.

#### 4.2.3. Sistem trougla

Sistemom trougla nastoji se svesti unutrašnji transport na najmanju mjeru. Radna mjesta su raspoređena po sistemu istostranog trougla tako da se komad, koji se obradi na jednoj mašini može pokretom ruke i tijela dohvatiti i postaviti na drugu mašinu. Tamo gdje se radi o većem broju operacija (4 ili više) javlja se potreba dodatnog transporta (vidi Sliku 9).

Raspored radnih mjesta (mašina) izvodi se na osnovu ranga svake lokacije pri čemu je taj rang određen brojem transportnih veza između lokacija ili intenzitetom tih veza.

Ovaj postupak ne uzima u obzir površinu date lokacije pa se nakon idealnog rasporeda prostorna struktura mora korigovati prema stvarnim prostornim potrebama za svaku lokaciju.

## 4.2.3.1. Modificirani postupak trougla – Primjer

Modificirani postupak trougla dobio je naziv po tome što je prostorni raspored lokacija određen položajem vrhova tačkica jednakostraničnog trougla [13]. Raspored sredstava za proizvodnju, odnosno njihovih lokacija, izvodi se na temelju ranga svake lokacije, pri čemu se taj rang određuje brojem transportnih veza između lokacija ili intenzitetom tih veza. Ovaj postupak ne uzima u obzir površinu date lokacije pa se nakon idealnog prostornog rasporeda prostorna struktura mora korigirati prema stvarnim prostornim potrebama za svaku pojedinu lokaciju. Funkcija kriterija je:

$$\min Q = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n q_{i,j} \cdot l_{i,j} \quad i, j = 1, 2, 3, \dots, n \quad \dots(6)$$

gdje je:

$q_{i,j}$  – intenzitet transportnog toka između  $i$  – te  $j$  – te lokacije,

$l_{i,j}$  – udaljenost između  $i$  – te  $j$  – te lokacije.

Po ovoj metodi, razmještaj se vrši u dva koraka. U **prvom koraku** vrši se raspored prve dvije lokacije na način što:

1. pronademo  $(q_{ij})_{max}$  (broj godišnjih transportnih jedinica od  $i$  – te do  $j$  – te lokacije) i označimo te lokacije;
2. ove lokacije označimo na dva proizvoljna vrha u mreži jednakostraničnih trouglova;
3. ako postoji više istih veličina  $(q_{ij})_{max}$ , u tom slučaju se daje prednost onoj lokaciji koja ima više veza ukoliko i po ovom kriteriju imamo dvije iste lokacije, onda se uzima proizvoljno jedna.

**Drugi korak** podrazumijeva raspored ostalih lokacija na način što:

1. zbrajamo sve intenzitete između neraspoređenih lokacija, a zbrajanje se izvodi za svaku lokaciju,
2. zatim pronalazimo maksimalnu vrijednost zbira i ona lokacija kojoj taj zbir pripada je naredna lokacija koju treba rasporediti.

Razmještaj lokacija za proizvodna mjesta može se najbolje opisati pomoću primjera.

Pretpostavimo da se proizvodni proces odvija u odjelu s devet različitih sredstava za proizvodnju. Pretpostavimo da svako sredstvo za proizvodnju predstavlja po jedno radno mjesto, odnosno po jednu lokaciju. Za takav proces su zadane transportne jedinice i njihove vrijednosti koje su prikazane u vidu orijentirane matrice, ili matrice transportnih intenziteta, Tabela 7.

Tabela 7. Orijentirana matrica [3,8]

		Radna mjesta								
		1	2	3	4	5	6	7	8	9
Radna mjesta	1	-	220		150			100		50
	2		-	50	100		220			
	3	100		-		50			50	
	4	150			-	100				
	5		130			-				110
	6			50		90	-	60		
	7	200						-		
	8			100				40	-	
	9	70							90	-

Na temelju podataka datih u gore navedenoj tablici potrebno je izvršiti raspoređivanje sredstava za proizvodnju po modificiranom postupku trougla. Prvo što treba uraditi jeste transformirati zadanu matricu u novu matricu koja se naziva neorijentirana ili trougla matrica transportnih intenziteta, Tabela 8.

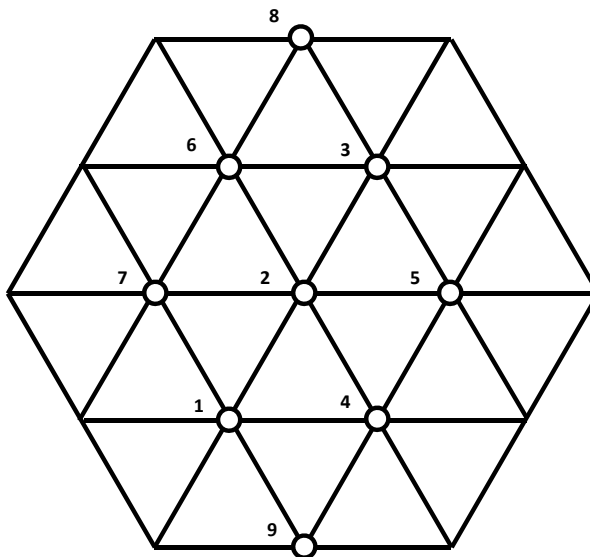
Tabela 8. Matrica intenziteta transporta [3,8]

		Radna mjesta								
		1	2	3	4	5	6	7	8	9
Radna mjesta	1	0								
	2	220	0							
	3	100	50	-						
	4	300	100	0	0					
	5	0	130	50	100	0				
	6	0	200	50	0	90	0			
	7	300	0	0	0	0	60	0		
	8	0	0	150	0	0	0	40	0	
	9	120	0	0	0	110	0	0	90	0

U ovoj matrici dat je ukupni transportni intenzitet između radnih mjesta u oba smjera. Na primjer, intenzitet transporta između radnih mjesta (1) i (4) je 150, a od (4) do (1) također 150, što ukupno iznosi 300. U matrici intenziteta, treba pronaći  $(Q_{ij})_{\max}$  koji u ovom primjeru iznosi 300 transportnih jedinica.

Prema tome, javljaju se dva radna mjesta s istim intenzitetom, a to je radno mjesto (4) i radno mjesto (7), koja su povezana s radnim mjestom (1). Kontrolom broja veza spomenutih radnih mjesta utvrđeno je da je  $i$  on isti, a iznosi tri (radno mjesto (4) povezano je s radnim mjestima (1), (5) i (2), a radno mjesto (7) povezano je s radnim mjestima (1), (6) i (8)). Prema tome, sada

se proizvoljno odabira jedno od ova dva radna mjesta koja ćemo zajedno s radnim mjestom jedan rasporediti u trouglu mreži, Slika 13.



Slika 13. Trougla mreža [3,8]

Drugi korak provodi se korištenjem posebnog postupka utvrđivanja redosljeda lociranja proizvodnih sredstava koji je prikazan u Tabeli 9.

Radno mjesto (1) i (4) postavimo proizvoljno u trouglu mrežu. Njih također upisujemo u Tablicu 4. i iz matrice intenziteta upisujemo intenzitete transporta s još neraspoređenim radnim mjestima. Nakon toga zbrajamo intenzitet i tamo gdje je taj zbir maksimalan, to je sljedeće radno mjesto koje treba rasporediti. U ovom primjeru to je radno mjesto (2). Postupak u tablici stalno ponavljamo sve dok ne rasporedimo sva radna mjesta. Radno mjesto (2) možemo postaviti u odnosu (1) i (4) (već locirana radna mjesta) u vrh trougla s jedne ili s druge strane na čijoj osnovici leže radna mjesta (1) i (4).

Sljedeća radna mjesta koja treba po redosljedu u tablici rasporediti raspoređuju se u zavisnosti od intenziteta veza s već lociranim radnim mjestima u trouglu mreži. Postupak je da se ta radna mjesta postavljaju bliže onim radnim mjestima s kojima imaju veći intenzitet transporta. Tako radno mjesto (7) ima transportne veze s (1) i postavljamo ga što bliže radnom mjestu (1). Radno mjesto (6) ima transportne veze s (2) i (7) pa ga postavljamo na vrh trougla na čijoj su osnovici radna mjesta (2) i (7). Ovaj postupak je jednostavan kada je broj radnih mjesta mali, odnosno kada imamo relativno malo raspoređenih radnih mjesta. U našem primjeru već kod raspoređivanja radnog mjesta (5) i dalje postoji veći broj rješenja i treba izabrati ono koje je najbolje.

Tabela 9. Postupak utvrđivanja redoslijeda lociranja [3,8]

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	X	220	100	X	0	0	300	0	120
4		120	0		100	0	0	0	0
Σ		340	100		100	0	300	0	120
2		X	50		130	200	0	0	0
Σ			150		230	200	300	0	120
7			0		0	60	X	40	0
Σ			150		230	260		40	120
6			50		90	X		0	0
Σ			200		320			40	120
5			50		X			0	110
Σ			250					40	230
3			X					150	0
Σ								190	230
9								90	X
Σ								280	
8								X	

Radno mjesto (5) ima transportne veze s radnim mjestima već raspoređenim (2), (4) i (6). Gledajući stanje u mreži, postoje četiri moguće lokacije gdje bismo mogli postaviti radno mjesto (5). Koju poziciju izabrati, odlučuje se na osnovu usporedbe intenziteta transporta koji se provodi u posebnom postupku, Tabela 10.

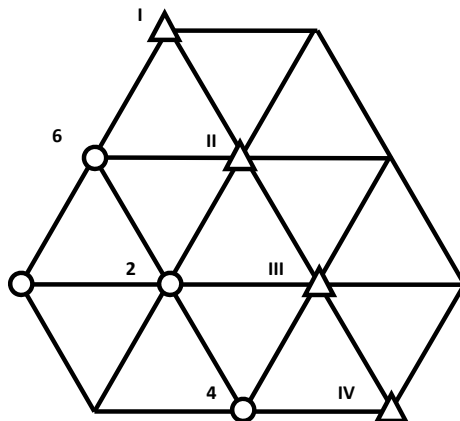
Tabela 10. Postupak izbora najpovoljnije pozicije [3,8]

5	Intenzitet	Varijate			
		I	II	III	IV
2	130	260	130	130	260
4	100	300	200	100	100
6	90	90	90	180	270
<b>UKUPNO</b>		<b>650</b>	<b>420</b>	<b>410</b>	<b>630</b>

Pretpostavljajući da udaljenost između radnih mjesta na vrhovima jednog trougla predstavlja jedinično rastojanje, pri ispitivanju pojedinih varijanti promatramo koliko tih rastojanja ima od već lociranog mjesta do promatrane varijante, Slika 15. Taj broj se množi s transportnim intenzitetom i dobivaju se vrijednosti koje se unose u Tabelu 9. Kada se izvrši sabiranje po varijantama, tamo gdje je zbroj najmanji, ta varijanta se izabira kao mjesto lokacije radnog mjesta koje treba rasporediti. U ovom slučaju radno mjesto (5) treba rasporediti na onu poziciju koja odgovara varijanti III, jer je zbroj najmanji.

Ovaj postupak se ponavlja sve dok se ne rasporede sva radna mjesta u trougloj mreži.

Krajnji rezultati su dati u Tabeli 9 i na Slici 14.



Slika 14. Moguće pozicije za radno mjesto 5 [3,8]

#### 4.2.4. Razmještaj radnih mjesta po metodi krugova

Metoda krugova je razvijena na osnovu kritičkog razmatranja metode trouglova. Pri tome se kao i u prethodnoj metodi za kriterijum razmještaj opreme i radnih mjesta uzima minimalan transportni učinak dat izrazom (6).

Intenzitet transportnog toka  $q_{i,j}$  je zadat matricom transportnih veza, tako da se minimum funkcije cilja dobija u slučaju kada su najkraći putevi  $l_{i,j}$ . Ovo znači da rastojanje između lokacija treba da bude obrnuto proporcionalno jačini intenziteta transportne veze između njih. [8]

$$l_{i,j} = \frac{1}{q_{i,j}} \quad \dots(7)$$

odnosno da se  $i$  – ta lokacija u odnosu na  $j$  – tu lokaciju može postaviti bilo gdje na krugu radijusa  $R_{i,j} = \frac{1}{q_{i,j}}$  opisanom oko  $i$  – te lokacije. Kako bi dobili poluprečnike krugova u željenoj razmjeri ( $R_{i,j}$ ) treba pomnožiti sa odgovarajućim faktorom razmjere  $K$ :

$$R_{i,j} = \frac{K}{q_{i,j}} \quad \dots(8)$$

Postupak razmještaja radnih mjesta objasniti ćemo na jednom primjeru.

##### 4.2.4.1. Primjer razmještaja radnih mjesta po metodi krugova

Data je matrica intenziteta transportnih tokova, u Tabeli 11. Potrebno je izvršiti raspored radnih mjesta po metodi krugova.

Tabela 11. Matrica intenziteta transportnih tokova [9]

		Radna mjesta					
		1	2	3	4	5	6
Radna mjesta	1	0	80	0	42	0	0
	2		0	60	0	130	30
	3			0	50	90	40
	4				0	90	40
	5					0	50
	6						0

Na osnovu zadate matrice formiramo matricu poluprečnika krugova, Tabela 12, pošto smo usvojili faktor razmjere  $K=2000$  kako bi poluprečnike dobili u milimetrima.

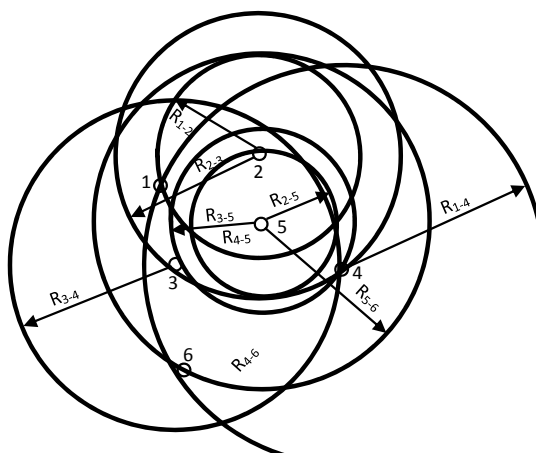
Tabela 12. Matrica poluprečnika krugova [9]

		Radna mjesta					
		1	2	3	4	5	6
Radna mjesta	1	0	25	0	47,6	0	0
	2		0	33,3	0	15,4	66,6
	3			0	40	22,2	50
	4				0	22,2	50
	5					0	40
	6						0

Iz matrice pronalazimo najmanju vrijednost  $R_{2,5} = 15,4 \text{ mm}$ . tako da na crtežu najprije nanosimo lokacije 2 i 5 (Slika 15). U narednoj fazi se ucrtava radijus  $R_{3,5} = R_{4,5} = 22,2 \text{ mm}$ . S obzirom da se lokacije 3 i 4 nalaze na ovom poluprečniku ispituje se veza sa lokacijom 2 ( $R_{2,3} = 33,3 \text{ mm}$  određuje lokaciju 3). Lokacija 2 nije vezana sa lokacijom 4, pa ucrtavamo radijus  $R_{3,4} = 40,0 \text{ mm}$  kojim određujemo položaj lokacije 4. Postupak nastavljamo ispitujući veze ostalih lokacija sa lokacijama 2, 3, 4 i 5.

U slučaju da je neka lokacija vezana sa više od dvije druge lokacije njeni radijusi, odnosno odgovarajući krugovi mogu da se ne sijeku pa ih postavljamo tamo gdje se krugovi najviše približavaju. Dobiveni konačni raspored lokacija potrebno je korigovati uzimajući pri tome u obzir potrebne površine svake od lokacija.





Slika 15. Raspored po metodi krugova

## 5. LITERATURA

- [1] Previšić, J.; Škare V.: *Proizvod, Marketing, Ozretić Došen, Đ. (ur.), Zagreb, 2004., ADVERTA d.o.o.,str. 171.*
- [2] Kotler, P.; Wong, V.; Saunders, J.; Armstrong, G.: *Osnove marketinga, Mate d.o.o., Zagreb, 2006.*
- [3] Čović, D.; Majstorović, V.; Višekruna, V.: *Poslovni sustavi, Urednik: B.Katalinić, Mostar-Vienna, 2001. ISBN 3-901509-22-4*
- [4] w3.ekof.bg.ac.rs > 10036. *ProizvodMK2014.ppt, (pristup 30.09.2019.)*
- [5] Brdarević S.: *Organizacija proizvodnje, Mašinski fakultet u Zenici, 1986.*
- [6] Hadžić, I.: *Tehnološki procesi I, (pristup 30.09.2019.)*  
[https://www.academia.edu/36469304/Teholoski\\_postupci\\_I](https://www.academia.edu/36469304/Teholoski_postupci_I)
- [7] www.147.91.175.187 > *projektovanje-tehnoloskih-procesa (pristup 01.10.2019.)*
- [8] Otašević, V.; Ćorić, B.: *Organizacija i ekonomika proizvodnje, Mašinski fakultet u Mostaru, 1983.*
- [9] Otašević, V.; Ćorić, B.: *Organizacija i ekonomika proizvodnje-Zbirka zadataka, Mašinski fakultet u Mostaru, 1988.*
- [10] Mikac, T.; Blažević, D.: *Planiranje i upravljanje proizvodnjom, Tehnički fakultet u Rijeci, Rijeka, 2007.*
- [11] <http://ef.sum.ba/sites/default/files/nastavni-materijali/organiziranje%20i%20organizacijska%20struktura.pdf> (pristup 01.10.2019.)
- [12] Schroeder, R.G.: *Operations Management, Decision Making in the Operations Function, McGraw-Hill, New York, 1993.*
- [13] Banduka, N.; Mladineo, M.; Eric, M.: *Designing a Layout Using Schmigalla Method Combined with Software Tool Vistable, International Journal of Simulation Modelling 16 (3); pp. 375-385, September 2017; DOI: 10.2507/IJSIMM16(3)1.379*

## V KAPACITET

### 1. POJAM KAPACITETA

Kapacitet (*engl. capacity, lat. capacitas*) se najjednostavnije može definirati kao maksimalna količina izlaza koju preduzeće može proizvesti. Pored ove definicije, postoje različiti načini, pristupi i kriteriji prema kojima se definira kapacitet. Za nas je posebno interesantno posmatranje koje kapacitet posmatra kao fizičku kategoriju, gdje je kapacitet sposobnost nekog sistema da u određenom vremenu ostvari određenu količinu izlaza odnosno učinaka, s postojećom opremom uz uslov da raspoloživi proizvodni faktori nisu ograničeni [1]:

$$K = \frac{Q}{t} \quad \dots(1)$$

gdje je:

- $Q$  – količina proizvoda – izlaza iz nekog sistema,
- $t$  – vremenski period posmatranja. [2]

Kad se govori o kapacitetu najčešće se posmatra kapacitet tehničkih sistema sredstava za rad i kapacitet proizvodnih sistema.

Da bi se odredio kapacitet u gornjem smislu treba prethodno odrediti uslove u kojima će se on ostvarivati. To su prije svega slijedeći uslovi:

- vrsta izlaza iz sistema odnosno vrsta učinaka (asortiman proizvoda i usluga),
- kvalitet izlaza odnosno učinaka,
- elementi sistema (sredstva za rad, kadrovi),
- struktura sistema (veze elemenata sistema, način funkcionisanja),
- vrijeme posmatranja kapaciteta,
- proces u sistemu, itd.

Pod ovim uslovima kapacitet je stalna veličina, koja će se promijeniti ako se bilo koji od uslova promijeni. Kapacitet je pri tome tehnička mogućnost najvećeg izlaza odnosno učinka (proizvodnje) bez obzira na troškove. Tu veličinu u praksi nije moguće postići odnosno iskoristiti 100 % iz raznih razloga. Zato se ovaj kapacitet često naziva i teorijskim ili idealnim.

Kapacitet je složena veličina. Ona je rezultat ukupnog djelovanja svih faktora proizvodnje i njihovog racionalnog povezivanja. Kapacitet sredstava za rad ne ovisi samo o njihovim tehničkim karakteristikama već i preostala dva elementa proizvodnje radnoj snazi i predmetima rada kao i o organizovanju tih elemenata u procesu proizvodnje. U zavisnosti od postignutog uspjeha u usklađivanju elemenata sistema u procesu proizvodnje postojeći kapacitet se može više ili manje iskoristiti. To zavisi od subjektivnih i objektivnih okolnosti u kojima sistem funkcioniše.

## 2. RAZNE VRSTE I DEFINICIJE KAPACITETA

U praksi se različiti stepeni iskorištenja kapaciteta nazivaju različitim imenima kapaciteta, odnosno pojavljuju se različite vrste kapaciteta, Slika 1.

**Ugrađeni (instalirani) kapacitet** je kapacitet koji određuje tehničke karakteristike sredstava za rad. Ovdje se ne uzimaju u obzir nužni prekidi u radu, dotrajalost sredstava i sl. Ovaj kapacitet se često naziva i **maksimalni**. Ako bi izrazili kapacitet u satima rada za četverbrigadni sistem rada kapacitet nekog sredstva bi iznosio:

$$K_u = 365 \cdot 24 = 8760 \left( \frac{\text{sati}}{\text{god}} \right) \quad \dots(2)$$

**Radni kapacitet ( $K_r$ )** je kapacitet koji predstavlja u stvarnosti moguće iskorištenje ugrađenog kapaciteta. Radni kapacitet je prema tome jednak ugrađenom kapacitetu ( $K_u$ ) umanjenom za nužne prekide u radu (održavanje, izmjena smjena itd.):

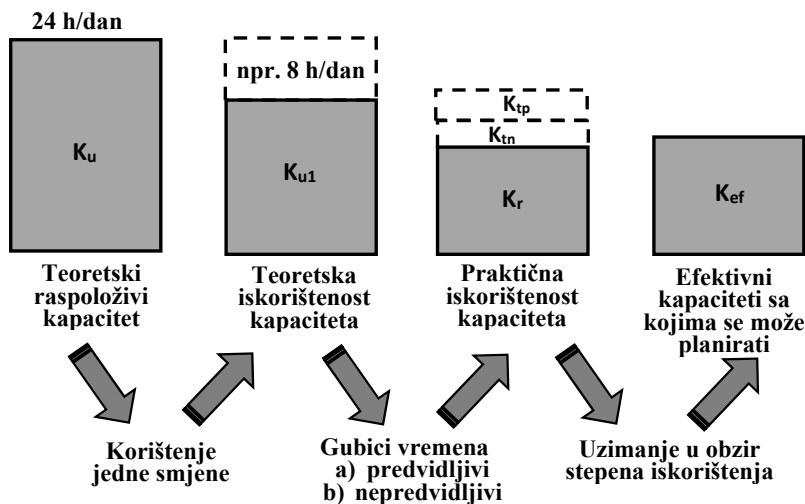
$$K_r < K_u \quad \dots(3)$$

$$K_r = K_u \cdot \eta_r \quad \dots(4)$$

$\eta_r$  – stepen radnog korištenja instalisanog kapaciteta.

Pri tome stepen iskorištenja instalisanog kapaciteta ovisi od više faktora:

$$\eta_r = f(\text{broj smjena, vrste sredstava, vrste procesa, asortimana proizvoda, itd.}) \quad \dots(5)$$



Slika 1. Vrste kapaciteta [3]

**Optimalni kapacitet** je najpovoljniji stepen iskorištenja kapaciteta posmatran sa dva stanovišta tehničkog i ekonomskog. U prvom slučaju misli se na najpovoljniji stepen korisnog djelovanja kapaciteta kao tehničkog sistema, a u drugom slučaju radi se o stepenu iskorištenja kapaciteta kada se ostvaruju najbolji finansijski rezultati (tj. kad je razlika između ukupnog prihoda i troškova najveća). Ako se malo detaljnije razmotri tehnički optimalni kapacitet može se zaključiti da se u stvari radi o ekonomskoj računici. Naime, stepen iskorištenja kapaciteta iznad optimalnog ne može biti trajno opterećenje, a da to ne djeluje štetno na kapacitet u vidu

povećanog broja kvarova, zastoja i naravno troškova. Ako je stepen iskorištenja kapaciteta ispod optimalnog, troškovi po jedinici učinka – proizvoda će biti veći. Zato se optimalni kapacitet zove i ekonomski. (Primjer: Povećanje brzine rezanja sasvim sigurno dovodi do smanjenja njegove postojanosti odnosno bržeg trošenja od projektovanog).

**Minimalni kapacitet** je onaj kapacitet sa kojim tehnički odnosno proizvodni sistem može još da radi, ili može da radi bez opasnosti po sistem. Tako recimo mašina za pranje rublja ne smije da se uključuje (većina njih) ako u njoj nema određena minimalna, količina rublja.

Osim navedenih vrsta kapaciteta u praksi i teoriji se pojavljuje još termina, kao maksimalni, kvantitativni, kvalitativni, normalni, ekonomski i drugi. Ako se prihvati određenje kapaciteta kao maksimalne tehničke mogućnosti učinka odnosno proizvodnje otpada potreba za terminom maksimalni kapacitet. Maksimalni kapacitet može eventualno da se smatra kapacitetom kod kojeg se postiže maksimalan finansijski uspjeh.

Razlikovanje kvantitativnog kapaciteta (izražen u količini) od kvalitativnog (izražen u kvalitetu) nema potrebe jer je u definiciji kapaciteta rečeno da ona sadrži i uslove ostvarenja kapaciteta. Jedan od uslova ostvarenja kapaciteta je i kvalitet učinka odnosno proizvodnje.

Pojam normalnog kapaciteta, odnosno kapaciteta u "normalnim" uslovima poslovanja, je sadržan u radnom kapacitetu, a pojam ekonomskog kapaciteta je sadržan u pojmu optimalnog kapaciteta.

### 3. KAPACITET PROIZVODNOG SISTEMA, ODNOSNO ORGANIZACIJE

Za svako proizvodno poduzeće neophodno je utvrditi veličinu kapaciteta. Informacija, koja se najčešće koristi za utvrđivanje veličine kapaciteta, je potražnja za proizvodima gdje je potrebno predviđanje potražnje za proizvodima prebaciti u količinu i vrijeme potreba za kapacitetima, te tako odlučiti o promjenama kapaciteta (rast, pad ili isti nivo) [4]. To se najbolje može opisati pojmom „rezervnog kapaciteta“ koji se definira kao razlika između kapaciteta i prosječne potražnje. Budući da je rezervni kapacitet izražen u odnosu na nivo prosječne potražnje, može se pojaviti pozitivna rezerva koja osigurava višak kapaciteta u odnosu na prosječnu potražnju, te negativna rezerva koja znači da prosječna potražnja nadmašuje kapacitet [5]. Nedovoljan nivo kapaciteta može uzrokovati kašnjenje u isporukama i visoku razinu zalih poluproizvoda u proizvodnom procesu, dok višak kapaciteta može uzrokovati povećanje troškova poslovanja zbog niskog nivoa iskorištenosti kapaciteta [6]. Osim na temelju potražnje, veličina kapaciteta se može utvrditi pomoću standardanih veličina rada i mašina te na temelju opterećenja svakog radnog centra u prošlom razdoblju [7].

Proizvodni sistem ili organizacija obično sadrži više obradnih sistema odnosno radnih mjesta. Dakle ovi kapaciteti se sastoje od više komponentnih kapaciteta koji zajedno čine jednu cjelinu. U toj cjelini svaki komponentni kapacitet zadržava svoj kapacitet i svoje karakteristike. Kapacitet proizvodnog sistema odnosno organizacije najčešće nije prosti zbir komponentnih kapaciteta (osim kad se na svim komponentnim kapacitetima proizvodi isti učinak – proizvod):

$$K_{ps}(K_{org}) \neq K_{ki} \quad \dots(6)$$

Razlozi zato su sljedeći:

- komponentni kapaciteti zajedno daju zajednički učinak – proizvod u kome svaki od njih obavlja dio tog učinka – određenu fazu rada,

- gotovo redovna pojava u stvarnosti je pojava nesrazmjernosti među komponentnim kapacitetima pa jedni mogu da obave više, a drugi manje parcijalnih učinaka. Komponentni kapacitet koji može da da najmanje učinaka odnosno proizvoda naziva se grlo proizvodnog sistema odnosno organizacije [2].

#### 4. PLANIRANJE KAPACITETA

Svaki kapacitet je potrebno planirati jer je planiranje kapaciteta prvi korak kada organizacije odlučuju hoće li proizvoditi već postojeći proizvod ili se pak odlučuju za novi proizvod. O planiranju kapaciteta ovisi realizacija cjelokupnog proizvodnog procesa. Ni jedan plan proizvodnje se ne može realizirati ako nemamo slobodne odgovarajuće kapacitete, neophodne za izradu datog proizvoda. Ovo dvoje je neophodno uskladiti jer jedno utječe na drugo. Stoga je plan proizvodnje potrebno razraditi na bazi kapaciteta ili posjedovati takve kapacitete koji omogućuju izvršenje proizvodnje prema nekom zahtijevanom planu [9].

Da bi se postupak planiranja kapaciteta lakše proveo, koriste se određeni modeli i tehnike. Tako postoji deterministički model planiranja kapaciteta, koji koristi model agregatnog planiranja kapaciteta, na način da uključuje strategiju proširenja kapaciteta i proizvodnog miksa, dok stohastički model planiranja kapaciteta koristi dva stohastička faktora, a to su proizvodnja i tržište. U stvarnom proizvodnom sistemu količina proizvodnje iz prošlog razdoblja, te podaci dobiveni postupkom istraživanja tržišta su osnova primjene stohastičkog modela planiranja kapaciteta [10].

Menadžeri u proizvodnji, prilikom planiranja kapaciteta, moraju dati odgovor na pitanje jesu li kapaciteti proizvodnje dovoljni za primjenu postojećeg plana? U tome im pomaže tehnika planiranja potreba za kapacitetom (*engl. Capacity Requirements Planning, CRP*) koja daje odgovor na prethodno postavljeno pitanje. Ova tehnika je iterativni proces modificiranog MRP<sup>1</sup> sistema ili planiranja resursa s ciljem kvalitetne realizacije proizvodnog procesa. Radi kvalitetnog odgovora na postavljeno pitanje upotrebom tehnike planiranja potreba za kapacitetom preduzeće treba imati podatke o postojanosti potražnje za proizvodima, o vremenu i količinama u kojima se pojavljuje potražnja, te o postojećoj zauzetosti kapaciteta poduzeća [11].

Budući da o postupku planiranja kapaciteta ovisi kontinuitet i efikasnost proizvodnog procesa, dobro bi bilo identificirati probleme u planiranju kapaciteta koji se mogu pojaviti u industriji. Kako je svaka industrija specifična po načinu toka proizvoda, odnosno tipu i organizacijskoj metodi proizvodnje, to se može očekivati da problemi u planiranju kapaciteta specifični za jednu industriju neće biti isti ili barem neće imati isti značaj u drugim industrijama. Važnost identificiranja pravih problema u pojedinim industrijama smatra se značajnim za dobivanje odgovora na pitanje: „*Na koji način identificirani problemi u planiranju kapaciteta utječu na realizaciju proizvodnog procesa?*“

Pored dobivanja odgovora na postavljeno pitanje, dobro bi bilo i [1]:

- utvrditi koji su najčešći problemi u planiranju kapaciteta i u kojem su stupnju prisutni,
- kako identificirani problemi utječu na poslovanje proizvodnih preduzeća, te
- utvrditi postoji li zakonitost u pojavljivanju određenih problema s obzirom na način odvijanja procesa (tok materijala) ili s obzirom na veličinu serije.

---

<sup>1</sup> MRP – engl. Material Resource Planning

#### 4.1. Problemi u planiranju kapaciteta

Planiranje kapaciteta temeljni je zadatak svake pripreme proizvodnje. Specifičnost tipa proizvodnje određuje način i metode planiranja kapaciteta, pa se stoga i razlikuju stepeni složenosti planiranja kapaciteta. Problemi koji se pri tome javljaju mogu biti različiti, a zavisno o brzini rješavanja istih, odvijanje procesa proizvodnje može biti manje ili više uspješno. Stoga će se u ovom dijelu dati najprije pregled identificiranih problema u planiranju kapaciteta, koji su rezultat pregleda dosadašnjih istraživanja, a zatim će se ti problemi klasificirati prema specifičnostima pojedine industrije (ovisno o toku procesa i količini proizvodnje).

Prije nego što se prikažu problemi u planiranju kapaciteta, potrebno je navesti probleme s kojima se proizvodna preduzeća susreću kod utvrđivanja veličine i načina mjerenja kapaciteta. Budući da se veličina kapaciteta najčešće utvrđuje s obzirom na potražnju za proizvodima, u proizvodnim preduzećima se može pojaviti pozitivna i negativna rezerva kapaciteta. Pozitivna rezerva osigurava višak kapaciteta u odnosu prema prosječnoj potražnji, dok negativna rezerva znači da prosječna potražnja nadmašuje kapacitet [5]. Nedovoljni nivo kapaciteta može uzrokovati kašnjenje u isporukama i visok nivo zaliha poluproizvoda u proizvodnom procesu, dok višak kapaciteta može uzrokovati povećanje troškova poslovanja zbog niskog nivoa iskorištenosti kapaciteta [6]. S druge strane, u načinu mjerenja kapaciteta, proizvodna preduzeća se susreću s problemom specificiranja skupne jedinice kapaciteta. U primjerima gdje postoji samo jedan proizvod ili gdje postoji nekoliko homogenih proizvoda, zajedničku je mjeru lako odrediti (komadi, kilogrami, metri i slično). Međutim, kad se izrađuje složeni asortiman proizvoda na istom postrojenju, kapacitet je mnogo teže definirati. U tim slučajevima, kao mjeru kapaciteta treba koristiti vrijednost prodaje izražene u novcu [5].

Nakon prikazanih problema u utvrđivanju veličine i načinu mjerenja kapaciteta, donosimo i probleme koji se najčešće pojavljuju u planiranju kapaciteta.

Prema Slacku [12] postoji **problem neusklađenosti kapaciteta s vremenima izrade operacija proizvodnog procesa**. Posljedica ove neusklađenosti je pojava uskih grla u proizvodnji. Usko grlo proizvodnje je ona faza proizvodnje, onaj radni prostor, mašina, postrojenje, uređaj ili sredstvo za rad koje onemogućuje da se u potpunosti i zajednički iskoriste sva raspoloživa sredstva [13]. Zbog pojave uskih grla u proizvodnji [14] nastaju određena kašnjenja mašine u obradi nad predmetom rada zbog čekanja u redu (*engl. queuing delay*). Razlog nastanka kašnjenja mašine na obradu predmeta rada je u situaciji kada jedna mašina u radnom centru istodobno prima veći broj različitih predmeta koji dolaze na obradu u serijama. To znači da u preduzeću nema dovoljno raspoloživog kapaciteta. Kašnjenje mašine na obradu predmeta rada rezultira dužim ciklusom proizvodnje što može uzrokovati gubitak prodaje, a u proizvodnji po narudžbi (nalog potrošača) može uzrokovati nepoštivanje roka isporuke [15]. Prethodno spomenuti problemi rješavaju se postavljanjem matematičkog modela, koji pomaže menadžerima da izvrše terminiranje za svaki odabrani nalog s ciljem završetka proizvodnog procesa prije roka isporuke, upotrebom koncepta grupne tehnologije ili postavljanjem pravila selekcije prema hitnosti. [16].

Grla se nalaze u skoro svakom proizvodnom sistemu i pri svakom proizvodnom programu (izuzev u lančanoj proizvodnji). Zbog toga se pojavljuju poremećaji u proizvodnom procesu. Step en iskorištenja kapaciteta ograničen je postojanjem grla kapaciteta. Posljedice postojanja grla kapaciteta su brojne, a najvidljivije su [2]:

- nagomilavanje predmeta rada na pojedinim radnim mjestima i
- nedovoljna iskorištenost kapaciteta ostalih radnih mjesta.

Grla kapaciteta nisu uvijek isti komponentni kapaciteti odnosno radna mjesta nego se mijenjaju:

- izmjenom asortimana i
- izmjenama u proizvodnom sistemu.

Postojanje grla kapaciteta, odnosno proizvodnje, nije poželjna pojava u organizaciji i zato se preduzimaju razne mjere za njihovo otklanjanje kao [2,3]:

- uvođenje boljih organizacionih metoda,
- poboljšanje kvalifikacione strukture zaposlenih,
- rekonstrukcija pojedinih sredstava za rad,
- nabavljanje novih sredstava za rad,
- uvođenje više radnih smjena,
- saradnja sa drugim privrednim subjektima (kooperacija) itd.

Kako je već rečeno zbog grla kapaciteta javljaju se i nedovoljno iskorišteni komponentni kapaciteti tzv. "slobodni kapaciteti". Njihova pojava također nije povoljna jer povećavaju troškove proizvodnje.

Mjere za otklanjanje slobodnih kapaciteta su različite [2,3]:

- otklanjanje grla kapaciteta,
- proširenje asortimana da bi se zaposlili slobodni kapaciteti,
- kooperacija sa drugim organizacijama u cilju uključivanja slobodnih kapaciteta,
- prodaja ili ustupanje sredstava za rad koja čine slobodne kapacitete i sl, Slika 2.

Plan proizvodnje organizacije za određen period vremena temelji se, uz ostale faktore (mogućnost plasmana, raspoloživi kadrovi, mogućnost nabave materijala), i na postojećem kapacitetu. Zato je neophodno utvrditi:

- postojeće kapacitete (struktura, karakteristike i veličina) i
- potrebne kapacitete.

Ove dvije kategorije potrebno je uskladiti. Od stepena te usklađenosti zavisice i stepen iskorištenja kapaciteta organizacije. Idealno bi bilo kad bi se proizvodnja odvijala po planu odnosno da je:

$$K_{pl} = K_r \quad \dots(7)$$

Međutim, zbog uticaja raznih faktora skoro uvijek dolazi do većeg ili manjeg odstupanja od planiranog iskorištenja kapaciteta. Uticajni faktori mogu biti:

- subjektivni, odnosno oni koji djeluju u organizaciji (kvalitet kadrova, i mogućnost nabave predmeta rada, usklađenost između pojedinih organizacionih jedinica itd.) i
- objektivni, odnosno oni koji djeluju van organizacije (tržište, mjere ekonomske politike itd.).

Zato je često:

$$K_{pl} < K_r \quad \dots(8)$$



Slika 2. Zahvati pri usklađivanju potrebnih i raspoloživih kapaciteta

Prema Barkoviću [17] problem koji se pojavljuje prilikom planiranja kapaciteta je **promjenjivost, odnosno nestabilnost potražnje za određenim proizvodima**. Budući da se utvrđivanje veličine kapaciteta, kao osnovne faze u planiranju kapaciteta, donosi na temelju predviđene potražnje za proizvodima, veliko odstupanje između stvarne i predviđene potražnje za proizvodima izaziva negativne posljedice na poslovanje preduzeća. Ukoliko je proizvodni kapacitet u odnosu na potražnju određenog proizvoda prevelik, tada će fiksni troškovi biti veći, budući da je angažiran preveliki kapacitet. Povećanje fiksnih troškova će voditi smanjenju proizvodnje što može uzrokovati da potrošači više ne žele kupovati proizvod iz tog programa jer ti proizvodi nisu raspoloživi u svakom trenutku. Ukoliko je veličina kapaciteta manja u odnosu na potražnju za proizvodima, tada preduzeće neće moći zadovoljiti potrebe svih kupaca, te će kupci koristiti proizvode konkurenata. Na taj način dolazi do smanjenja tržišnog udjela preduzeća, a time i prihoda poslovanja. Osim toga, nedovoljan nivo kapaciteta može uzrokovati i kašnjenje u rokovima isporuke zbog zauzetosti svih raspoloživih kapaciteta. U rješavanju problema nestabilnosti potražnje za proizvodima preduzećima pomaže primjena Monte Carlo simulacije.

U području planiranja kapaciteta moguća je pojava **problema raznolikosti u nalogima potrošača** za koje je karakterističan različit način izvršenja, ali i različita veličina kapaciteta po radnom nalogu. Ovaj problem je karakterističan prilikom planiranja kapaciteta na kratki rok u proizvodnji po narudžbi (*engl. make-to-order*). To uzrokuje nemogućnost efikasnog planiranja kapaciteta zbog nestandardiziranosti procesa proizvodnje te može uzrokovati kašnjenje u isporuci proizvoda. Zbog toga preduzeće, prije zaprimanja naloga, ne može utvrditi tačnu veličinu kapaciteta za taj posao što zahtijeva postojanje visokog nivoa fleksibilnosti. U tom slučaju, u trenutku primanja naloga može se pojaviti problem manjka ili viška kapaciteta, što može uzrokovati negativne posljedice na poslovanje preduzeća. U rješavanju tog problema preduzeće može primijeniti *ujedinjeni sistem planiranja kapaciteta* (*engl. unified capacity planning system*), koji postupak planiranja kapaciteta povezuje s prilikama na tržištu s ciljem



određivanja istovjetnih naloga na tržištu. Cilj primjene ujedinenog sistema u planiranju kapaciteta nije samo eliminirati prethodno spomenuti problem koji se pojavljuje prilikom planiranja kapaciteta, nego i unaprijediti organizacijske sposobnosti (smanjiti troškove, povećati fleksibilnost i omogućiti brže usluge) kako bi poduzeća što brže odgovorila na tržišne promjene [19].

U planiranju kapaciteta se također može pojaviti i **problem prekomjerne količine zaliha poluproizvoda u proizvodnom procesu**, koji rezultira pojavom mreže čekanja (*engl. network of queues*). U tom slučaju dolazi do određenih čekanja na obradu što može uticati na neispunjenje roka isporuke ako se radi o proizvodnji po narudžbi. Preduzeća ovaj problem rješavaju nabavkom dodatnog kapaciteta s kojim će se brže proizvesti određeni proizvod i smanjiti čekanja, ali, s druge strane, to uzrokuje povećanje troškova poslovanja što utiče na rast cijene proizvoda, pad konkurentnosti, smanjenje iskorištenosti kapaciteta, te pad prihoda poslovanja [20].

Prema Akkanu [21] u planiranju kapaciteta proizvodna preduzeća se mogu susresti s **problemom ograničene veličine proizvodnih kapaciteta**. To znači da proizvodna preduzeća ne mogu prihvatiti sve naloge potrošača, te bi trebala biti spremna odbaciti proizvodnju onih naloga potrošača, čiji rok isporuke ne mogu zadovoljiti pod pretpostavkom da ne naruše profitabilnost preduzeća. Međutim, ako novi (primljeni) radni nalog ne može biti dodan u proizvodni proces bez određenih promjena u terminiranju prethodno zaprimljenih radnih naloga, tada je nužno postaviti sljedeća pitanja:

- Koji bi radni nalog trebao kasniti radi uvrštenja novog radnog naloga u proizvodni proces?
- Treba li ijedan radni nalog odbaciti?
- Može li se procijeniti uspješnost uvrštenja novog radnog naloga na temelju usporedbe postojećeg terminiranja i stanja koje rezultira nakon ponovnog terminiranja? Primjerice, je li dobro većinu operacija, ako je moguće, pomaknuti u ranije vrijeme izvršenja, te na taj način omogućiti ranije izvršenje tih operacija kako bi novi radni nalog što ranije počeo?
- S obzirom na ograničene kapacitete, možemo li donijeti odluku o korištenju prekovremenog rada da bi bili sposobni završiti radni nalog na vrijeme?

Prethodno navedena pitanja su nevažna u situaciji kada radni nalog uopće ne može biti uvršten u proizvodni proces. Prema tome, situacija u kojoj je zadovoljenje potražnje potrošača determinirano ograničenom veličinom proizvodnih kapaciteta naziva se *kapacitirano planiranje proizvodnje*.

**Tehnička i ekonomska zastarjelost sredstava za rad** znatno utiče na njihov kapacitet. Organizacije sa savremenim sredstvima obavljaju proizvodne procese obično u povoljnijim uslovima. Zastarjela sredstva za rad daju manji kvalitet, često se kvare, manje su ekonomična itd. Sa druge strane kod organizacija sa modernijom opremom izraženi su zahtjevi za boljom organizacijom, boljim obezbjeđenjem ulaza i njihovim korištenjem, kvalitetnijim kadrovima itd. Svi ovi faktori mogu djelovati u suprotnom pravcu od koristi koje pružaju savremena sredstva za rad. Zato ih treba pažljivo ispitati kako bi se negativne posljedice svele na najmanju mjeru.

Suprotno navedenom, u planiranju kapaciteta postoji problem planiranja kapaciteta u situaciji **ograničenog zaprimanja zaliha**. To se često događa u procesnoj industriji, kao što su petrohemijska industrija, industrija prerade hrane, industrija stakla, rafinerije i industrija papira. Naime, u rafinerijama proizvodnja se obično izvršava s dovoljno visokim kapacitetima koji su usklađeni s kapacitetom spremnika određenog proizvoda. U toj industriji proizvodna poduzeća ne mogu imati višak kapaciteta zbog velikih troškova održavanja. Ukoliko su potrebe potrošača veće od kapaciteta zaprimanja zaliha, tada neće doći do potpunog zadovoljenja potreba što uzrokuje gubitak prodaje proizvodnog preduzeća. Ako su potrebe potrošača manje od kapaciteta zaprimanja zaliha, tada poduzeće može u potpunosti zadovoljiti potrebe potrošača, ali ima visoke troškove održavanja zaliha koji povećavaju ukupne troškove poslovanja, a time i prodajnu cijenu proizvoda. Povećanje prodajne cijene proizvoda izaziva nezadovoljstvo kod kupaca, što također uzrokuje gubitak prodaje zbog pada potražnje za tim proizvodom. Kada planiranje proizvodnje uzima kapacitet zaprimanja zaliha kao limitirajući faktor, to se zove *planiranje proizvodnje s ograničenim kapacitetom zaprimanja zaliha* [22].

## 5. IZRAŽAVANJE I MJERENJE KAPACITETA

Osim utvrđivanja veličine, kapacitet je potrebno mjeriti. U izboru načina mjerenja, ako je moguće, kapacitet bi uvijek trebao biti mjereno u jedinicama izlaza za neko vremensko razdoblje. Pogreške, koje se najčešće pri tome javljaju, su *zanemarivanje vremenske dimenzije, te miješanje kapaciteta i stvarnog obima*. Zanimarivanje vremenske dimenzije se odnosi na mjerenje kapaciteta bez definiranja vremenske jedinice (mjesec, kvartalno, polugodišnje, godišnje). Naprimjer, pogrešno mjerilo kod mjerenja kapaciteta u bolnicama su bolnički kreveti. To je veličina sredstava za rad, a ne nivo izlaza. Pravilna mjera kapaciteta bolnice je broj pacijenata (iz)liječenih mjesečno, npr. Stvarni obim se definiše kao ostvarena veličina izlaza u nekom vremenskom razdoblju, dok se kapacitet definira kao maksimalno moguća veličina izlaza.

Osnovni izraz za proračun kapaciteta je:

$$K = FRV \cdot \eta \cdot q \quad \dots(9)$$

- *FRV* – fond (sat/god) radnog vremena koji zavisi o broju smjena rada, dužini jedne smjene rada (obično 8 sati) i Zakona (broj dana praznika – ne važi četverbrigadni sistem rada);
- stepen iskorištenja kapaciteta uslovljen objektivnim okolnostima za uslove korištenja kapaciteta u datom okruženju;
- *q* – (jed/sat) – jedinični učinak odnosno proizvodnja kapaciteta u jedinici vremena;

$$\eta = 1 - \sum G_i \quad \dots(10)$$

- *G<sub>i</sub>* – gubici vremena koji su objektivni za posmatrani kapacitet u datim uslovima korištenja kapaciteta u datom okruženju i vremenu.

Osnovni problemi izražavanja i mjerenja kapaciteta su:

- način izražavanja jediničnog učinka odnosno kapaciteta,
- mogućnosti utvrđivanja stepena iskorištenja odnosno vrste i veličine gubitaka uslovljenim objektivnim uzrocima u datim uslovima.

Prilikom mjerenja kapaciteta javljaju se i određeni problemi, među kojima je najznačajniji problem specificiranja skupne jedinice kapaciteta. Problem izražavanja učinka (proizvodnje) u jedinici vremena prisutan je kod organizacija, koje u svom proizvodnom programu imaju više vrsta i tipova proizvoda. U slučajevima gdje postoji samo jedan proizvod ili gdje postoji nekoliko homogenih proizvoda, zajedničku je mjeru lako definirati (komadi, kilogrami, metri, i slično). Međutim, kad se izrađuje složeni asortiman proizvoda na istom postrojenju, kapacitet je mnogo teže definirati. [1]

Kako onda izraziti kapacitet odnosno, jedinični učinak? Ovaj problem se prevazilazi na razne načine. Svi proizvodi izražavaju se jednim proizvodom – reprezentantom, koji svojim karakteristikama i zahtjevima prema proizvodnom sistemu može da predstavlja sve proizvode iz proizvodnog programa.

Za reprezentanta se obično uzima proizvod čija količina ima najveće učešće u ukupnoj proizvodnji. Proračun obima ostalih proizvoda u obim reprezentanta se vrši preko koeficijenata, koji predstavljaju odnos nekih karakteristika reprezentanta i uporedivanog proizvoda. Obično se kao karakteristika za proračun uzima vrijeme potrebno za izradu proizvoda, pa je koeficijent za proračun proizvoda u reprezentant:

$$p_i = \frac{T_i}{t_r} \quad \dots(11)$$

- $T_i$  [h] – vrijeme izrade  $i$  – tog proizvoda,
- $t_r$  [h] – vrijeme izrade reprezentanta.

Onda je jedinični učinak:

$$q_r = \sum q_i \cdot p_i \quad \dots(12)$$

- $q_i$  – jedinični učinak za  $i$  – ti proizvod (jed.proizvoda/jed.vremena).

Za ovaj način je potrebno znati vremena izrade pojedinih proizvoda sa dovoljno tačnosti, što nije čest slučaj u organizaciji. Također mogu da se previde i pomješaju grla proizvodnje za različite proizvode iz proizvodnog programa.

Kapacitet, odnosno učinak izražava se i mašinskim časovima rada:

$$K = \sum_{i=1}^n FRV \quad \dots(14)$$

- $n$  – broj mašina u proizvodnom sistemu.

Nedostatak ove metode je u tome što ne vodi usklađenosti zahtjeva proizvoda i mogućnosti kapaciteta te se tako mogu previdjeti uska grla.

Kapacitet se može izraziti i u nekim uslovnim veličinama kao što je materijal izrade. To je u slučajevima kad proizvod nije poznat ili kad se zbog nestalnosti sastava sirovina i velike raznolikosti dobivenih proizvoda od nje ne može primjeniti mjerenje kapaciteta finalnim proizvodom. Isto se odnosi i na kapacitete za preradu nafte. Ili se kapacitet može izraziti

prostorom sredstava za rad. Tako se kapacitet vinara izražava zapreminom njenih rezervoara za prihvatanje vina, kožara raspoloživim prostorom bazena i bubnjeva u kojima se prerađuje sirova koža.

Ponekad se kapacitet izražava i vrijednosno. Tada treba koristiti stalne cijene iz poznatih razloga promjenjivosti cijena. Problem utvrđivanja gubitaka vremena se rješava poznatim metodama mjerenja rada u prvom redu metodom trenutanih zapažanja.

Dalji problem u mjerenju kapaciteta može da predstavlja i pravo utvrđivanje grla proizvodnog sistema.

## 6. LITERATURA

- [1] Grubišić, D.; Matelj M.: Međuovisnost zastupljenosti problema u planiranju kapaciteta i profitabilnost i konkurentnosti proizvodnih poduzeća, Časopis Ekonomska misao i praksa, Sveučilište u Dubrovniku, Vol. XXII., 2013., Br. 1., ISSN 1330-1039 (Tisak), ISSN 1848-963X (Online), Ed. Đ. Benić, pp. 177-196
- [2] Brdarević, S.: Organizacija proizvodnje, Mašinski fakultet u Zenici, 1986.
- [3] Čović, D.; Majstorović, V.; Višekruna V.: Proizvodni sustavi, Mostar-Vienna, 2001, Ed. Katalinić, B. ISBN 3-901509-22-4
- [4] Stevenson, W., J.: Production/Operations management, Fourth edition, Rochester Institute of Technology, Sydney, 2009.
- [5] Schroeder, R.: Upravljanje proizvodnjom, Odlučivanje u funkciji proizvodnje, Sveučilište Minnesota, Minnesota, 1993.
- [6] Bretthauer, K., M., Capacity planning in manufacturing and computer networks, International journal of operational research, 91, br. 2., 1996., 386-394.
- [7] Sule, D., R.: Production planning and industrial scheduling, Second edition, CRC press, New York, 2008.
- [8] Everett, E., A., JR.; Ebert, R., J.: Production & Operations management, Prentice Hall, New Jersey, 1992.
- [9] Štajdl, B.; et. al.: Modeli planiranja proizvodnje u industriji, Informator, Zagreb, 1982.
- [10] Zhang, G., Q., Research on capacity planning under stochastic production and uncertain demand, Systems engineering theory and practice, 27, br. 1., 2007., str. 51-59.
- [11] Adam, E.; et. al.: Production & Operations Management, Fourth edition, Prentice hall, New Jersey, 1992.
- [12] Slack, N.; et. al.: Operations and process management, Prentice Hall, London, 2006.
- [13] Žugaj, M.; Horvatec, Z.: Organizacija proizvodnje u samoupravnom socijalizmu, Informator, Zagreb, 1985.
- [14] Kuik, R.; Tielemans, P., F., J., Setup utilization as a performance indicator in production planning and control, International journal production economics, 49, br. 1., 1997. str. 175-182.
- [15] Rajagopalan, S.; Yu, H., L., Capacity planning with congestion effects, European Journal of Operational research, 134, br. 2, 2001., 365-377.
- [16] Chen, C., S.; et. al.: The capacity planning problem in make-to-order enterprises, Mathematical and computer modelling, 50, br. 9-10, 2009., str. 1461-1473.

- [17] Barković, D.: Uvod u operacijski management, Ekonomski fakultet Osijek, Osijek, 1999.
- [18] Yang, H.; Haddad, K., Capacity planning using Monte Carlo Simulation: An illustrative application of commonly available PC software, *Managerial finance*, 27, br. 5., 2001. str. 33-53.
- [19] Ashayeri, J.; Selen, W., An application of a unified capacity planning system, *International Journal of Operations & Production Management*, 25, br. 9., 2005. str. 917-937.
- [20] Bretthauer, K., M., Capacity planning in network of queues with manufacturing applications, *Mathematical computer modelling*, 21, br. 12., 1995., str. 35-46.
- [21] Akkan, C., Finite-capacity scheduling-based planning for revenue-based capacity management, *European Journal of Operational Research*, 100, br. 1., 1997., str. 170-179.
- [22] Liu, X.; Tu, Y., Production planning with limited inventory capacity and allowed stockout, *International Journal of Production Economics*, 111, br. 1., 2008., 180-191.

## **VI PLANIRANJE**

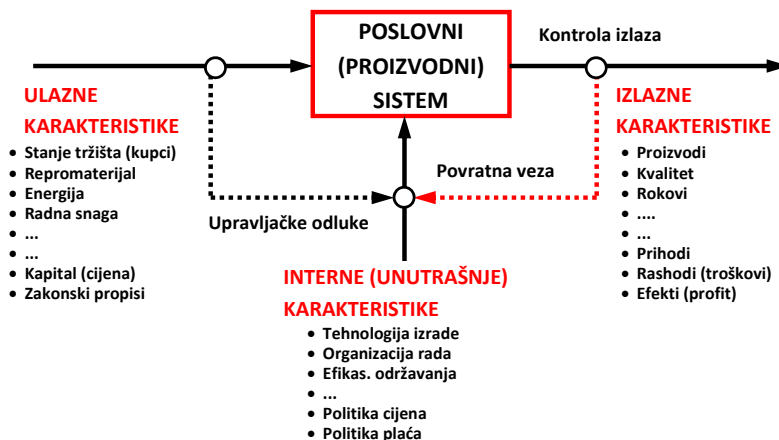
### **1. UVOD**

Poslovna politika jednog preduzeća obuhvaća izbor i definiciju ciljeva, koji se u određenom poslovnom razdoblju žele postići, kao i određivanje načina kako te ciljeve postići. Ne treba je izražavati kroz određene kvantificirane veličine, već je treba shvatiti kao filozofiju djelovanja na kojoj se zasniva poslovanje ukupnog poslovnog sistema (npr. težnja za vrhunskim kvalitetom, briga o kupcima, kult odanosti firmi itd...) u dužem vremenskom razdoblju. U skladu sa Slikom 1. preduzeće djeluje u okruženju koje je predstavljeno skupom ulaznih varijabli. Poslovnom politikom definiraju se globalni ciljevi preduzeća predstavljeni kroz skup izlaznih varijabli. Na temelju poslovne politike formulira se i proizvodna politika, odnosno definiraju proizvodni planovi kroz koje se izražavaju konkretni ciljevi proizvodnje i determiniraju aktivnosti, sredstva i kadrovi u interakciji sa vremenom za izvršenje konkretnih zadataka. Upravljanjem poslovnim i proizvodnim procesom, na način da se provodi poslovna i proizvodna politika, definirana određenim pravilima ponašanja kao skupom internih varijabli, postavljeni se ciljevi ostvaruju. Na ostvarenje poslovnih i proizvodnih ciljeva utječe se skupinom internih varijabli uz neophodnost konstantnog nadgledavanja i upravljanja proizvodnim procesom, kako bi izlazne veličine bile u skladu s planskim vrijednostima. Pojam vođenja proizvodnog procesa sastoji se od aktivnosti:

- PLANIRANJA proizvodnog procesa,
- UPRAVLJANJA proizvodnim procesom kako bi se planske veličine ostvarile, što podrazumjeva lansiranje i praćenje proizvodnje, te donošenje raznih upravljačkih odluka.

PLANIRANJE općenito predstavlja određivanje odnosa među događajima prije nego što oni započnu. Zasniva se na iskustvima iz prošlosti kombiniranim sa sadašnjim znanjima, metodama i tehnikama, a usmjerenim ka optimalnom rješavanju budućih problema. Planiranjem se u interakciji sa vremenom predviđaju sve aktivnosti, sredstva i radno osoblje nužno za obavljanje određenog zadatka. Što je zadatak složeniji i obimniji raste potreba za planiranjem.

Planiranje obuhvata cijeli niz međusobno zavisnih varijabli te je nužno detaljiziranje svih aktivnosti, ko će ih i kada izvršiti, sa kojim materijalnim resursima (opremom, materijalom, energijom), i koliko će trajati. Definicijom organizacijske strukture poslovnog sistema i proizvodne funkcije određuje se gdje će se posao raditi, ko će ga obavljati i uz koje transformacijske (tehnološke) procese, a planom se definiraju količine proizvoda i odgovarajuća vremenska dinamika izvršenja poslova u konkretnim proizvodnim uslovima.



Slika 1. Poslovni sistem sa relevantnim grupama varijabli [1]

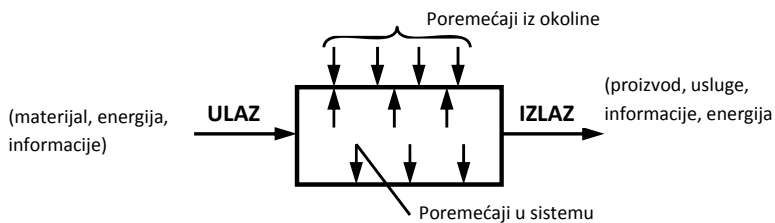
## 2. POTREBA I PRIRODA UPRAVLJANJA PROIZVODNIM (POSLOVNIM) SISTEMOM

Poslovni procesi se mogu opisati kao niz logički povezanih aktivnosti koje koriste resurse poslovnog sistema, a čiji je cilj zadovoljenje potreba potrošača za proizvodima ili uslugama odgovarajućeg kvaliteta i cijene, kratkog vremena isporuke uz istovremeno stvaranje određene vrijednosti. [2]

Poslovni procesi predstavljaju skup postupaka pretvaranja raspoloživih ulaznih veličina (materije, energije i informacija) u izlazne veličine (proizvod ili usluga, novu informaciju i, u određenom slučaju, ostvaren novi oblik energije). [3]

Transformacija ulaznih u izlazne veličine vrši se u procesu rada različitog karaktera uz korištenje sredstava rada i ljudskih resursa odabranih za određenu tehnologiju, na osnovama projektovanog skupa, Slika 1.

Procesi privređivanja u predmetnim sistemima su izloženi stalnom dejstvu uticaja okoline u kojoj funkcionišu i poremećaja u procesima rada stalnog ili slučajnog karaktera. Dejstva uticaja okoline i poremećaja u procesima uzrokuju rast stepena neodređenosti / entropije stanja u procesima rada što uslovljava potrebu upravljanja. Kako je dejstvo predmetnih uticaja stalno u vremenu, to je i potreba upravljanja stalna u vremenu, Slika 2.

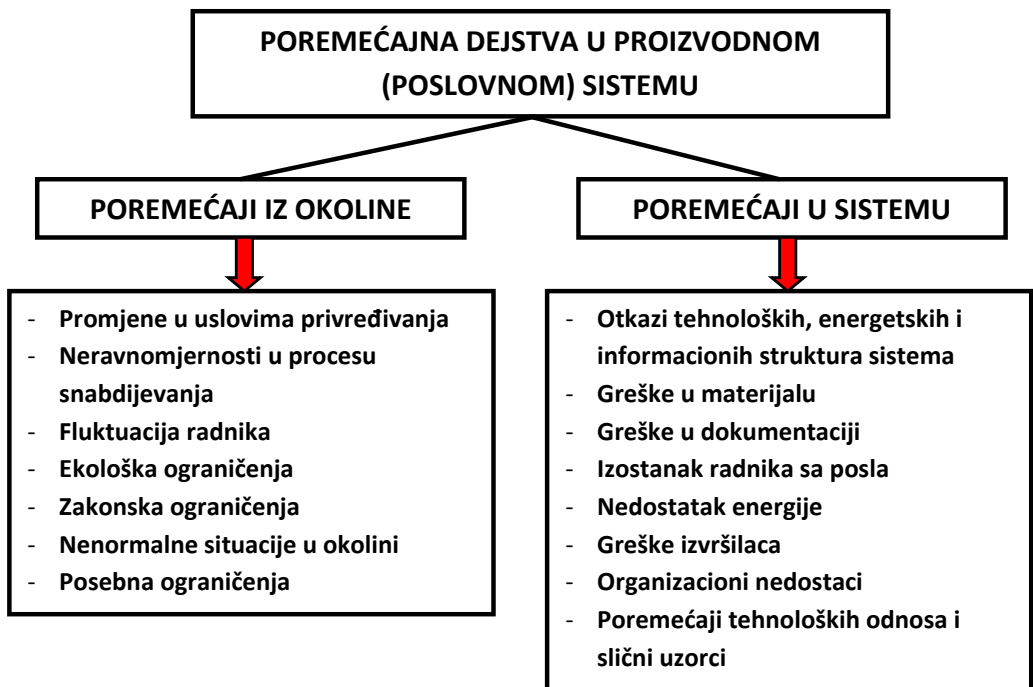


Slika 2. Dejstvo sistema u uslovima poremećaja [4]

Za slučaj proizvodnih (poslovnih) sistema poremećaji se javljaju iz:

- okoline sistema, kroz veze sistem – okolina različite vrste, veličine, pravca i smjera djelovanja i
- iz samog sistema izazvani različitim pojavama u procesu funkcionisanja sistema i uslovljeni kvalitetom projektovanja, gradnje, eksploatacije i održavanja sistema.

Poremećaji sistema se povećavaju sukobom statičnosti strukture proizvodnog (poslovnog) sistema i dinamičnosti okoline. Prisutna je, dakle, stalna promjena uslova rada sistema koje ga odvlače od projektovanih stanja u vremenu. Na Slici 3. prikazani su najčešće prisutni poremećaji u radu proizvodnog (poslovnog) sistema.



Slika 3. Najčešći poremećaji u proizvodnom (poslovnom) sistemu [4]

Kao posljedica poremećaja u proizvodnom (poslovnom) sistemu javljaju se odstupanja parametara procesa rada izvan dozvoljenih granica i smanjuje se kvalitet i veličine izlaza, odnosno proizvoda sistema. Kvalitet procesa rada sistema uslovljen je odnosom vremena u radu i vremena u otkazu sistema i njegovih dijelova i sposobnošću sistema da se vrati u stanje u radu.

Izlazak ulaznih, procesnih i izlaznih veličina sistema izvan dozvoljenih granica izaziva potrebu upravljanja sistemom. Potreba upravljanja sistemom uočena je još u davna vremena (sistemi navodnjavanja, komandovanje vojskom), a vremenom je dobivala na značaju kao rezultat želje za ostvarenje što većih izlaza iz sistema i posložavanjem struktura sistema. U razvoju savremenih tehničkih i proizvodnih (poslovnih) sistema upravljanje ima osnovni cilj obezbjeđenje stabilnog rada sistema u granicama dozvoljenih odstupanja, u datom vremenu i datim uslovima okoline.



Ukoliko postupcima upravljanja ne bi sistem i njegov proces vraćali u granice dozvoljenih odstupanja, sistem bi postao neupotrebljiv, ne bi služio namjeni odnosno prešao bi u stanje maksimalne neodređenosti ili entropije.

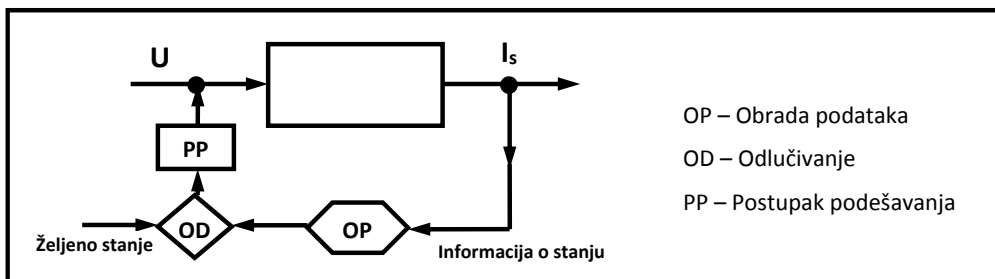
Proces upravljanja predstavlja niz postupaka usmjerenih na kontrolu procesa pretvaranja ulaznih veličina (materijal, energija, informacije) u izlazne (proizvodi, usluge, informacije) sa ciljem ostvarenja potrebnih i dovoljnih efekata. Upravljački postupci zasnivaju se na određenim ciljevima i projektom sistema u smislu:

- postavljene funkcije cilja na osnovu predviđanja potreba i mogućnosti posmatranog sistema,
- postupka promjene stanja odnosno procesa u sistemu,
- saznanja o kontrolisanim varijablama i predviđanja nekontrolisanih varijabli sistema,
- saznanja o ponašanju istih i
- poznavanja karakteristika projektovanog upravljačkog sistema.

Osnovna koncepcija upravljanja sistemom zasniva se na povratnoj vezi koja povezuje izlazne veličine sistema (stanje  $I_s$ ) sa željenim stanjem ( $I_z$ ) i ulazom u sistem. upoređujući željeno stanje sa stvarnim stanjem utvrđuje se da li se razlika nalazi ( $I_r$ ) u dozvoljenim granicama ( $\Delta I_d$ ). Ako nije ostvarena relacija:

$$I_r = |I_s - I_z| \leq \Delta I_d \quad \dots(1)$$

poduzimaju se postupci podešavanja sistema koji imaju za cilj da vrata proces funkcionisanja u dozvoljene granice, preko upravljačke informacije, Slika 4.



Slika 4. Princip povratne sprege i opšta šema upravljanja

Povratna sprega spaja:

- odluku, koja kontroliše postupak rada,
- stanje, ostvarene rezultate rada procesa u nekom presjeku sistema i nekom presjeku ili periodu vremena i
- informaciju o stanju koja uslovljava nove odluke na način prikazan na Slici 4.

Povratne sprege mogu biti pozitivnog i negativnog karaktera:

- pozitivna povratna sprega podstiče uticaj ulaznih veličina bez promjene predznaka;
- negativna povratna sprega negativnog karaktera mijenja priraštaj promjenjive prema potrebi nastojeći je održati u granicama dozvoljenih odstupanja.

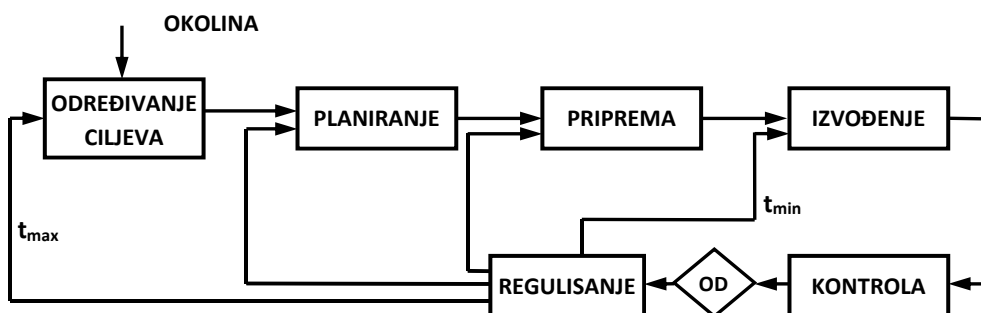
Princip povratne sprege je univerzalnog karaktera i na njemu se bazira upravljanje sistemima u

prirodi, tehnici i privredi.<sup>1</sup>

Sistem upravljanja zavisi od vrste sistema kojim se upravlja. On može biti veoma složen sa mnogo elemenata i veza povratnog dejstva. To je slučaj sa proizvodnim i poslovnim sistemom. Proces upravljanja proizvodnim sistemom ima svoje faze koja svaka za sebe čini složen podsistem. Za proizvodni (poslovni) sistem proces upravljanja ima faze:

- utvrđivanje ciljeva,
- planiranje,
- priprema,
- izvođenje,
- kontrolu,
- odlučivanje i
- regulisanje.

Ovaj proces prikazan je blok šemom na Slici 5. Pri tome svako kolo povratne sprege ima dužu vremensku konstantu realizacije. Ovo je bitno imati na umu već kod određivanja ciljeva, jer ako tu pogriješimo (u preduzeću ili životu) najduže je vrijeme popravke, za razliku od faze izvođenja gdje vrijeme popravke znatno kraće. (Kao primjer za studente koji budu čitali ovu knjigu navodimo da je određivanje ciljeva recimo i izbor fakulteta. Ako smo izabrali pogrešan fakultet i krenuli sa pohađanjem veoma dugo vrijeme ćemo potrošiti na eventualno pogrešan izbor. Za razliku od toga, ako smo loše uradili – izvršili neki ispit ili kolokvij šansu dobivamo već na narednom ispitnom terminu, što je mnogo kraće vrijeme).



Slika 5. Blok šema upravljanja proizvodnim (poslovnim) sistemom [4]

### 3. CILJEVI PROIZVODNOG (POSLOVNOG) SISTEMA I NJIHOVO ODREĐIVANJE

Proizvodni (poslovni) sistemi su organizacijski sistemi kojima je svojstveno da imaju ciljeve. Kao elemente sadrže tehničke sisteme i biološke sisteme – ljude. Svi organizacijski sistemi imaju tri osnovna cilja:

- obezbjeđenje opstanka (života),
- razvoj i
- kontinuitet razvoja.

<sup>1</sup> O ovome je bilo više riječi u Poglavlju II

Inače se cilj definiše kao:

- stanje koje treba da se postigne u budućnosti;
- želja koja treba i može da se ostvari ili
- krajnja tačka sistema, kojoj se teži.

Svi drugi ciljevi organizacijskih, pa prema tome i proizvodnih sistema proizilaze iz ova tri osnovna cilja. Konkretizacija ovih ciljeva zavisi od svrhe postojanja proizvodnog (poslovnog) sistema, odnosno njegove namjene, odnosno njegovog izbora uloge u društvenoj reprodukciji i tim konkretnim ciljevima poslovni sistem prilagođava svoju strukturu i ponašanje u postupku upravljanja. Pri ovome mora biti postignuta što bolja usaglašenost ciljeva:

- ljudi kao dijelova proizvodnog sistema,
- poslovnog sistema preko čijih ciljeva ljudi postižu svoje ciljeve i
- šire okoline odnosno društva obično u državi ili nekom njenom dijelu.

Ukoliko su ovi ciljevi međusobno konfliktni, najmanje, efekti funkcionisanja proizvodnog sistema neće biti optimalni a najgore dolazi do nestanka proizvodnog (poslovnog) sistema.

Ciljevi imaju svoje karakteristike među kojima izdvajamo:

- povezanost (svih ciljeva),
- konzistentnost (dosljednost, istrajnost),
- privremenost (zbog progresije su svi ciljevi privremeni),
- progresija (ciljevi moraju voditi novom i višem stanju),

i imaju svoju uloga koja se ogleda u tome da:

- da ujedine i mobilišu zaposlene i ljude menadžmenta u interesu efikasnijeg rada i djelovanja,
- imaju ulogu standarda po kojima se mjere i upoređuju ostvareni rezultati, akcije, aktivnosti i dr.;
- služe kao odgovarajuće pretpostavke za definisanje novih stanja, tj. viših nivoa.

Od utvrđivanja ciljeva počinje upravljanje. Postupak utvrđivanja ciljeva proizvodnog sistema zavisi od:

- vrste ciljeva,
- društveno – ekonomskog uređenja,
- informacionog sistema i
- dijela sistema i procesa na koji se odnose.

Osnovni cilj proizvodnog sistema preko koga ostvaruje sve druge ciljeve i prema kome podešava sve druge ciljeve je postizanje maksimalnog dohotka. Iako je ovo osnovni (prije svega ekonomski) cilj preduzeće ne smije biti zaokupljeno njime, jer se upravo preduzećima koja su toliko zaokupljene profitom dešava da pritom bankrotiraju. Ona gube novac ne uprkos, već baš zbog svoje zaokupljenosti profitom.

Inače ciljevi proizvodnog (poslovnog) sistema mogu da se razvrstaju po raznim kriterijumima. Tako sa stanovišta vremena trajanja ciljevi mogu da se podijele na:

- trajne ciljeve i
- vremenski ograničene ciljeve.

Trajni ciljevi proizvodnog sistema su osnovni ciljevi organizacijskih sistema (opstanak, razvoj, kontinuitet razvoja), a iz kojih proizilazi cilj postizanja maksimalnog dohotka, kojim se zadovoljavaju potrebe radnika, društvene potrebe i potrebe proizvodnog sistema. Poslovna i razvojna politika proizvodnog (poslovnog) sistema je trajno usmjerena na ostvarenje ovog cilja.

Vremenski ograničeni ciljevi proizvodnog sistema se odnose na određene periode vremena i moraju biti međusobno usklađeni. Dugoročnim ili strateškim ciljevima se određuje pravac razvoja za duži period (nekada 10 godina, a sada znatno kraće zbog brzine promjena u okolini u kojoj preduzeće posluje). Srednjoročni ili taktički ciljevi određuju pojedine faze koje treba poći do postizanja strateških ciljeva. Kratkoročni ili operativni ciljevi predstavljaju određene korake za izvršenje pojedinih faza razvoja sistema. Prema prostoru na koji se odnose moguće je razlikovati:

- opšte ciljeve proizvodnog (poslovnog) sistema i
- posebne ciljeve pojedinih dijelova poslovnog sistema.

Opšti i posebni ciljevi moraju biti međusobno usklađeni tako da opšti imaju prednost nad posebnim ciljevima.

Prema značenju ciljeve dijelimo na:

- primarne odnosno osnovne ciljeve i
- sekundarne ciljeve.

U određenim vremenskim periodima (koji su obično kratkoročni ili srednjoročni) proizvodni (poslovni) sistem obično uz osnovni cilj postavlja i druge ciljeve kao naprimjer osvajanja novog proizvoda ili proširenje kapaciteta određene vrste koji su od primarnog značaja ili povećanje prodaje, povećanje udobnosti dolaska na posao koji su sekundarnog značaja. U odnosu na njihovu suštinu ciljevi se dijele na:

- ekonomske i
- neekonomske ciljeve.

Obje vrste ciljeva u krajnjem rezultatu su usmjereni na ostvarenje trajnog ekonomskog cilja. Takođe ekonomski ciljevi imaju prioritet.

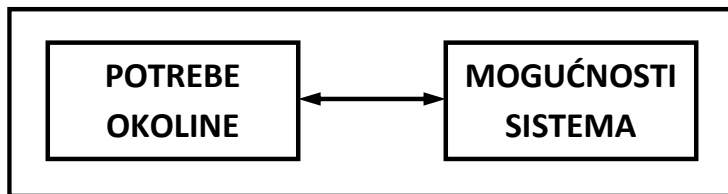
Ciljevi poslovnog sistema određuju se po određenom postupku u okviru procesa planiranja definisanim Zakonom i normativnim aktima poslovnog sistema (Statut, Pravilnik o planiranju). U tim aktima se određuju obaveze planiranja, uloga stručnih službi u postupku i prava i obaveze zaposlenih u određivanju ciljeva. Treba obezbjediti što veće učešće zaposlenih u utvrđivanju ciljeva jer će samo na taj način shvatiti kao svoje i ulagati napore za njihovo ostvarenje. Inače samo utvrđivanje ciljeva vrši se na osnovu određenih podloga – informacija o kretanju značajnih pojava za poslovni sistem i po određenim metodama prognoziranja (predviđanja) kretanja tih pojava.

Inače karakteristike dobro formulisanog cilja bi trebale biti:

- **S** – *specific, significant*, (specifičan, značajan, jednostavno izražen i lako razumljiv);
- **M** – *measurable, meaningful, motivational* (mjerljiv, logičan, motivacijski);
- **A** – *agreed upon, attainable, achievable, acceptable, action – oriented* (dogovoren, dostižan, ostvariv, prihvatljiv, akcijski orijentiran – široko komuniciran u organizaciji);
- **R** – *realistic, relevant, reasonable, rewarding, results – oriented* (realan, relevantan, razuman, nagrađivanje, usmjeren ka rezultatima);
- **T** – *time – based, timely, tangible, trackable* (baziran na vremenu, pravovremen, određen, sljedljiv).

#### 4. PLANIRANJE

Planiranje je dio procesa upravljanja proizvodnim (poslovnim) odnosno bilo kojim organizacijskim sistemom. To je svjesno upravljanje procesom u smjeru postizanja ciljeva sistema. U osnovi planiranje je skup aktivnosti kojima se usaglašava odnos između potreba okoline i mogućnosti sistema, Slika 6.



Slika 6. Potrebe okoline vs mogućnosti sistema [4]

Temelji se na utvrđenim ciljevima sistema i prethodno urađenim analizama.

Planiranje je složeni proces koji se sastoji u neprekidnom usmjeravanju i usklađivanju elemenata sistema i procesa društvene reprodukcije i proizvodnih (poslovnih) sistema u

- kvalitetu;
- kvantitetu;
- prostorno;
- vremenski;

a u smislu zadovoljavanja zahtjeva okoline i postizanja ciljeva proizvodnog sistema.

Planiranje je složen skup međusobno povezanih aktivnosti koji se može podijeliti na tri sukcesivne faze:

- predviđanje kretanja pojava značajnih za postizanje ciljeva sistema;
- analiza odnosa sistem – okolina ili programiranje i
- usaglašavanje odnosa sistem – okolina.

Izvođenjem ovih faza planiranja za određeni vremenski period utvrđuje se:

- skup zadataka koje je potrebno izvršiti da bi se postigli ciljevi sistema;
- redosljed i dinamika izvršenja tih zadataka;
- sredstva za realizaciju zadataka i
- uslovi izvršenja zadataka.

##### 4.1. Predviđanje

Planiranjem se određuje funkcionisanje proizvodnog sistema u budućnosti. Da bi se moglo planirati potrebno je utvrditi ponašanje pojava značajnih za postizanje ciljeva sistema. To utvrđivanje zove se predviđanje. Kako je budućnost neizvjesna i svako predviđanje nosi u sebi rizik greške odnosno daje samo rezultate veće ili manje vjerovatnoće.

U svakoj organizaciji se, bili toga svjesni ili ne, prave pretpostavke ili predviđanja o tome šta će se desiti u budućnosti. Kada se to ne bi radilo, bilo bi manje osnova za racionalne akcije koje se trenutno izvode. Što bolje predvidimo budućnost, naše tekuće odluke mogu biti više

usmjerene ka cilju. Predviđanje je proces kojim se grade pretpostavke ili procjene o budućim događajima koji su po pravilu nepoznati i neizvjesni. Sam rezultat procesa predviđanja obično se naziva prognoza.

Predviđanjem se stvaraju podloge za donošenje odluka u narednim fazama planiranja i upravljanja sistemom. Ukoliko su rezultati predviđanja bliži stvarnosti utoliko će ostale faze upravljanja biti lakše i tačnije.

Posljedice netačnih predviđanja pojava značajnih za odnos sistema – okolina mogu biti veoma značajne za proces funkcionisanja proizvodnog (poslovnog) sistema i njegove efekte odnosno izlaz. Tako ako su predviđanja data sa povišenim veličinama (precijenjena) imaćemo kao posljedice:

- povećani ugrađeni kapacitet,
- povećana investiciona sredstva,
- stvaranje povećanih zaliha proizvoda,
- sniženje ukupnih efekata rada i
- druge slične posljedice.

Za slučaj predviđanja sa sniženim veličinama (podcijenjena) imaćemo kao posljedice:

- nemogućnost zadovoljenja potreba okoline,
- preopterećenje postavljenih kapaciteta,
- smanjenje efekata sistema,
- prekide procesa usljed nedostatka elemenata ulaza i
- mogućnost pojave drugog proizvođača i slično.

Značajne pojave odnosno parametri za postizanje ciljeva proizvodnog sistema i njegov odnos sa okolinom čija veličina, dinamika i oblik se utvrđuju predviđanjem su brojne. Mogu se podijeliti sa stanovišta mjesta gdje se dešavaju na vanjske (okolina) i unutrašnje (sistem). Osnovne vanjske pojave odnosno parametri su sljedeći:

- razvoj društvenih potreba po strukturi, količini i dinamici,
- kretanje na tržištu,
- uslovi privređivanja,
- društveni planovi,
- razvoj nauke i tehnike,
- razvoj političkog sistema i
- razvoj međunarodnih odnosa.

Osnovne unutrašnje pojave i parametri značajni za odnos sistema – okolina su:

- proizvodni program,
- struktura sistema,
- veličina sistema,
- procesi trošenja sredstava i
- karakteristike i ponašanje kadrova.

U osnovi treba razlikovati dugoročna, srednjeročna i kratkoročna predviđanja. Drugoročna predviđanja daju osnovne strateške podatke o stanju svjetske i nacionalne privrede i potrebama

društva. Srednjeročna i kratkoročna predviđanja vezana su za mogućnost razmjene određenog proizvodnog programa sistema sa okolinom.

Postoje tri osnovna postupka (metode) predviđanja pojava u budućnosti:

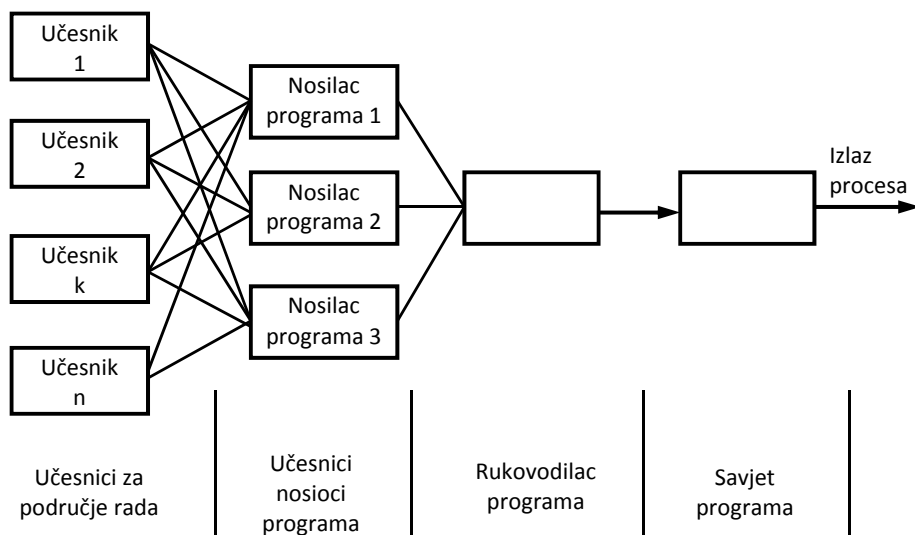
- na osnovu iskustvenih procjena;
- na osnovu ponašanja istih ili sličnih parametara pojava u prošlosti i
- na osnovu određivanja međuzavisnosti parametara programa rada.

Predviđanje na osnovu iskustva temelji se na procjeni parametara pojava od strane poznavalaca područja predviđanja odnosno tehnologije. Dobre osobine metode su jednostavnost, efikasnost i relativna pouzdanost ako se uzme u obzir akumulirano znanje u području predviđanja.

Nedostaci iskustvenog predviđanja su:

- teškoće u izboru i obezbjeđenju vremena učesnika u postupku predviđanja,
- razlike u ocjenama više učesnika naročito na različitim nivoima saznanja potreba procesa rada i ukupnih privrednih kretanja i
- teškoće u podešavanju prognoza.

Zbog toga iskustveni postupak predviđanja nije dovoljno tačan i može poslužiti kao orijentacija za postavljanje programa detaljnijih istraživanja, Slika 7.

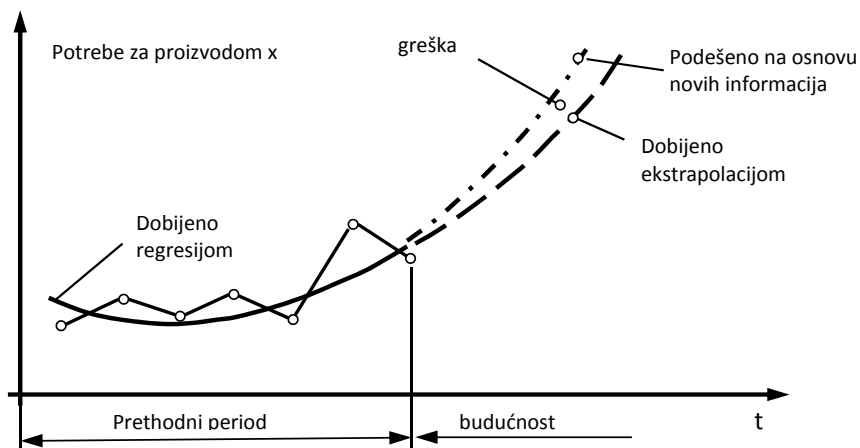


Slika 7. Šematski prikaz iskustvenog predviđanja [4]

Metoda predviđanja na osnovu ponašanja parametara pojava u prošlosti je najviše primjenjivana u praksi. Temelji se na pretpostavci da su ponašanja parametara pojava u prošlosti osnove za projiciranje ponašanja istih parametara u budućnosti. Osnova za ovo su podaci o promjenama parametara u prethodnim periodima, a koje su nastale kao rezultat porasta broja potrošača, razmjene sa svijetom, rasta kupovne moći potrošača i razvoja potreba.

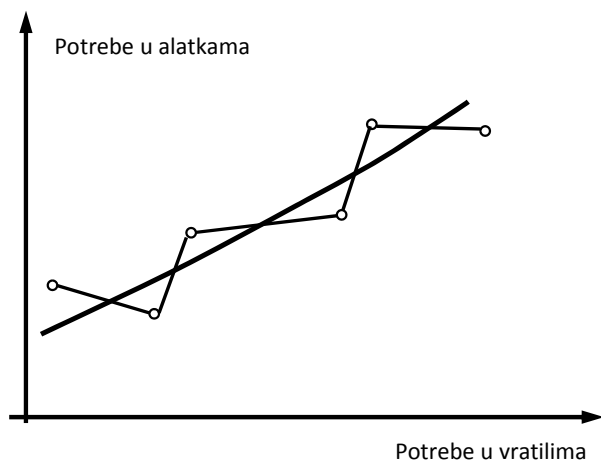
Postupak predviđanja po ovoj metodi ima sljedeće faze, Slika 8:

- utvrđivanje zakonitosti ponašanja parametara u prethodnim periodima na osnovu podataka metodama regresione analize,
- predviđanje ponašanja parametara u budućnosti metodom ekstrapolacije,
- podešavanje predviđanja pomoću najsvježijih podataka o parametrima što znači povećanje kvaliteta predviđanja.



Slika 8. Ilustracija postupka metode predviđanja na osnovu ponašanja parametara u prošlosti [4]

Postupak predviđanja na osnovu međuzavisnosti parametara programa rada zasniva se na saznanju da postoji uzročno posljedična veza između parametara prethodno određenih i parametara koji se predviđaju. Tako ako je poznat normativ potrošnje alata za obradu nekog vratila skidanjem strugotine u serijskoj proizvodnji moguće je za prethodno utvrđene potrebe vratila utvrditi potrebe alata, Slika 9.



Slika 9. Ilustracija primjene metode predviđanja metodom međuzavisnosti parametara [4]



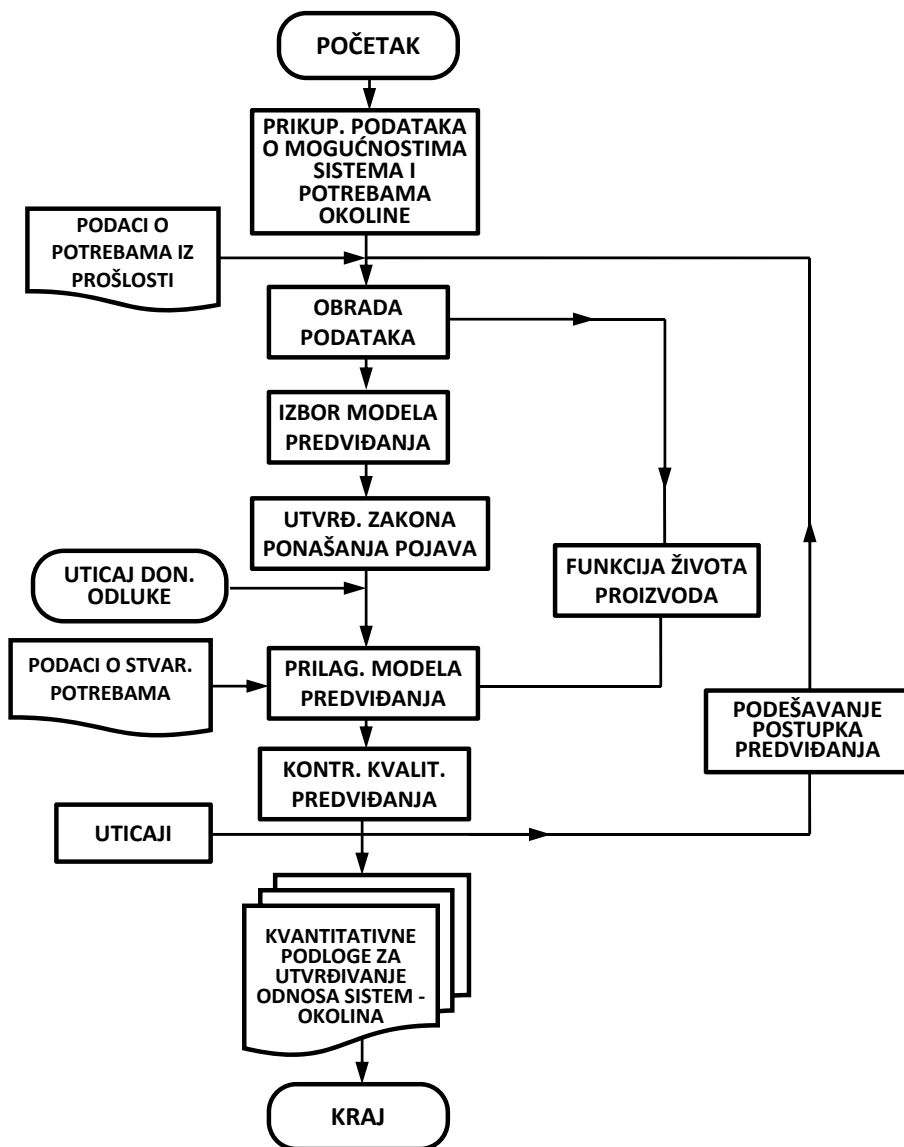
Vidi se da za primjenu metode treba obezbjediti podatke o:

- normativu potrošnje alata (statistički ili prema projektovanim postupcima rada) i
- nivou izlaznih veličina programa proizvodnje.

U sve tri metode predviđanja mogu se uočiti četiri faze rada:

1. utvrđivanje međuzavisnosti parametara,
2. utvrđivanje modela međuzavisnosti,
3. ekstrapolacija ponašanja za planski period i
4. podešavanje modela predviđanja na bazi iskustvenih ocjena ili najnovijih podataka.

Na Slici 10. dat je blok dijagram postupaka predviđanja.



Slika 10. Algoritam postupka predviđanja [4]

#### 4.2. Utvrđivanje međuzavisnosti sistem – okolina

Predstavlja fazu planiranja kao prirodan nastavak predviđanja.

Zasniva se na:

- podacima dobijenim u predviđanju,
- tekućim zahtjevima okoline (porudžbine),
- analizi mogućnosti (potencijala) sistema,
- analizi integralne systemske podrške (funkcije proizvodnog i poslovnog sistema koje obezbjeđuju rad tehnoloških podsistema),
- za zadovoljenje zahtjeva u uslovima okoline i
- analizi ograničenja.

U postupku utvrđivanja međuzavisnosti sistem – okolina treba da se utvrdi:

- struktura potreba proizvoda koje treba isporučiti okolini (tržištu),
- količina potreba proizvoda,
- rokovi isporuke i uslovi isporuke proizvoda na osnovu zahtjeva potrošača i
- efekti procesa rada u cilju zadovoljenja potreba sistema.

Iz ovoga izlazi da je postupak utvrđivanja međuzavisnosti sistem – okolina u osnovi uslovljen:

- potrebama okoline,
- mogućnostima (potencijalima) sistema i okoline,
- kvalitetom organizovanja proizvodnih i drugih struktura poslovnog sistema i
- sposobnošću otklanjanja uzroka izazvanih ograničenjima sistema.

Utvrđivanje međuzavisnosti sistem – okolina odnosi se na tehnološke kapacitete, materijale, alate, energiju, ljude i novčana sredstva. Postupak utvrđivanja međuzavisnosti sistem okolina sadrži sljedeće zajedničke faze bez obzira o kojem se resursu sistema radi:

- a) analiza zahtjeva okoline dobijenih u postupku predviđanja i preko tekućih porudžbina okoline. Pri ovome tekuće porudžbine omogućavaju korekciju dobivenih u predviđanju. U ovoj fazi se dobije profil zahtjeva okoline u svim dimenzijama;
- b) analiza mogućnosti sistema u smislu istih parametara zahtjeva okoline. Tako je kapacitet sistema uslovljen sa više uticajnih faktora kao što su vrijeme eksploatacije, režim rada, uslovi rada, pojava otkaza, kvalitet otklanjanja otkaza, međusobna usklađenost dijelova kapaciteta itd. U ovoj fazi se dobije profil mogućnosti (potencijala) sistema po dimenzijama zahtjeva okoline;
- c) upoređenje zahtjeva okoline i mogućnosti sistema daje pokazatelje u kojim dimenzijama (parametrima) mogućnosti sistema zadovoljavaju zahtjeve okoline, u kojima ne zadovoljavaju i u kolikoj mjeri i u kojima su viši od zahtjeva okoline i u kolikoj mjeri. U sljedećoj fazi planiranja ove utvrđene nesaglasnosti između sistema i okoline se dovode u red različitim aktivnostima.

Tako se za resurs materijala u postupku utvrđivanja međuzavisnosti sistem – okolina radi sljedeće:

- a) utvrđuje profil potreba materijala na osnovu karakteristika proizvoda (tehnička dokumentacija), karakteristika procesa rada (tehnološka dokumentacija) i ugovora (rokovi i dinamika isporuke) utvrđuje bilans potreba materijala za određeni vremenski period;

- b) analizira stanje zaliha materijala po strukturi, vrstama i količini;
- c) utvrđuju mogućnosti nabave materijala i
- d) upoređuje profil potreba materijala odnosno bilans materijala sa mogućnošću obezbjeđenja materijala (mogućnost sistema).

Kod utvrđivanja zahtjeva okoline ponekad ima problema zbog nedovoljne definisanosti (planovi sa dužim rokom ili nedovoljno definisan proizvodni program). Također ima problema u poslovnim sistemima nižeg organizacionog nivoa gdje često nema dovoljno informacija o mogućnostima sistema (poznavanje raznih gubitaka).

#### **4.3. Usaglašavanje odnosa sistem – okolina**

U ovoj fazi planiranja se nastoje uskladiti potrebe okoline i mogućnosti sistema po količini, kvalitetu, vremenu i prostoru kako bi se iskoristili potencijali, šansa date iz okoline i postigli maksimalni efekti sistema. Osnovni problemi koji uslovljavaju potrebu planiranja na najvećem broju proizvodnih sistema su: [4,5]

- održavanje rokova isporuke,
- smanjenje redova čekanja,
- uravnoteženje odnosa opterećenja,
- smanjenje vremena trajanja otkaza i
- održavanje kontinuiteta tokova u sistemu i obezbjeđenje novčanih obrtnih sredstava.

Kod rješavanja ovih problema usaglašavanjem primjenjuju se slični postupci sa blagim razlikama koje ovise od:

- strukture sistema,
- stanja sistema,
- uslova iz okoline,
- elemenata sistema na koji se odnose i
- vremena na koji se odnose.

Ako se usklađivanje odnosa sistem – okolina odnosi na kratkoročni period onda ono obuhvata: [4,5]

- planiranje kapaciteta,
- planiranje materijala,
- planiranje alata,
- provjeru raspoloživosti (gotovosti) izvršilaca,
- provjeru gotovosti energetske resursa i
- provjeru obrtnih sredstava;

kako je to prikazano u Tabeli 1.

Tabela 1. Prikaz strukture postupaka planiranja za kratkoročni period [4]

PLANIRANJE			PROVJERA OPERATIVNE GOTOVOSTI		
Kapacitet	Materijala	Alata	Učesnika	Energetskih resursa	Obrtnih sredstava
<ul style="list-style-type: none"> <li>- razrada operativnog plana</li> <li>- izbor postupka izvođenja plana</li> <li>- raspodjela operativnog plana na radne i vremenske jedinice</li> <li>- označavanje radnih naloga</li> <li>- utvrđivanje prioriteta</li> <li>- utvrđivanje redoslijeda ulaza</li> <li>- izbor načina prelaza serija u procesu</li> <li>- analiza odnosa opterećenja / kapaciteta</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- utvrđivanje potreba materijala po vrsti, dimenzijama i količini</li> <li>- rezervisanje materijala u skladištu</li> <li>- određivanje vremena ulaza materijala u proces rada</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- utvrđivanje potreba alata po vrsti, dimenzijama i količini</li> <li>- postupak obezbjeđenja alata – nabavka i izrada</li> <li>- određivanje ulaza alata u proces rada</li> <li>- izdavaonica alata (izdavanje, prijem, kontrola, opravka i skladištenje)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Provjera stanja učesnika po:               <ul style="list-style-type: none"> <li>- zanimanjima (vrsti)</li> <li>- Stepenu stručnosti (kvalifikaciji)</li> </ul> </li> <li>Postupci otklanjanja poremećaja</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- provjera stanja resursa po strukturi i količini</li> <li>- postupci otklanjanja poremećaja</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- provjera stanja sredstava po: vrsti, količini, izvorima finansiranja</li> <li>- postupci otklanjanja poremećaja</li> </ul>

## 5. PRINCIPI PLANIRANJA

Planiranje se temelji na određenim principima, čija primjena obezbjeđuje potreban kvalitet i efekte. Ovi principi mogu da se podijele u dvije grupe:

- metodološki principi i
- ekonomski principi.

### 5.1. Metodološki principi planiranja

Metodoloških principa planiranja ima više i kao najznačajniji mogu se navesti:

- naučno obilježje,
- kompleksnost,
- konkretnost,
- kontinuiranost,
- demokratičnost i
- direktivnost.

Umihanić B. u [8] i u [9] navode i sljedeće principe:

- cjelovitost planiranja,
- permanentnost planiranja,
- potpunost planiranja,
- transparentnost,
- fleksibilnost,
- stabilnost planiranja,
- obaveznost planiranja,
- kontrolabilnost planiranja i
- ostvarivost planskih zadataka.

Naučno obilježje planiranja ogleda se u:

- zasnovanosti na istraživanjima,
- ekonomskim, tehničkim i drugim analizama izvedenim pomoću naučnih metoda,
- povezanost sa društvenim i ostalim naukama i naučnim disciplinama i
- saznanju o djelovanju ekonomskih parametara u raznim društveno – ekonomskim uslovima.

**Princip kompleksnosti** traži da se planiranjem obuhvati čitav poslovni proces i sistem usklađivanjem elemenata izlaza. Različite neusaglašenosti u poslovnom sistemu kao što su grlo kapaciteta, nedostatak materijala, neodgovarajuća struktura kadrova kompleksnošću planiranja treba da se svedu na najmanju mjeru. Primjena ovog principa smanjuje zalihe, povećava korištenje kapaciteta, uklanja grla kapaciteta, ubrzava kretanje obrtnih sredstava itd.

**Realnost planiranja** traži pravilno odmjeravanje mogućnosti na osnovu kojih se planiraju potrebe. Pri tome može doći do precjenjivanja mogućnosti što dovodi do neostvarenja zadataka ili do potcjenjivanja mogućnosti što smanjuje inicijativu kolektiva.

Princip realnosti planiranja dopunjava princip naučnosti planiranja jer sva naučna dostignuća tok procesa reprodukcije stavljaju u okvire objektivno mogućeg.

**Konkretnost planiranja** traži da planiranje mora biti jasno i precizno određeno u smislu:

- sadržaja i obima planskih zadataka,
- nosioca i izvršioca svakog planskog zadatka i
- odgovornosti za izvršenje planskih zadataka.

Princip konkretnosti traži da sve veličine iskazane u planu budu kvantificirane odnosno izražene brojčanim podacima.

**Kontinuiranost planiranja** traži da to bude stalan proces kao što su stalni i proizvodni i poslovni procesi odnosno proces reprodukcije. Time se planiranje prilagođava promjenama za vrijeme samog izvršavanja planskih zadataka. Primjenom ovog principa obezbjeđuju se mnogi povoljni efekti kao:

- nema stroge podijeljenosti između dva planska perioda koji slijede jedan za drugim,
- poboljšava se efikasnost i realnost planiranja,
- povećava se stručnost kadrova koji rade na planiranju itd.

**Demokratičnost planiranja** mora doći do izražaja tokom čitavog procesa planiranja u poslovnom sistemu. Ovo se ogleda u sljedećim uslovima:

- pridržavanje smjernica datih u društvenim planovima,
- samostalnosti poslovnih sistema u donošenju i izvršavanju planova,
- sudjelovanju svih radnih ljudi u čitavom procesu planiranja i donošenju odluka kod postavljanja i kod izvršenja planskih zadataka.

**Direktivnost planiranja** traži da se kod planiranja u poslovnom sistemu poštuju zakonski propisi i drugi značajni normativni akti iz okvira institucionalnog okruženja. Također se treba pridržavati i normativnih akata samog poslovnog sistema. Po pravilu vanjski propisi o planiranju sadrže načelne odredbe, dok su unutrašnji propisi o planiranju konkretni i detaljni.

Primjenom ovih propisa u planiranju obezbjeđuje se saglasnost planova poslovnih sistema sa planovima društveno – političkih zajednica, pa time planovi poslovnih sistema dobivaju društveni karakter.

## 5.2. Ekonomski principi planiranja

Pored toga što je planiranje skup aktivnosti upravljanja poslovnim sistemom to su istovremeno i ekonomske aktivnosti jer se time opredjeljuje reprodukcija za neki planski period u budućnosti. Znači da se planiranje treba tako provoditi da se obezbijedi i poštovanje ekonomskih principa.

Dosljedna primjena osnovnog ekonomskog principa, minimalnim ulaganjima ostvariti maksimalne rezultate, u okviru procesa planiranja i njegova ugradnja u sve elemente plana obezbjeđuje bolje efekte poslovnog sistema u realizaciji plana. Primjena osnovnog ekonomskog principa u planiranju izvodi se uticajem na dva osnovna oblika ulaganja u reprodukciju:

- ulaganja u obliku trošenja sredstava za rad, predmeta rada i radne snage i
- ulaganja u obliku angažovanih sredstava.

Uticajem na ove oblike ulaganja istovremeno se utiče i na rezultate ulaganja i na odnos ulaganja i rezultata. Odnos između rezultata i ulaganja predstavlja mjeru ostvarenja osnovnog ekonomskog principa, koji se zbog složenosti u realizaciji i mjerenju rastavlja na produktivnost, rentabilnost i ekonomičnost.

Znači da su osnovni ekonomski principi produktivnost, ekonomičnost i rentabilnost istovremeno i ekonomski principi planiranja.

## 6. PODJELA PLANOVA

Planove u poslovnom sistemu moguće je podijeliti uglavnom na osnovna tri kriterijuma i to po:

- vremenu,
- sadržaju i
- značaju.

Prema vremenu na koji se odnose planovi proizvodnih (poslovnih) sistema se dijele na:

- dugoročne,
- srednjoročne i
- kratkoročne planove.

**Dugoročni planovi** prave se za periode od pet i više godina. Definišu politiku razvoja proizvodnog (poslovnog) sistema. Temelje se na naučno – istraživačkom radu prognoziranja razvoja tehnologije, sredstava za rad, tržišta i društveno – ekonomskih odnosa. Definišu razvoj proizvodnog programa i investicije. Sadrže grube procjene iskazane trendovima kretanja značajnih parametara za razvoj proizvodnog (poslovnog) sistema.

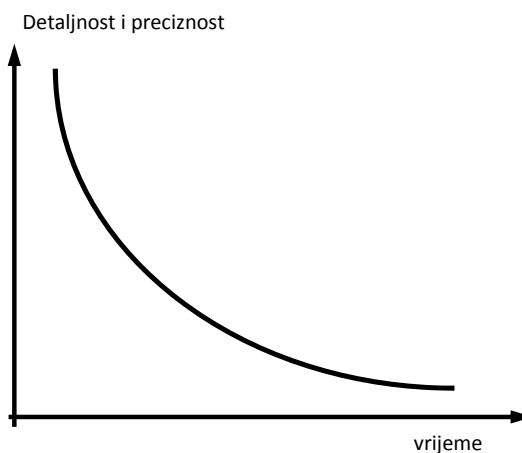
**Srednjoročni plan** odnosi se na period od tri do pet godina. Precizniji su i detaljnije razrađeni od dugoročnih planova, mada sadrže iste elemente kao i oni. Osnovni elementi srednjoročnih planova utemeljeni su na dugoročnim planovima i na srednjoročnim planovima društveno – političkih zajednica.

**Kratkoročni planovi** su godišnji, odnosno osnovni planovi i operativni planovi. Godišnji plan je dio srednjoročnog plana i predstavlja njegovu konkretizaciju usklađenu sa konkretnim stanjem u vezi sa potrebama tržišta, proizvodnim kapacitetima i drugim resursima poslovnog sistema.

Izrada godišnjeg plana počinje utvrđivanjem proizvodnog programa, koji treba da sadrži količine po vrstama proizvoda, obim i strukturu ostalih djelatnosti, orijentacionu dinamiku i troškove i prihod. Tako definisan proizvodni program predstavlja podlogu za izradu drugih komponentnih planova.

Godišnji plan je, budući da se radi za kraći period, mnogo konkretniji i precizniji od srednjoročnog plana. Operativni planovi donose se za još kraće periode tromjesečje, mjesec, nedelju i dan. Ovim planovima se potpuno konkretizuju i preciziraju i terminiraju zadaci iz godišnjih planova. U odnosu na početak i završetak zadataka, kao i u odnosu na sve druge elemente potrebne za izvršenje operativnih planskih zadataka.

Iz razmatranja o planovima poslovnog sistema podijeljenih po vremenu može se uočiti da su njihova preciznost i stepen detaljnosti razrade obrnuto proporcionalni dužini vremenskog perioda na koji se odnose ti planovi, kako je prikazano na Slici 11.



Slika 11. Ovisnost stepena detaljnosti i preciznosti planova od vremena [4]

Prema sadržaju planove poslovnog sistema dijelimo na:

- ukupne (zbirne) i
- pojedinačne planove.

**Ukupni plan** obuhvata čitav poslovni proces i sve dijelove poslovnog sistema. Sastoji se iz pojedinačnih planova koji obrađuju samo dio poslovnog procesa ili poslovnog sistema.

**Pojedinačni planovi** su sastavni dijelovi ukupnog i treba da čine zajedno jednu skladnu cjelinu. Kao pojedinačni planovi poslovnog sistema mogu se uočiti: [4,8,9]

- plan prodaje,
- plan proizvodnje,
- plan investicija,
- plan nabave,
- plan snabdjevanja energijom,
- plan radne snage,
- plan cijena,
- plan potrebnih obrtnih sredstava,
- plan formiranja i raspodjele ukupnog prihoda i dohotka,
- plan pokazatelja uspješnosti poslovanja.

Ovo je ujedno podjela planova u funkcionalnoj organizaciji, dok se u divizionoj govori o: [8,9]

- planovima centralnih odjela (uprava, EOP, ekonomika, zaposleni itd.), te
- planovima divizija, koji se opet raščlanjuju funkcionalno.

### 6.1. Redoslijed izrade pojedinačnih planova

Pojedinačni planovi poslovnog sistema izrađuju se prema prirodnom i logičnom redoslijedu, koji obezbjeđuje racionalnost i realnost planiranja u smislu:

- korištenja podataka jednog plana u narednom planu,
- postizanje međusobne usklađenosti planova i
- kraćeg vremena izrade.

Logički redoslijed izrade pojedinačnih planova je slijedeći:

- a) prodajna funkcija na osnovu istraživanja tržišta ocjenjuje koje i koliko proizvoda će tržište moći prihvatiti u planskom periodu, te pod kojim uslovima (cijena, rokovi isporuke, drugi uslovi);
- b) na osnovu plana prodaje proizvodnja analizira svoje mogućnosti (kapacitet, stanje sredstava za rad, kadrovi i drugo). Ukoliko postoje razlike u odnosu na plan prodaje, što je čest slučaj vrši se usklađivanje;
- c) nabavna funkcija treba da obezbijedi sve materijalne elemente i elemente usluga za izvršenje proizvodnje. U tom smislu vrši planiranje tih elemenata na osnovu plana proizvodnje. Ako se ocjeni da se ne mogu obezbijediti svi potrebni elementi po količini i asortimanu vrši se korekcija plana proizvodnje i dalje prodaje;



- d) finansijska funkcija treba da utvrdi može li da obezbijedi svu finansijsku podršku prethodnim planovima. Ako ne može vrši se usaglašavanje;
- e) kadrovska funkcija sagledava može li za izvršenje postavljenih zadataka obezbijediti potreban broj i strukturu kadrova.

Kako se vidi iz redosljeda, redosljed planiranja je takav da se temelji na prethodnoj fazi, definiše se svoj plan, vraća nazad u smislu usaglašavanja prethodne faze i ide naprijed u smislu daljeg definisanja plana na principu povratnih sprega.

## 7. MJERILA U PLANIRANJU

Princip konkretnosti planiranja traži da se veličine i elementi plana konkretizuju određenim ciframa u određenim mjerilima.

Pri tome se često koriste kombinacije pojedinih mjerila ili istovremeno iskazivanje elemenata plana pomoću više mjerila. Najznačajnija mjerila koja se koriste su:

- a) **naturalna mjerila** kojima se elementi plana iskazuju fizičkim jedinicama mjere kao kvadratni metar, komad, tona, kilovat – sat, itd. Kad se planski zadatak ne može iskazati nekom od mjernih jedinica onda se koriste ekvivalentna mjerila, tako da se naprimjer više različitih ali sličnih proizvoda iskaže mjerilom jedne od njih (metoda reprezentanta). Naturalna mjerila imaju nedostatak jer ne daju mogućnost dobivanja ukupnog izraza određenih dijelova plana jer se radi ili o veoma različitim elementima (mjerilima) ili o nemjerljivim veličinama prirodnim jedinicama;
- b) **vrijednosna mjerila ili novčana mjerila** daju mogućnost da se različiti elementi plana izraze jedinstvenim mjerilom – novcem. Na taj način je moguće vršiti različite matematičke operacije sa planskim veličinama da bi se dobili potrebni planski pokazatelji. Sa druge strane novčana mjerila imaju nedostatak u tome da vrijednost novca stalno varira pa se time mijenjaju i veličine njima iskazane bez stvarne promjene tih veličina. To iskrivljuje prirodu pojava u poslovnom procesu. Problem promjene cijena prevazilazi se korištenjem:
  - stalnih cijena koje služe za poređenje planova raznih sadržaja prostora i vremena i
  - planskih cijena istih karakteristika kao stalne ali kraćeg vremena trajanja;
- c) **indeksima** se izražava relativan odnos između dva stanja neke pojave pa služe za poređenje u vremenu ili u prostoru. Ima više vrsta indeksa ali se najčešće koriste individualni (recimo za cijene):

$$I = \frac{C_i}{C_o} \cdot 100\% \quad \dots(2)$$

i grupni indeks:

$$I_g = \frac{Q_i \cdot C_i}{Q_o \cdot C_o} \cdot 100\% \quad \dots(3)$$

gdje su:

·  $C_i$  – cijene,

$Q_i$  proizvodi u baznom periodu (0) i upoređujućem (i);

- d) **ekonomsko tehnička mjerila** se koriste kao pokazatelji poslovnog uspjeha i zavise od karakteristika poslovnog sistema. To su odnosi naturalnih veličina i vrijednosnih veličina ili samo vrijednosnih veličina, kao naprimjer dohodak po radniku, učešće troškova materijala u cijeni koštanja proizvoda itd;
- e) **tehničko – proizvodna mjerila** su mjerila različite vrste u vezi sa fizičkim fizičkim dijelom poslovnog ili za proizvodni sistem. To su naprimjer učinak, škart, zastarjelost opreme, stopa otkaza, otpadak itd.

## 8. METODE PLANIRANJA

U toku procesa planiranja koristi se niz metoda koje obezbjeđuju tačnije, brže i efikasnije planiranje. Suština im se ogleda u prognoziranju razvoja događaja u budućnosti i izboru najbolje alternative u datim uslovima poslovnog sistema i okruženja.

Od više metoda, koje se koriste u praksi planiranja, izdvajaju se:

- metoda ekstrapolacije trendova, među kojima ćemo izdvojiti regresionu analizu,
- operaciona istraživanja,
- input – output analiza i
- mrežno planiranje.

### 8.1. Metoda ekstrapolacije trendova

Metodom ekstrapolacije trendova budući događaji se predviđaju promatranjem trendova razvoja iz prošlosti, tzv. preslikavanje prošlosti u budućnost. Ova metoda koristi se u slučajevima kada se parametri pomoću kojih preslikavamo mogu kvantitativno izraziti, pa se stoga i nazivaju kvantitativnim metodama predviđanja. Kvantitativne metode predviđanja mogu se svrstati u četiri grupe: metode vremenskih serija, metode eksplanacije, ekonometrijske metode, monitoring pristup.

Metode vremenskih serija predviđanja temelje se na identificiranju zakonitosti dosadašnjeg razvoja neke pojave preko raspoloživog niza povijesnih podataka, a zatim na ekstrapolaciji utvrđenog historijskog razvoja te pojave u budućnosti. Postoji nekoliko metoda kao što su naivne metode (budućnost se neće značajnije promijenti u odnosu na sadašnjost), metode poravnavanja (eliminiranje uticajnih faktora), te metode dekompozicije (izdvajanje osnovnih komponenti iz vremenskih serija i zasebno predviđanje).

Metode eksplanacije predviđanja temelje se na vezi između promatrane pojave (ovisna varijabla, output) i faktora (neovisna varijabla, input) koji utječu na tu pojavu. Najpoznatija metoda eksplanacije je regresijska analiza u kojoj se značajnost pojedinih varijabli određuje odgovarajućim statističkim testovima.

Ekonometrijske metode predstavljaju temelj ekonometrije, koja nastoji utvrditi kvantitativne relacije između ekonomskih varijabli pomoću statističkih metoda.

Monitoring pristup temelji se na identifikaciji sistemskih promjena u postojećem kretanju pojava. Najznačajnije su dvije kategorije – automatske kvantitativne procedure te prosudbene procedure.

### 8.1.1. Regresiona analiza – esktrapolacija

Služi za predviđanje kretanja veličine parametara značajnih pojava za proizvodni (poslovni) sistem u budućnosti. Bazira se na pretpostavci da će se ti parametri kretati u budućnosti kao u prošlosti. Na osnovu podataka iz prošlosti utvrđuje se zakonitost pojave grafički i matematički.

Regresijom i korelacijom analizira se **povezanost** (zavisnost, asocijacija, odnos) dvije ili više varijabli. Slučajno promjenljive veličine su povezane ako su promjene u jednoj veličini praćene promjenama druge veličine

**Korelacija** podrazumijeva analizu jačine i smjera povezanosti dok **regresija** (regresioni model), osim analize jačine i smjera, podrazumijeva analizu oblika povezanosti, kao i analizu u smislu nezavisnih/zavisnih. Regresioni model omogućava **predikciju** vrijednosti zavisne varijable na osnovu poznavanja vrijednosti nezavisnih varijabli.

**Jednostavna linearna regresija**, opisuje se odnos među pojavama za koje je svojstveno da svakome jediničnom porastu vrijednosti jedne varijable odgovara približno jednaka linearna promjena druge varijable.

Model jednostavne linearne regresije se opisuje jednačinom i dat je na Slici 12:

$$y = a \cdot x + b + u \quad \dots(4)$$

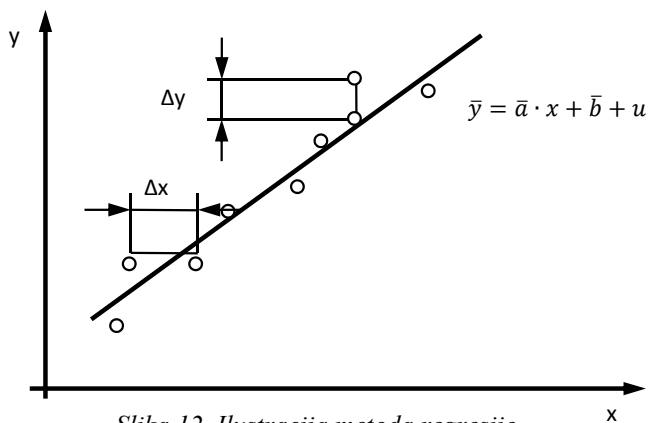
gdje je:

$x$  = nezavisna varijabla

$y$  = zavisna varijabla

$u$  = odstupanje od funkcionalnog odnosa

$a, b$  = parametri



Slika 12. Ilustracija metoda regresije

gdje se stvarna zakonitost:

$$y = a \cdot x + b + u \quad \dots(4)$$

procjenjuje na osnovu podataka zakonitošću:

$$\bar{y} = \bar{a} \cdot x + \bar{b} + u \quad \dots(5)$$

metodama procjene parametara  $a$  i  $b$ . Jedna od tih metoda je metoda najmanjih kvadrata, koja se sastoji u određivanju onih procjena parametara za koje rezidualni zbroj kvadrata postiže minimum.

$$\frac{\partial^2(y - \bar{y})}{\partial a^2} = 0 \quad \dots(6)$$

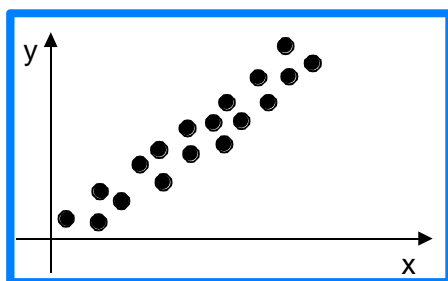
$$\frac{\partial^2(y - \bar{y})}{\partial b^2} = 0 \quad \dots(7)$$

Pri ovome se ekstremne vrijednosti podataka o ponašanju pojave isključuju. Zakonitosti pojava imaju različite oblike funkcija kao linearna, logaritamska, eksponencijalna itd.

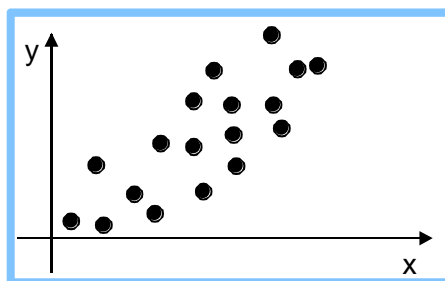
Iz grafičkog prikaza moguće je sagledati sve tri karakteristike povezanosti:

1. Smjer povezanosti: pozitivan – negativan,
2. Jačina povezanosti,
3. Oblik povezanosti: linearan – nelinearan,

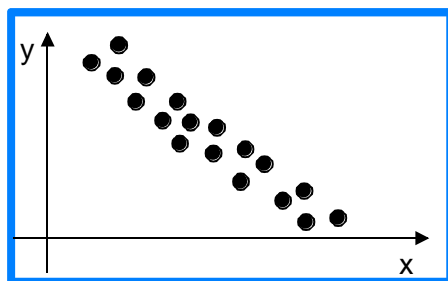
što je prikazano na Slici 13.



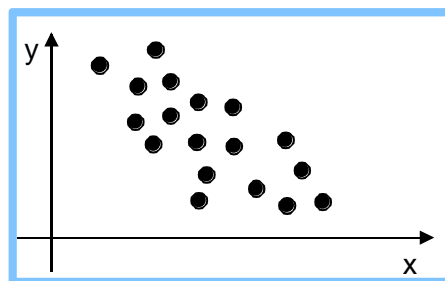
a) Pozitivna korelacija (jaka)



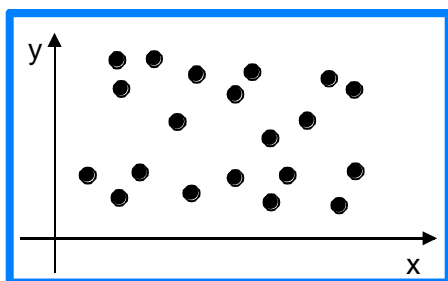
b) Pozitivna korelacija (slaba)



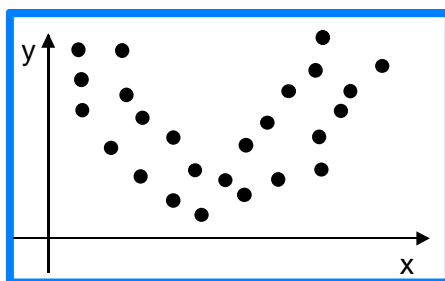
c) Negativna korelacija (jaka)



d) Negativna korelacija (slaba)



e) Nema korelacije



f) Kompleksna korelacija

Slika 13. Vrste korelacija

Na ovaj način se mogu utvrditi naprimjer kretanja potrošnje rezervnih dijelova, očekivana trajnost sredstava za rad, zakonitost otkaza sredstava za rad, kretanje tražnje nekih proizvoda itd.

## 8.2. Operaciona istraživanja

Iz želje da se donošenje odluka temelji na naučnim osnovama, nikla je nova grana primjenjene matematike – operaciona istraživanja. Kao naučna metoda, operaciona istraživanja su se pod tim nazivom javila za vrijeme II svjetskog rata na problemima vojne prirode u Velikoj Britaniji, kada su vojni rukovodioci pozvali naučnike da pomognu u rješavanju strateških i taktičkih problema. Zbog svoje praktične primjene, ona su se brzo proširila i na druga područja.

Operaciona istraživanja su posebna metodološka i normativna djelatnost, u kojoj se intenzivno i sistematski upotrebljavaju kvantitativne matematičke i statističke metode. U prve pokušaje upotrebe operacionih istraživanja možemo ubrojiti istraživanje *F.W.Taylor*, koji je 1895. godine proučavao koliko bi velikom lopatom trebalo da radi radnik da bi njegov učinak u propisanom vremenu bio najveći.

Naročito povoljno razdoblje za razvoj operacionih istraživanja počeo je poslije II svjetskog rata, posebno u privredno razvijenijim zemljama. Toj su atmosferi doprinijeli brzi tehnološki napredak, moderna organizacija rada itd. što se opet pripisuje revolucionarnom razvoju teorije organizacije, elektronike, automatizacije i računarske tehnologije. Računarska tehnologija je prvi uslov za razvoj i uspješnu primjenu operacionih istraživanja.

Za kvantitativno istraživanje nekog problema potrebni su početni podaci, različiti pokazatelji i parametri. To su različiti empirijski ili statistički podaci, koji su dati ili su rezultat posrednih mjerenja i izračunavanja. Istraživački rad pomoću metoda operacionih istraživanja je specifičan način rada koji zahtijeva saradnju matematičara, statističara i stručnjaka iz oblasti koja se istražuje. Operaciona istraživanja predstavljaju multidisciplinarni pristup rješavanju određenih problema u zajedničkom radu stručnjaka raznih specijalnosti.

Operaciona istraživanja su uglavnom matematičko – statističke metode. Najčešće upotrebljavane metode operacionih istraživanja u planiranju su:

- a) **linearno programiranje** je matematički metod koji koristimo pri rješavanju problema vezanog ekstrema, s linearnom funkcijom cilja, s linearnim uslovnim nejednačinama, ili jednačinama i s dodatnim (posebnim) uslovom (zahtjevom) da varijable imaju samo nenegativne vrijednosti. Njegov zadatak je: naći (izračunati, odrediti) maksimalnu (minimalnu) vrijednost linearne funkcije cilja, pri unaprijed datim ograničavajućim uslovima (linearne relacije). Ukoliko to nije slučaj nastoji se problem linearizirati uz dovoljno tačne aproksimacije. Korištenje metode linearnog programiranja predpostavlja postojanje:
  - kriterijuma optimizacije,
  - definisane tehnologije,
  - strukture komponenti kapaciteta i
  - definisanost drugih ograničenja.

Pomoću metode linearnog programiranja rješavaju se problemi transporta, izbora proizvodnog programa, redoslijeda radnih usluga, rasporeda obradnih sistema itd;

- b) **teorija redova**, kojom se rješavaju problemi čekanja radnih naloga, korištenja kapaciteta, dimenzionisanja kapaciteta itd; Predmet izučavanja teorije redova čekanja jesu sistemi masovnog usluživanja. Teorija je posvećena kvantitativnim aspektima fenomena redova čekanja (vrijeme čekanja na opslugu, dužina reda čekanja, nivo iskorištenja kanala koji vrše opsluživanje, itd.). Pod sistemom masovnog usluživanja podrazumijeva se svaki sistem u kojem pojava nekog događaja, klijenta ili zahtjeva uzrokuje potrebu da se na nju reaguje, da se zahtjev zadovolji i da klijenta usluži određeni entitet – kanal opsluživanja. Resursi za usluživanje su, po pravilu, ograničenih mogućnosti, što znači da će prvi klijenti biti primljeni na usluživanje odmah, a oni koji pristignu kasnije moraću da sačekaju da se neki od već zauzetih kanala oslobodi. Često je pojava zahtjeva za usluživanjem slučajnog karaktera: ne zna se unaprijed kada će se tačno pojaviti zahtjev za poslugom. Isti je slučaj i sa usluživanjem koje može da traje različito vrijeme. Ovaj opšti koncept sistema masovnog usluživanja sugerise mogućnost njegove široke primjene. Rađanje teorije masovnog opsluživanja bio je odgovor nauke na probleme telefonskog saobraćaja u periodu njegove komercijalne ekspanzije u prve dvije decenije dvadesetog vijeka.
- c) **teorija zaliha**, kojom se rješavaju problemi dimenzionisanja rezervnih elemenata ulaza u proizvodni sistem, izlaza iz sistema i dinamike kretanja u procesu;
- d) **dinamičko programiranje** je naziv za tehniku rješavanja složenih algoritamskih problema kojom značajno možemo smanjiti složenost algoritama.

Pojam „dinamičko programiranje“ uveo je matematičar Richard Belman, koji je sredinom pedesetih godina dvadesetog stoljeća proučavao problem tako što je proučavao hijerarhiju podproblema sadržanih u glavnom problem, te je rješavanje počinjao od najjednostavnijih.

Ovom tehnikom početni složeni problem rastavljamo na podprobleme (*eng. Subproblems*) manje složenosti koji su međusobno zavisni. Svaki podproblem se rješava najviše jednom, čime možemo izbjeći višestruko računanje numeričkih karakteristika istog stanja.

Osnovna ideja na koju se oslanjaju algoritmi dinamičkog programiranja je da se svaki dobiveni međurezultat, odnosno rješenje pod problema, spremi te zatim kada se sljedeći puta naiđe na taj isti podproblem, izbjegne njegovo ponovno rješavanje. Postoji veliki broj problema, koji možemo riješiti na ovaj način te je ova tehnika široko primjenjiva u praksi.

Dinamičko programiranje se često uspoređuje sa metodom „Podijeli pa vladaj“ (*eng. Divide and conquer*), koja također glavni problem rastavlja podprobleme manje složenosti, te zatim rekurzivno dolazi do rješenja podproblema kako bi se njihovim spajanjem dobilo rješenje polaznog problema. Bitna razlika između ove dvije metode je ta da su podproblemi kod metode „Podijeli pa vladaj“ nezavisni, dok kod dinamičkog programiranja oni moraju imati optimalnu podstrukturu, te su oni međusobno zavisni.

Prije samog rješavanja određenog problema vrlo je važno utvrditi možemo li za njegovo rješavanje primijeniti tehniku dinamičkog programiranja. Dva osnovna uslova za primjenu ove tehnike su da problem ima optimalnu podstrukturu, te da su podproblemi glavnog problema međusobno povezani (zavisni).

Posebno je efikasno ukoliko broj ponovljenih potproblema raste eksponencijalno sa brojem ulaznih podataka.

Algoritam tipično ne generise nove podprobleme, već se stari rješavaju iznova i iznova.

Međutim za praktičnu primjenu pogodnog osnovnog koncepta dinamičkog programiranja nedostaje odgovarajući jedinstveni algoritam već se za svaku priliku mora projektovati.

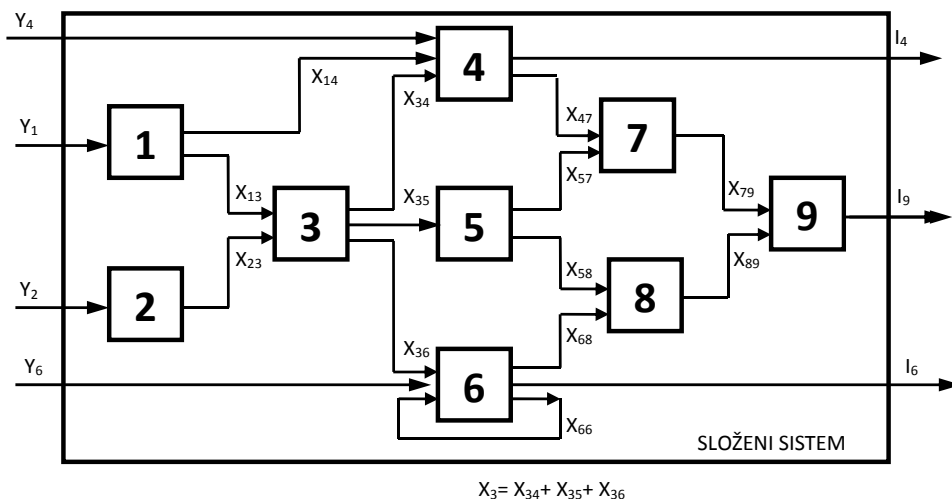
Inače metode operacionih istraživanja imaju više pozitivnih karakteristika:

- svestranost koja se ogleda u sagledavanju tretiranog problema sa više strana;
- cjelovitost u pristupu rješavanja problema, a ne samo nekih njegovih dijelova iako se i dalje primjenjuju postupci analize i sinteze za složene probleme;
- novost se ogleda u primjeni najnovijih saznanja;
- osnovanost analize i rješavanja problema temelji se na provjerenim podacima i prihvaćenim od članova projektnog tima i
- optimalnost koja se ogleda u stalnom usavršavanju postignutih rješenja pri čemu to ovisi i od usvojenog kriterijuma optimizacije.

Od nabrojanih metoda nešto detaljnije ćemo obraditi Tehnike mrežnog planiranja u nastavku.

### 8.3. Input – output analiza

To je metoda kojom se vrši analiza odnosa različitih parametara poslovnog sistema. Input – output analiza ima poseban značaj za veće poslovne sisteme koji u svom sastavu ima više dijelova međusobno povezanih fazama tehnološkog procesa na izradi jednog proizvoda (procesna industrija, metalurgija) ili složenog proizvoda (mašingradnja, elektro industrija, itd.). Svaki dio poslovnog sistema ima svoje ulaze (input) koji dolaze iz okoline ili iz drugih dijelova, svoje izlaze koji idu u okolinu ili u druge dijelove sistema. Na ovaj način stvara se splet ulaza i izlaza koji karakterišu odnose razmjene (sredstva, rad, učinci) između pojedinih dijelova poslovnog sistema kako je to prikazano na Slici 14.



Slika 14. Ilustracija složenog sistema pogodnog za input – output analizu [4]

Osnovno pravilo input – output analize glasi:

Ukupna raspoloživost sredstava dijelova sistema mora biti jednaka njihovim raspoređenim sredstvima.

Ako odnose između dijelova poslovnog sistema izrazimo linearnim zavisnostima, što je pretpostavka metode, dobiće se jednačine:

$$\begin{aligned} X_1 &= x_{11} + x_{12} + \dots + x_{1i} + \dots + x_{1n} + y_1 \\ X_2 &= x_{21} + x_{22} + \dots + x_{2i} + \dots + x_{2n} + y_2 \\ &\dots \\ X_i &= x_{i1} + x_{i2} + \dots + x_{ii} + \dots + x_{in} + y_i \\ &\dots \\ X_n &= x_{n1} + x_{n2} + \dots + x_{ni} + \dots + x_{nn} + y_n \end{aligned} \quad (8)$$

Sistem jednačina (8) daje mogućnosti raznih analiza o odnosima između dijelova poslovnog sistema. U svrhu koriste se tehnički koeficijenti koji predstavljaju odnos utroška sredstava jednog dijela u proizvodnji drugog dijela poslovnog sistema.

Matematički izraz tehničkog koeficijenta je:

$$k_{ij} = \frac{x_{ij}}{X_i} \quad \dots(9)$$

gdje je:

$k_{ij}$  – tehnički koeficijent razmjene  $i$  – tog dijela sa  $j$  – tim dijelom,

$x_{ij}$  – utrošak sredstava  $i$  – tog dijela u  $j$  – tom dijelu,

$X_i$  – ukupna proizvodnja  $i$  – tom dijelu.

Sada se može umjesto sistema jednačina (8) postaviti novi sistem jednačina sa tehničkim koeficijentima:

$$\begin{aligned} X_1 &= k_{11} \cdot x_1 + k_{12} \cdot x_2 + \dots + k_{1i} \cdot x_i + \dots + k_{1n} \cdot x_n \\ X_2 &= k_{21} \cdot x_1 + k_{22} \cdot x_2 + \dots + k_{2i} \cdot x_i + \dots + k_{2n} \cdot x_n \\ &\dots \\ X_i &= k_{i1} \cdot x_1 + k_{i2} \cdot x_2 + \dots + k_{ii} \cdot x_i + \dots + k_{in} \cdot x_n \\ &\dots \\ X_n &= k_{n1} \cdot x_1 + k_{n2} \cdot x_2 + \dots + k_{ni} \cdot x_i + \dots + k_{nn} \cdot x_n \end{aligned} \quad (10)$$

Mnogi problemi poslovnih sistema mogu da se riješe pomoću input – output analize kao naprimjer:

- utvrđivanje obima proizvodnje svakog dijela,
- međusobna razmjena dijelova,
- ukupna završna potrošnja svakog dijela,
- utvrđivanje veličine uticaja cijene proizvoda pojedinih dijelova sistema na cijenu proizvoda poslovnog sistema.

Pri tome se elementi sistema jednačina (8) i (10) predstavljaju i računaju preko tabela.



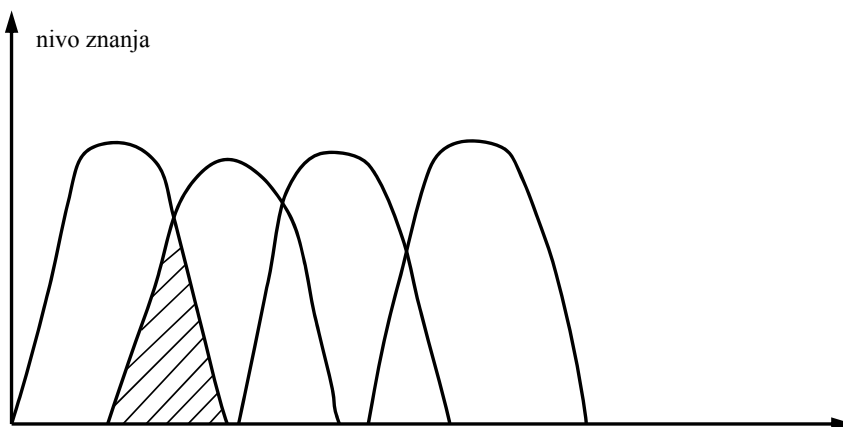
## 8.4. Tehnike mrežnog planiranja

### 8.4.1. Potrebe nastanka

Čitav period poslije II svjetskog rata na polju nauke i tehnike karakteriše veoma brzi razvoj. Npr. neki kažu da je u XIX vijeku stvoreno toliko pronalazaka koliko u čitavom dotadašnjem periodu. Danas se taj period može svesti na maksimalno 5 godina.

Također, ako pogledamo vrijeme osvajanja pronalazaka, odnosno vrijeme koje proteče od izuma određene stvari do njene konkretne primjene u praksi vidjet ćemo da je ono sve kraće i kraće. Tako je npr. za vještačku svilu trebalo 230 godina, fotografiju 112 godina, elektromotor 57 godina, radio 35 godina, avion 14 godina, TV 12 godina, atomsku bombu 6 godina, tranzistor 5 godina, integralna kola 3 godine, sunčane baterije 2 godine, laser 1 godinu... Danas je to vrijeme sve kraće i kraće zbog raznoraznih potreba. [13]

Čitav ovaj rad na razvoju pojedinih pronalazaka i svi važniji rezultati su obično rezultat rada grupe ljudi odnosno kolektivnog rada naučnika više specijalnosti. Ovo naročito dolazi do izražaja u današnjem vremenu kada imamo veoma široku lepezu zanimanja. Ne može jedan čovjek biti stručnjak za sve oblasti, pa se obično prave tzv. stručni timovi (ili projektni timovi) sa takvim ljudima. Nivoi znanja tih ljudi su prikazani na Slici . [14]



Slika 15. Potrební nivoi znanja učesnika na projektima i preklapanja znanja [14]

Savremene elektronske mašine, mislimo prije svega na računare su omogućile da se trajanje procesa obrade podataka skрати na jedno minimalno vrijeme. Međutim, ovdje je ostao problem usklađivanja i koordinacije svih onih koji učestvuju u jednom projektu, bez obzira o kojoj vrsti projekta je riječ (naučno – istraživački ili izgradnja kuće). Problem je postao kako planirati, upravljati i racionalno iskoristiti raspoložive snage i sredstva pri realizaciji određenih poduhvata. Ovdje se došlo do potrebe jednog naučnog pristupa ovakim problemima, odnosno išlo se na to da se traže metode čijom će se primjenom obezbijediti svođenje rizika na minimum. Sa ovim u vezi, u drugoj polovici dvadesetog vijeka razvijene su nove metode planiranja koje se jednim imenom zovu **Tehnike mrežnog planiranja (TMP)**. One se zasnivaju na primjeni moderne algebre, teorije grafova i matematičke statistike. Osnovna prednost ovih metoda je da omogućavaju razdvajanje analize strukture od analize vremena, pri čemu se pod analizom strukture podrazumijeva uspostavljanje logičkog redoslijeda i međusobnih zavisnosti pojedinih

aktivnosti koje treba završiti u okviru određenog projekta. Također je ovo razdvajanje analize strukture od analize vremena omogućilo primjenu računara kod proračuna vremena početka i završetka pojedinih aktivnosti, vremenskih rezervi vjerovatnoće i kritičnog puta, čime je ovaj dio proračuna sveden na rutinu.

Prve dvije razrađene i najviše korištene metode su metode pod nazivom:

- **CPM** – **Critical Path Method** (Metoda kritičnog puta) i
- **PERT** – **Program Evaluation and Review Technique** (Metode ocjene i revizije programa).

One su razvijene u najkraćem vremenu i našle su primjenu u najrazličitijim oblastima i djelatnostima. Na osnovu njih je razvijeno više od 30 drugih metoda koje se razlikuju po metodologiji, a mnoge od njih su podređene i prilagođene potrebama određenih organizacija i preduzeća. Neke od njih su TOPS, GE/CPM, CPS, CPPS, PEP, CPA i druge.

Tehnike mrežnog planiranja predstavljaju metode kojima se mogu sistematski obuhvatiti svi elementi i najsloženijih poduhvata, uzimajući u obzir sve međuzavisnosti, specifičnosti i promjene.

Osnovnu primjenu tehnike mrežnog planiranja nalaze kod:

- procesa koji se jednokratno odvijaju,
- programiranja naučno – istraživačkog rada,
- programiranja konstruktorsko – projektantskih djelatnosti,
- razvoja i osvajanja novih proizvoda,
- projektovanja i izgradnje kapaciteta,
- rekonstrukcije i remonata industrijskih postrojenja,
- programiranja kompleksnih poslovnih zahvata,
- građevinskih radova,
- organizacije kongresa, konferencija, itd.

U poređenju sa klasičnim metodama planiranja tehnike mrežnog planiranja imaju određene prednosti. Osnovna prednost je što se mogu primjenjivati na neponovljive slučajeve kao što je slučaj sa poduhvatima za koje ne postoje tačni podaci o vremenu trajanja već procjena vremena, prvenstveno zbog prirode zadataka.

Primjenom tehnika mrežnog planiranja moguće je također:

- adaptivno upravljanje procesom realizacije nekog projekta;
- olakšava razmjenu informacija između učesnika u realizaciji projekta kao i njihovu tačnost i vjerodostojnost i predstavlja sredstvo za povećanje odgovornosti izvršilaca i rukovodilaca na svim nivoima;
- prognoziranje rokova završetka čitavog posla;
- uočavanje problema koji se mogu pojaviti kod izvođenja projekta;
- otkrivanje kritičnih aktivnosti i radova od kojih zavisi uspjeh cijelog posla (projekta);
- pomjeranje rokova čitavog posla na osnovu uočenih odstupanja u izvršenim rokovima pojedinih aktivnosti;
- predviđanje troškova za cijeli posao;
- predviđanje resursa za cijeli posao, itd.

#### 8.4.2. Ukratko o dvjema osnovnim metodama

**Metoda CPM** (Metoda kritičnog puta) je po nastanku starija od PERT metode. Prvi put je planiranje vremena pomoću mrežnog dijagrama bilo ostvareno 1957. godine i to u hemijskoj industriji. Zasluge za razradu ove metode imaju S.E. Kelley i M.R. Walker jer su oni aktivno sudjelovali u eksperimentima na primjeni ove metode. Ova metoda došla je naročito do izražaja u planiranju projekata kod kojih je potrebno vrijeme za izvršenje pojedinih aktivnosti moglo da se normira i precizno odredi, odnosno ove metode kod analize vremena i rokova izvršenja pojedinih faza i čitavog projekta operišu samo sa jednim vremenom. [16]

**Metoda PERT**, kao druga osnovna metoda za analizu vremena i određivanje kritičnog puta, ima posebno značenje naročito za planiranje istraživačkih radova ili radova koji pored rutinskog imaju i istraživački karakter, gdje je normiranje odnosno tačno određivanje vremena trajanja aktivnosti neizvodivo, zato što ova vremena imaju karakter više slučajnih nego normiranih veličina. Zato ova metoda omogućava da se računa i planira sa određenim elementima matematičke statistike. Ova metoda je nastala prilikom razvoja programa za raketu POLARIS 1958. godine gdje je bilo potrebno da se stvori sistem planiranja za komplikovane radove istraživanja, razvoja, konstrukcije i izrade. Primjenom ove metode, na ovom projektu, postignuto je skraćenje rokova njegove realizacije od čak 2 godine. Ovi rezultati su dali podstrek da se ova metoda počela aktivno koristiti i u drugim rodovima Američke vojske ,a naročito u industriji naoružanja. [17]

Metodološke cjeline koje sačinjavaju mrežno planiranje su:

1. Analiza strukture,
2. Analiza vremena,
3. Analiza resursa.

#### 8.4.3. Analiza strukture

Prva faza u primjeni Tehnika mrežnog planiranja, bez obzira da li se radi o CPM ili PERT metodi, sastoji se u sastavljanju mrežnog modela određenog projekta i analizi strukture, pri čemu se *pod analizom strukture podrazumijeva ispitivanje i utvrđivanje logičkog redoslijeda i međusobnih zavisnosti pojedinih faza rada ili aktivnosti koje treba izvršiti u okviru trajanja nekog projekta.*

Imajući na umu da se analiza vremena izvodi tek poslije analize strukture, najprije ćemo definisati osnovne pojmove sa kojima se operiše kod konstrukcije mrežnih dijagrama, kao i sa najvažnijim pravilima kojih se treba pridržavati prilikom analize strukture projekta odnosno crtanja mrežnog dijagrama.

Osnovni elementi mrežnog dijagrama

1. **PROJEKAT**: pod ovim pojmom podrazumijeva se sveukupnost ekonomskih, organizacijskih i tehničkih mjera usmjerenih na izvršenje određenog posla: izrada novog objekta, konstrukcija sistema, uređaja, naučno – istraživački rad, izgradnja kuće, organizacija koncerta, itd. Projekat u TMP predstavlja pojam za određenu namjeru – zadatak za koji treba sačiniti plan izvođenja.

2. **AKTIVNOST:** je dio projekta koji se može posmatrati kao zasebna cjelina sa izvedbenog i ekonomskog stanovišta, odnosno projekat se rastavlja na niz aktivnosti (faza rada), tj. poslove koje treba obaviti u izvjesnoj zavisnosti jednog od drugog. Aktivnost može iskazati:

- dio radnog procesa za čije izvršenje su potrebna sredstva i vrijeme,
- proces čekanja, za šta je potrebno samo vrijeme,
- zavisnost drugih aktivnosti koja ne zahtijeva ni vrijeme ni sredstva (fiktivna aktivnost).

3. **DOGAĐAJ:** predstavlja vremenski trenutak početka ili završetka jedne ili više aktivnosti ili cijelog projekta. Pošto je događaj vremenski trenutak on praktično nema svoje vremensko trajanje i ne zahtijeva utrošak vremena niti sredstava.

Ako događajima pripišemo vremenske termine onda dobivamo rokove početka i završetka aktivnosti. Za razliku od aktivnosti događaj se odigrava trenutno i on izražava stanje u kome nema nikakve aktivnosti. Početni događaj predstavlja stanje u kome neka aktivnost može otpočeti, a završni događaj je trenutak koji odražava njen završetak.

Da bi utvrdili valjanu međuzavisnost nekog projekta treba postaviti pitanja:

- koje aktivnosti prethode nekoj posmatranoj, određenoj aktivnosti;
- koje aktivnosti neposredno slijede iza nje;
- koje aktivnosti se mogu obavljati nezavisno od posmatrane ili istovremeno sa posmatranom.

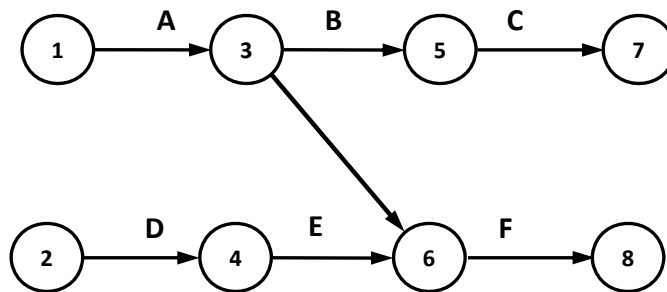
Iskazivanje strukture nekog projekta se vrši pomoću:

- Tabele (popisa) međuzavisnosti aktivnosti, Slika 16.
- Mrežnog dijagrama, Slika 17.,
- Matrice međuzavisnosti.

Aktivnost	Zavisi od
A	-
B	A
C	A
D	B
E	B,D
F	E
G	F

Slika 16. Primjer tabele međuzavisnosti aktivnosti

Mrežni dijagram predstavlja grafički prikaz strukture projekta.



Slika 17. Primjer mrežnog dijagrama kao grafičkog prikaza strukture projekta

#### 8.4.4. Prikazivanje elemenata mrežnog dijagrama

U osnovi postoje dva oblika grafičkog prikazivanja mreže: mrežni dijagram orijentisan aktivnostima i mrežni dijagram orijentisan događajima. Iako su oba u upotrebi, više se koristi mrežni dijagram orijentisan aktivnostima s obzirom na izvjesne prednosti u definiciji projekta. Kod ovog načina prikazivanja, aktivnost se prikazuje pomoću duži orijentisane strelicom u pravcu vremenskog odvijanja posla. Pri tome dužina strelice nema nikakvu ulogu jer ne predstavlja dužinu vremenskog trajanja aktivnosti. Fiktivna aktivnost se označava isprekidanom strelicom dok se događaj se označava kružnicom u koju se upisuju neki podaci.

##### 8.4.4.1. Numerisanje mrežnog dijagrama

Kada se završi konstrukcija mrežnog dijagrama tada se numerišu svi događaji projekta. U osnovi postoje dva načina numeracije događaja u mrežnim dijagramima: proizvoljno i rastuće.

Kod proizvoljnog numerisanja, Slika 18, svakom događaju se dodjeljuje jedan proizvoljan cijeli broj pri čemu ne mora biti zadovoljen uslov da je  $i < j$ . Jedino se vodi briga da svaki događaj ima numeraciju. Međutim ovaj način numerisanja ima niz nedostataka od kojih su značajni:

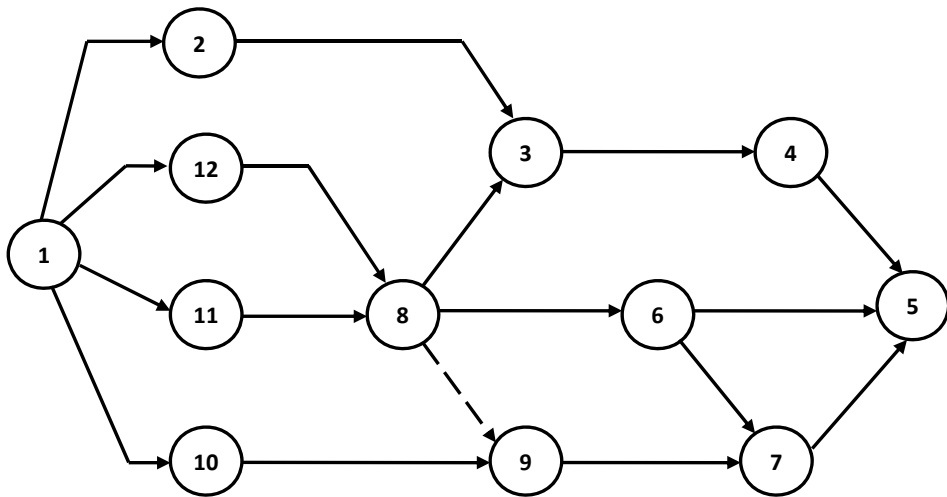
- teškoće u identifikaciji pojedinih aktivnosti i česte greške u redoslijedu pisanja brojeva, npr. 8 – 6 umjesto 6 – 8,
- primjena računarskih postupaka je otežana jer su ograničene mogućnosti uvođenja nekog reda u redoslijed obrade podataka,
- većina gotovih rutina za primjenu računarskim mašina i programa za TMP zahtijeva rastuće numerisanje,
- teško se otkrivaju zatvorene petlje koje je neophodno ukloniti iz mrežnog dijagrama.

Da bi se izbjegli nedostaci, uvedeno je tzv. rastuće numerisanje događaja. Ovdje se svakom događaju, dodjeljuje jedan cijeli broj iz intervala  $[i, n]$  koji se unosi u kružić pri čemu se početni događaj obilježava sa „1“, a završni sa „n“. Numeracija ostalih događaja treba da ispunjava uslov da je  $i < j$ , gdje je „i“ početni događaj neke aktivnosti, a „j“ završni događaj te aktivnosti.

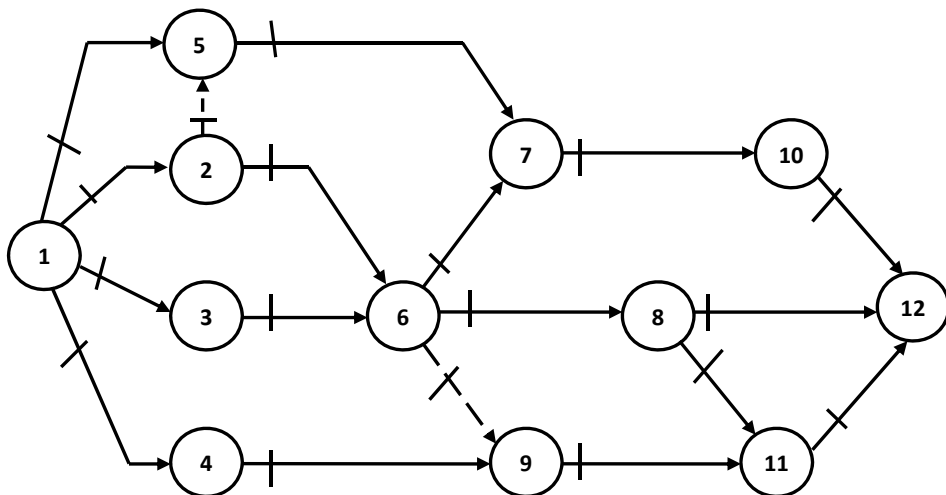


I ovdje postoje dva pravila – da se numeracija može izvesti u rastućem sukcesivnom nizu gdje ćemo upotrijebiti sve cijele brojeve redom 1,2,3,.. ili gdje ćemo upotrijebiti samo parne brojeve 0,2,4... Ovo iz razloga mogućnosti dodavanja događaja ako se u međuvremenu otkrije da smo eventualno izostavili neku aktivnost.

Rastuća numeracija se može provesti primjenom **Fulkersonovog pravila** koje se sastoji u sljedećem: Najprije se početni događaj projekta obilježi sa 1, a sve aktivnosti koje izlaze iz ovog događaja prekriže u blizini njihovog završetka. U sljedećem koraku treba numerisati s narednim cijelim brojevima događaje mrežnog dijagrama polazeći odozgo nadole, kojima prethode samo prekrižene aktivnosti (da ne zavise još i od nekih drugih aktivnosti dodatno) i tako ići redom. Primjer je dat na Slici 19.



Slika 18. Proizvoljno numerisanje mrežnog dijagrama



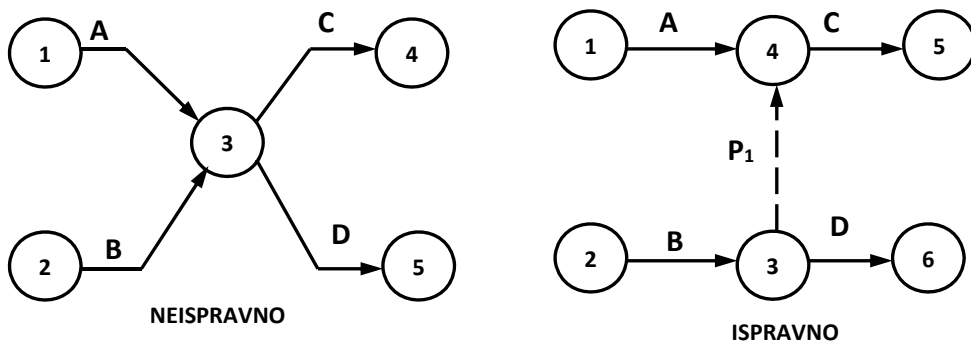
Slika 19. Rastuće numerisanje mrežnog dijagrama

8.4.4.2. Fiktivna aktivnost

Rekli smo da se aktivnost u mrežnom dijagramu označava s punom strelicom.

Ako je početak jedne ili više aktivnosti uslovljen završetkom nekoliko prethodnih aktivnosti, pri čemu se njihov završetak, nikakvim postupkom ne može svesti u jedan događaj onda je potrebno uvođenje pojma fiktivne aktivnosti. Ona ne troši nikakvo vrijeme.

Ako naprimjer aktivnost C zavisi, odnosno ne može početi prije završetka aktivnosti A i B, dok aktivnost D može otpočeti odmah poslije završetka aktivnosti B, onda se to pravilno može prikazati kao na dijagramu na slici pod b. Dijagram pod a) je neispravan (jer bi označavao da i aktivnost C i aktivnost D zavise od aktivnosti i A i B), Slika 20.

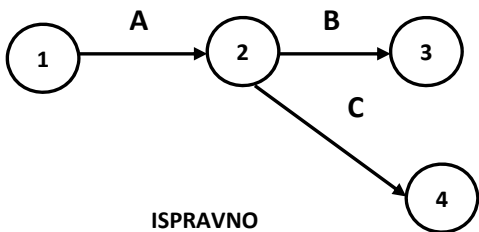


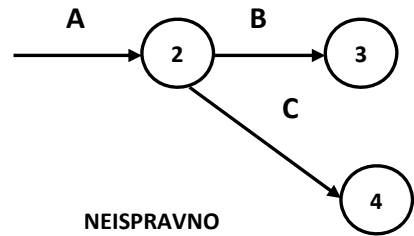
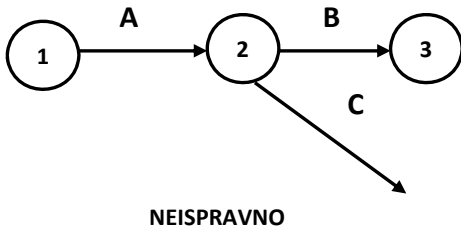
Slika 20. Uvođenje i označavanje fiktivne aktivnosti u mrežni plan

8.4.5. Pravila kojih se treba pridržavati prilikom crtanja (postavljanja) mrežnog dijagrama

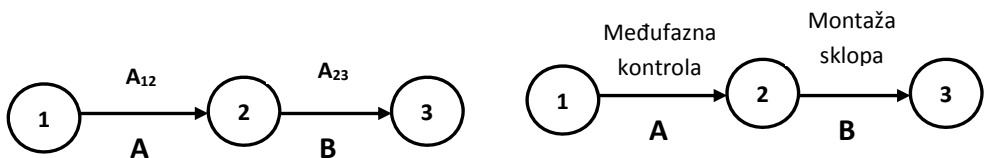
Da bi mrežni dijagram određenog projekta što više odgovarao stvarnosti i da bi se svaka aktivnost mogla jednoznačno obilježiti, utvrđene su izvjesne konvencije u obliku pravila kojih se treba pridržavati pri konstrukciji mrežnih dijagrama.

1. Smjer strelica kojima se označavaju aktivnosti mrežnog dijagrama po pravilu je sa lijeva na desno (nema povratnih aktivnosti). Mrežni dijagram treba da bude što prostiji, bez suvišnih presjeka, pri čemu treba težiti da se što veći broj aktivnosti predstavi strelicama koje leže horizontalno.
2. Svaka aktivnost mora početi i završiti događajem:

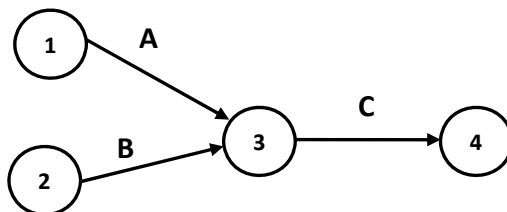




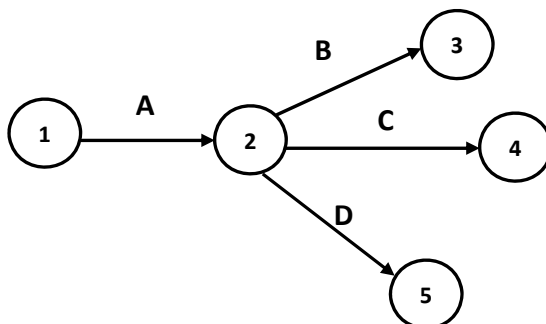
3. Ako neka aktivnost ne može početi prije nego što završi neka druga aktivnost, onda se one postavljaju po redoslijedu odvijanja. Pri tome je završni događaj prethodne aktivnosti istovremeno i početni događaj naredne aktivnosti:



4. Ako je početak neke aktivnosti uvjetovan prethodnim završetkom većeg broja aktivnosti, tada sve one završavaju u početnom događaju promatrane aktivnosti. Ako aktivnost C može otpočeti kada se završe aktivnosti A i B, onda je grafički prikaz sljedeći (ovdje aktivnosti A i B mogu da se odvijaju paralelno):

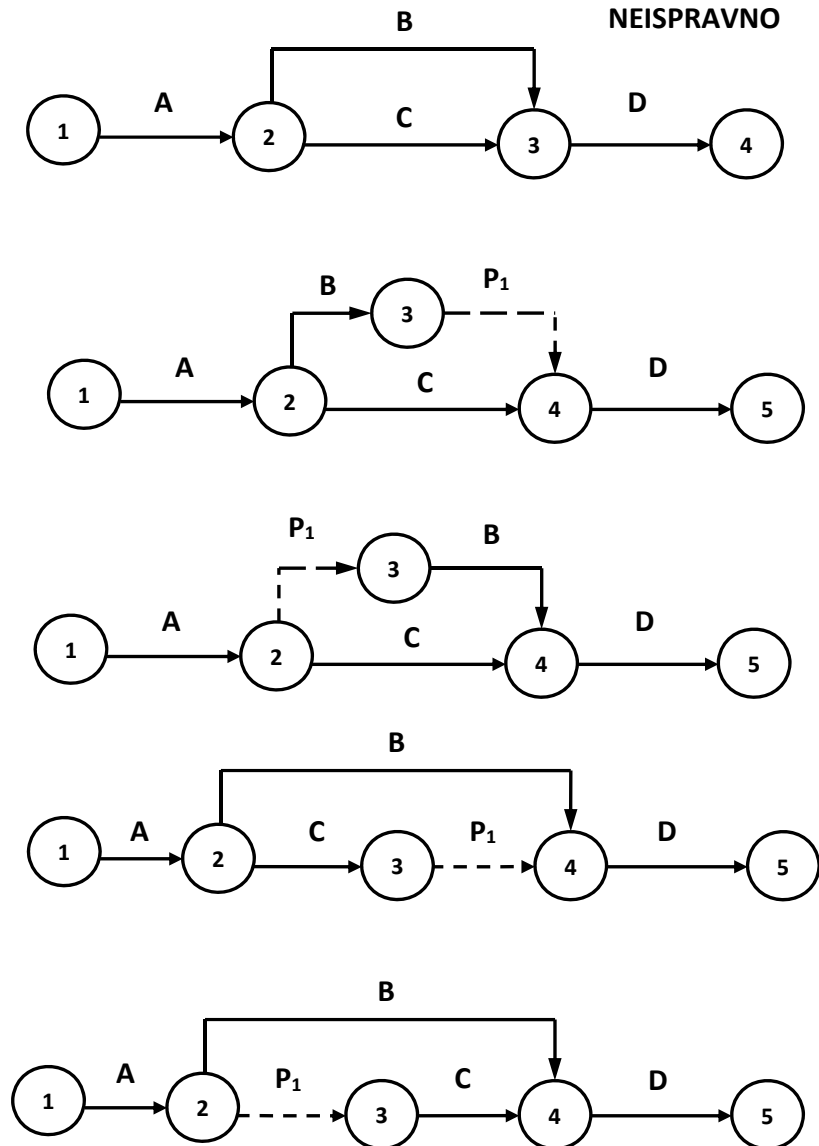


5. Ako veći broj aktivnosti može početi tek nakon što je prethodna aktivnost završila, tada sve one počinju u završnom događaju promatrane aktivnosti. Ako aktivnosti B, C i D mogu početi kada se završi aktivnost A, onda se to grafički prikazuje kao na slici ispod:



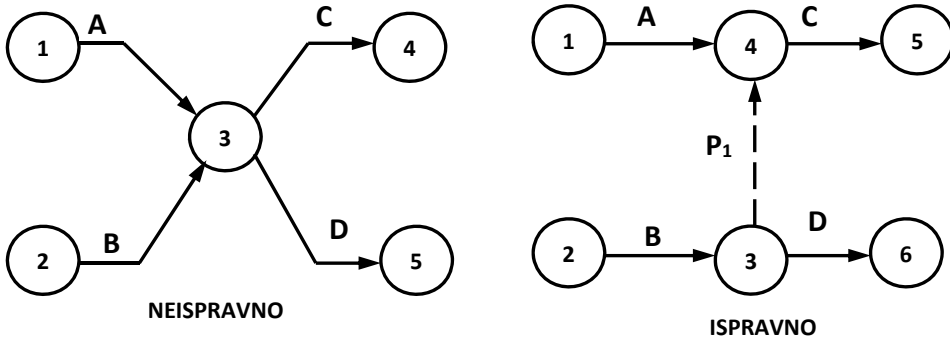


6. Za slučaj da aktivnosti B i C mogu početi kada se završi aktivnost A, a aktivnost D kada se završe aktivnosti B i C onda kažemo da aktivnosti B i C imaju iste početne i završne događaje, odnosno da su one paralelne aktivnosti te kažemo da je njihova identifikacija neodređena. Da bi ove aktivnosti mogle biti jednoznačno određene, neophodno je uvođenje prividnih odnosno fiktivnih aktivnosti ili na početnom ili na završnom događaju, (na aktivnosti B ili C):

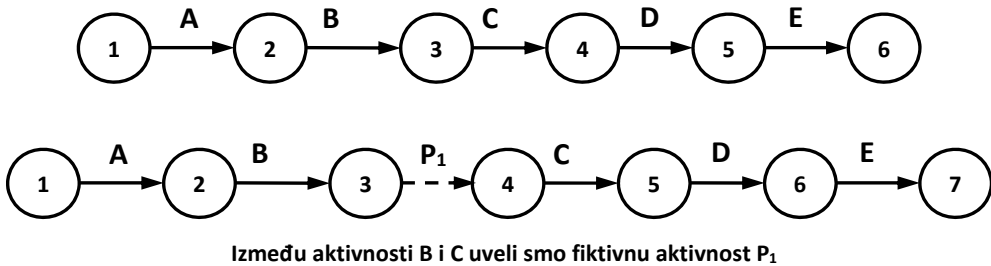


7. Kada u jednom događaju završava i iz njega polazi više aktivnosti koje nisu međusobno zavisne onda se prave zavisnosti moraju prikazati preko fiktivnih aktivnosti.

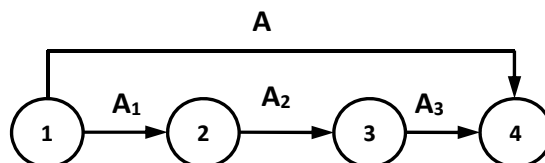
Ako se posmatraju aktivnosti A, B, C i D, pod pretpostavkom da aktivnost D može otpočeti čim se završi aktivnost B, a aktivnost C tek kada se završe aktivnost A i B onda se to prikazuje na sljedeći način:



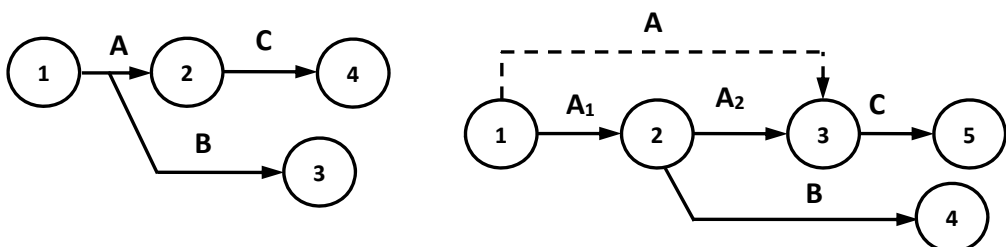
8. Broj fiktivnih aktivnosti može biti proizvoljan s time da se ne naruše principi konstruisanja mrežnog dijagrama:



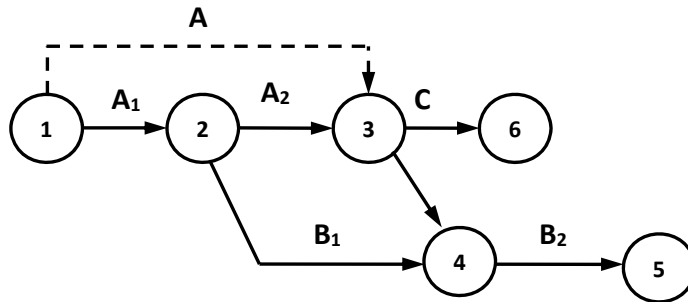
9. Složena aktivnost A može biti razložena na više jednostavnijih aktivnosti s time da je naročito važno usvojiti potreban stepen detaljizacije:



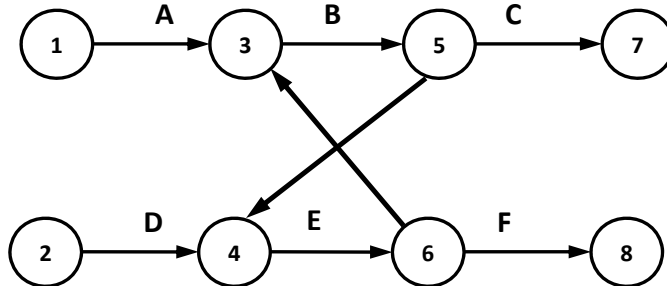
10. Ako neka aktivnost može početi nakon završetka jednog dijela prethodne aktivnosti, onda se ta prethodna aktivnost mora podijeliti na dvije djelimične aktivnosti:



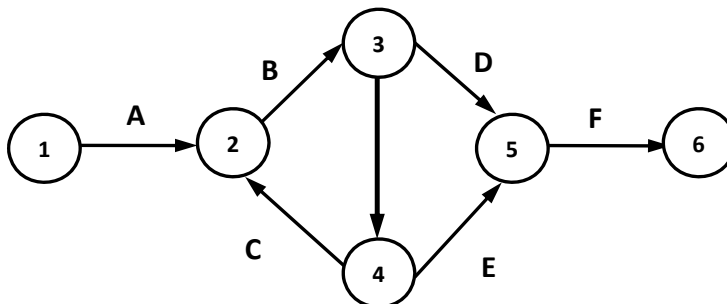
Ako je aktivnost B djelimično zavisna od izvršenja aktivnosti A<sub>2</sub> onda se i aktivnost B dijeli na dvije podaktivnosti:



11. Bilo koja aktivnost mrežnog dijagrama može se samo jedanput odigrati. To znači da se ne može pojaviti zatvorena petlja, odnosno niti jedan put ne smije dva puta da prolazi kroz isti događaj. Primjeri su dati na slikama:



Put: 1 – 3 – 5 – 4 – 6 – 3 – 5..... se ponavlja



Put: 1 – 2 – 3 – 4 – 2 – 3.... se ponavlja

Tačno sastavljen mrežni dijagram mora ispunjavati uslove:

- da ima jedan početni i jedan završni događaj,
- da postoji barem jedan put od početnog do završnog događaja projekta,
- da iz svakog događaja postoji put do završnog događaja projekta.

Osim tabele međuzavisnosti aktivnost za prikazivanje međuzavisnosti može se koristiti i matrica međuzavisnosti aktivnosti koja se formira na osnovu tabele međuzavisnosti aktivnosti, Slika 21.

Aktiv.	Zavisi od
A	-
B	A
C	B
D	C
E	
F	
G	

		Zavisi od						
		A	B	C	D	E	F	G
Aktivnost	A	0	1	0	0			
	B		0	1	0			
	C			0	1			
	D				0			
	E					0		
	F						0	
	G							0

Slika 21. Primjer Tabele međuzavisnosti aktivnosti i Matrice međuzavisnosti aktivnosti

Analiza strukture je posao koji ne može da radi svako. To je problem koji zajednički rade najbolji poznavaoči određenog projekta i tehnologije rada na projektu i specijalisti tima za TMP. Ovom pitanju, budući da se u okviru njega formulišu svi polazni podaci za daljnju analizu, treba posvetiti posebnu pažnju i ozbiljnost, jer od njega zavisi vjerodostojnost narednih rezultata.

#### 8.4.6. Primjeri

1. Date su aktivnosti A, B, C, D i E

Aktivnost D može otpočeti poslije završetka aktivnosti A i B, a aktivnost E poslije završetka aktivnosti B i C. Prikazati njihovu međusobnu zavisnost.

2. Date su aktivnosti A, B, C, D i E.

Aktivnost D može otpočeti poslije završetka aktivnosti A, B i C, a aktivnost E poslije završetka aktivnosti B i C. Prikazati njihovu međusobnu zavisnost.

3. Date su aktivnosti A, B, C, D, E i F.

Početak aktivnosti D zavisi od završetka aktivnosti B, početak aktivnosti E od završetka aktivnosti A i B, a početak aktivnosti F od završetka aktivnosti C i D. Prikazati njihovu međusobnu zavisnost.

4. Date su aktivnosti A, B, C, D, E i F.

Početak aktivnosti D zavisi od završetka aktivnosti A i B, početak aktivnosti E od završetka aktivnosti B, a početak aktivnosti F od završetka aktivnosti B i C. Prikazati njihovu međusobnu zavisnost.

5. Date su aktivnosti A, B, C, D, E i F.

Početak aktivnosti D zavisi od završetka aktivnosti C, početak aktivnosti E od završetka aktivnosti A, B i D, a početak aktivnosti F od završetka aktivnosti A i B. Prikazati njihovu međusobnu zavisnost.

6. Date su aktivnosti A, B, C, D, E i F.

Početak aktivnosti D zavisi od završetka aktivnosti A, početak aktivnosti E od završetka aktivnosti A i B, a početak aktivnosti F od završetka aktivnosti B i C. Prikazati njihovu međusobnu zavisnost.

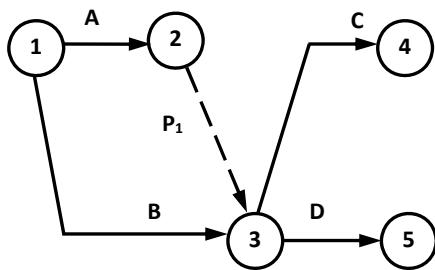
7. Date su aktivnosti A, B, C, D, E, F, G, H i I

Početak aktivnosti B, C i D zavisi od završetka aktivnosti A, početak aktivnosti E od završetka aktivnosti B i C, početak aktivnosti F od završetka aktivnosti C, početak aktivnosti G od završetka aktivnosti F, početak aktivnosti H od završetka aktivnosti D i F, početak aktivnosti I od završetka aktivnosti E, G i H. Pokazati njihovu međusobnu zavisnost.

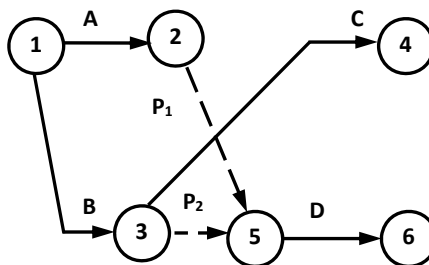
8. Date su aktivnosti A, B, C, D, E, F, G, H, I, J, K, L, M, N i P

Početak aktivnosti B, D i E zavisi od završetka aktivnosti A, početak aktivnosti C od završetka aktivnosti B, početak aktivnosti G, J i L od završetka aktivnosti C i D, početak aktivnosti F od završetka aktivnosti E, početak aktivnosti H od završetka aktivnosti G, početak aktivnosti I od završetka aktivnosti H, početak aktivnosti K od završetka aktivnosti J, početak aktivnosti M od završetka aktivnosti L, početak aktivnosti N od završetka aktivnosti M, početak aktivnosti P od završetka aktivnosti F, I, K i N. Pokazati njihovu međusobnu zavisnost.

9. Pokazati koji od mrežnih dijagrama je ispravan ako je poznato da početak aktivnosti C zavisi samo od završetka aktivnosti B, a početak aktivnosti D od završetka aktivnosti A i B.

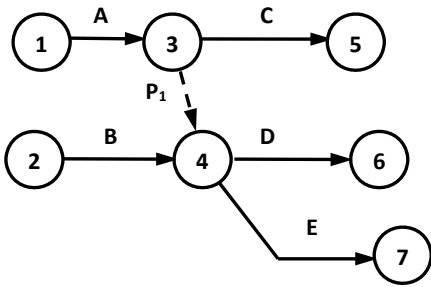


a)

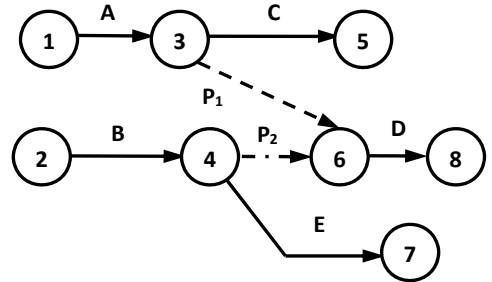


b)

10. Pokazati koji od mrežnih dijagrama je ispravan ako je poznato da početak aktivnosti E zavisi samo od završetka aktivnosti B, a početak aktivnosti C od završetka aktivnosti A, i početak aktivnosti D od završetka aktivnosti A i B.

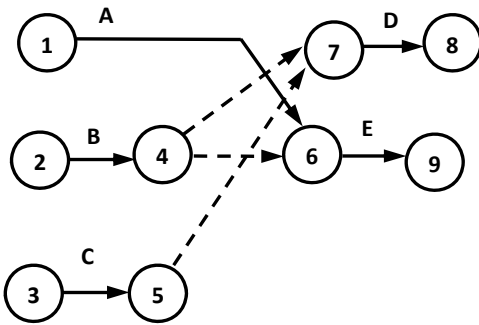


a)

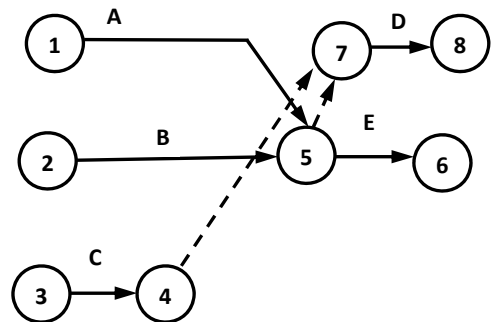


b)

11. Pokazati koji od mrežnih dijagrama je ispravan ako je poznato da početak aktivnosti D zavisi samo od završetka aktivnosti B i C, a početak aktivnosti E od završetka aktivnosti A i B.



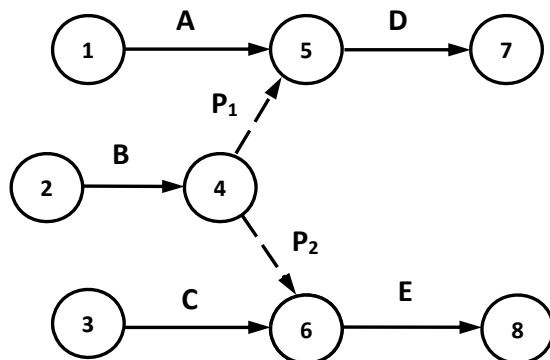
a)



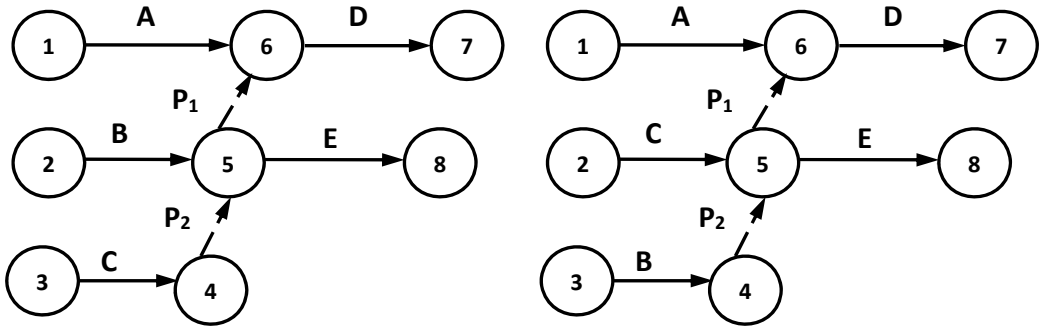
b)

Rješenja:

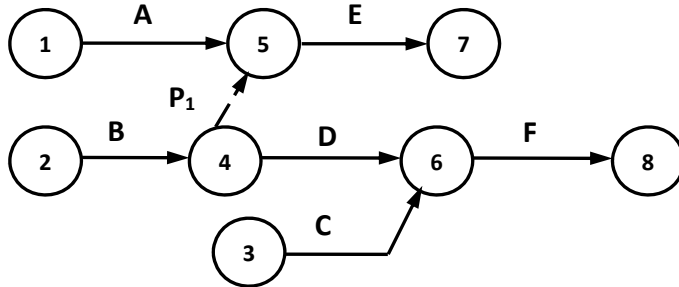
1.



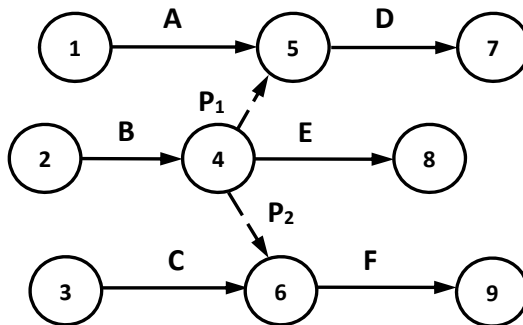
2.



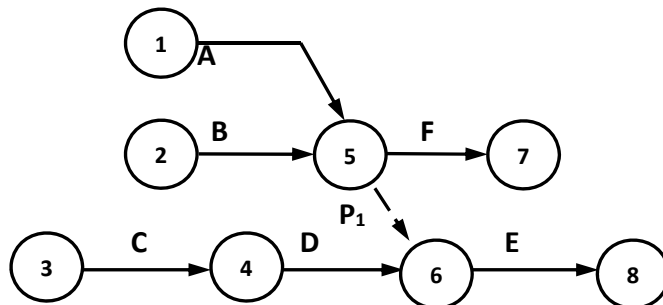
3.



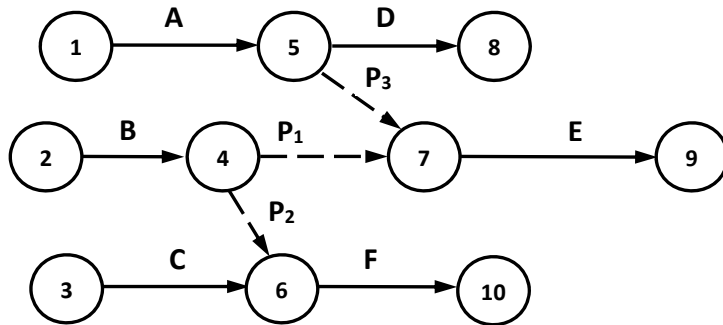
4.



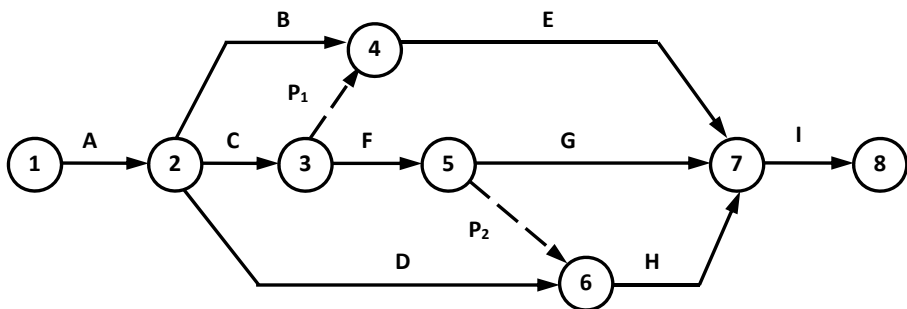
5.



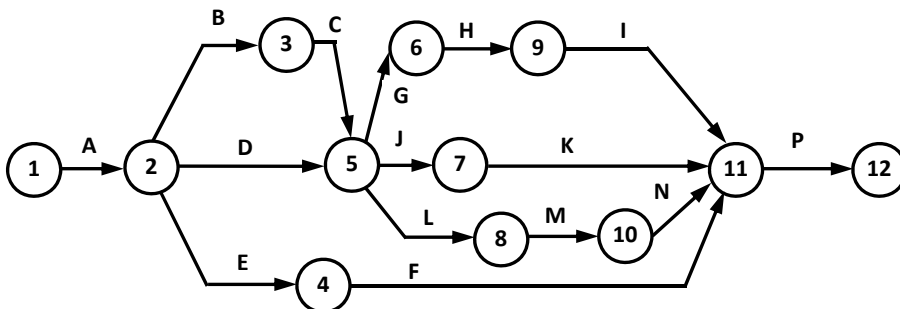
6.



7.



8.



9. Pravilan je MD pod b.

10. Pravilan je MD pod b.

11. Pravilan je MD pod a.



### 8.4.7. Analiza vremena

Pored određivanja vremenskih parametara na bazi kojih se može kontrolisati vremensko odvijanje projekta, uticati na održavanje rokova, upravljati i rukovoditi projektom, analiza vremena obuhvata i određivanje vremena trajanja svih aktivnosti koje su predstavljene na mrežnom dijagramu.

Određivanje vremena trajanja aktivnosti projekta u suštini ne predstavlja ništa drugo do određivanje polaznih podataka, a kojima će se dalje operisati pri izračunavanju novih vremenskih parametara neophodnih za donošenje određenih zaključaka i rukovođenje projektom.

Precizno određivanje vremena trajanja aktivnosti uslovljeno je tačnim opisom predviđenih postupaka za njeno izvršavanje. Pri tome treba uzeti u obzir vrstu i broj radnika, broj mašina i drugih pomoćnih sredstava, način rada i slično.

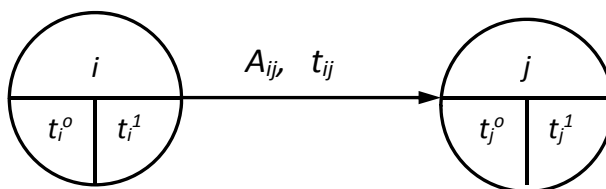
U zavisnosti od karaktera aktivnosti, tj. posla koji aktivnost predstavlja vrijeme trajanja aktivnosti može biti:

- determinističko (precizno normirano) i
- stohastičko (poznat zakon vjerovatnoće vremena trajanja aktivnosti).

#### 8.4.7.1. Analiza vremena po metodi CPM

Analiza vremena, bilo da se radi po metodi PERT ili CPM, izvodi se potpuno odvojeno od analize strukture projekta. To je veoma značajna prednost tehnika mrežnog planiranja, zbog toga što je na taj način analiza vremena svedena na rutinu odvojenu od analize strukture, koji ne moraju izvoditi najbolji poznavaoći problema dotičnog projekta, već je to stvar izučenih rutinera koji poznaju odgovarajući algoritam ili se to radi neposredno pomoću računara.

Rekli smo ranije da su analize strukture po obje metode iste, dok se analiza vremena donekle razlikuje. Metoda CPM koristi se kod onih projekata gdje se tačno može normirati vrijeme izvršenja aktivnosti. Sastoji se u određivanju vremena trajanja aktivnosti, vremena zbijanja događaja i vremena trajanja projekta. Oznake koje se koriste kod ove metode se prikazuju na slijedeći način, Slika 22.:



Slika 22. Označavanje vremena kod CPM metode

gdje je:

$i, j$  – oznake događaja

$A_{ij}$  – aktivnost  $A$  sa svojim početnim ( $i$ ) i završnim ( $j$ ) događajem,

$t_{ij}$  – normirano vrijeme trajanja aktivnosti,

$t_i^0$  – najraniji početak aktivnosti,

- $t_j^0$  – najraniji završetak aktivnosti,  
 $t_i^1$  – najkasniji početak aktivnosti,  
 $t_j^1$  – najkasniji završetak aktivnosti.

Vrijeme trajanja aktivnosti ( $t_{ij}$ ) utvrđuje se u nekoj vremenskoj jedinici: minuta, sat, dan, nedjelja, godina i slično.

Vrijeme zbijanja događaja možemo odrediti tek kada smo utvrdili vrijeme trajanja aktivnosti. Svaka aktivnost ima četiri vremena zbijanja događaja: najraniji početak i završetak aktivnosti  $t_i^0$  i  $t_j^0$ , te najkasniji početak i završetak aktivnosti  $t_i^1$  i  $t_j^1$ .

### - **Određivanje najranijeg početka i najranijeg završetka aktivnosti**

Poznato nam je da aktivnost  $A_{ij}$  može otpočeti samo poslije odigravanja događaja „ $i$ “. Ako događaju „ $i$ “ neposredno prethodi više aktivnosti, tj. ako u događaj „ $i$ “ ulazi više puteva, on se može odigrati samo poslije isteka puta sa najdužim vremenom trajanja. Prema tome najraniji početak aktivnosti  $A_{ij}$  bit će određen vremenom trajanja najdužeg puta koji ulazi u događaj „ $i$ “.

Najraniji početak aktivnosti  $A_{ij}$  označava se sa  $t_i^0$ .

Postupak određivanja  $t_i^0$  je u smjeru rasta numeracije događaja, pri čemu se polazi od događaja „1“ kao početnog, a završava sa događajem „ $n$ “.

Najraniji završetak aktivnosti  $A_{ij}$  dobiva se sabiranjem vremena trajanja te aktivnosti „ $t_{ij}$ “ sa vremenom  $t_i^0$ . Ovo se vrijeme označava sa  $t_j^0$ , tako da se može pisati:

$$t_j^0 = t_i^0 + t_{ij} \quad \dots(11)$$

Ako do događaja „ $j$ “ vodi više puteva onda se najraniji početak bilo koje aktivnosti koja ima „ $j$ “ kao početni događaj izračunava kao:

$$t_j^0 = \max(t_i^0 + t_{ij}) \quad t_1^0 = 0 \quad \text{za } i < j \quad j = 2, 3, \dots, n \quad \dots(12)$$

Ovaj zraz se koristi za određivanje najranijeg početka bilo koje aktivnosti sa izuzetkom aktivnosti koje polaze iz događaja „1“ kod kojih je najraniji početak  $t_1^0 = 0$ .

Najranije vremena  $t_i^0$  i  $t_j^0$  aktivnosti izračunavaju se počevši od početnog događaja projekta označenog sa „1“ idući ka završnom događaju projekta označenog sa „ $n$ “.

Ako pretpostavimo da je planirani rok završetka projekta unaprijed zadan kod proračuna najranijih vremena mogu nastupiti dva slučaja:

- $t_n^0 \leq T_p$  – možemo smatrati da će projekat biti realizovan u planiranom roku,
- $t_n^0 > T_p$  – projekat ne može biti realizovan u planiranom roku, pa je potrebno izvršiti izmjene u mrežnom dijagramu skraćivanjem vremena trajanja aktivnosti na kritičnim

putevima sve dok se ne postigne  $t_n^0 \leq T_p = t_n^1$  gdje je sa  $t_n^1$  označen najkasniji završetak svih aktivnosti koje neposredno prethode završnom događaju.

- **Određivanje najkasnijeg početka i najkasnijeg završetka aktivnosti**

Tek kada je određen najraniji završetak bilo koje aktivnosti koja ima „n“ kao završni događaj, može se odrediti najkasniji početak i najkasniji završetak bilo koje aktivnosti  $A_{ij}$ .

Pri određivanju ovih vrijednosti ide se sa postupkom koji je potpuno suprotan određivanju  $t_i^0$  i  $t_j^0$ , odnosno ovdje se polazi od završnog događaja projekta i ide ka početnom događaju projekta.

Pri tome se usvaja da je  $t_n^1 = T_p$  tako da se pomoću izraza:

$$t_i^1 = \min(t_j^1 - t_{ij}) \quad \text{za } t_n^1 = T_p \quad \text{za } i < j \quad i = n - 1, n - 2, \dots, 2, 1 \quad \dots(13)$$

može odrediti najkasniji završetak bilo koje aktivnosti koja neposredno prethodi događaju „i“. U praksi se najčešće događa da je usvojeno  $T_p = t_n^0 = t_n^1$  mada to ne mora biti pravilo.

Najkasniji početak bilo koje aktivnosti (i – j) određuje se neposredno preko izraza:

$$t_i^1 = t_j^1 - t_{ij} \quad \dots(14)$$

a ovo ne predstavlja ništa drugo nego specijalan slučaj iz (13).

Maksimalno dozvoljeno vrijeme trajanja aktivnosti je  $t_{ij} = t_j^1 - t_i^0$  i ono pokazuje do kojih se granica može produžiti trajanje jedne aktivnosti, a da pri tome ne bude ugrožen planirani rok završetka projekta.

- **Kritična aktivnost i kritičan put**

Procjenjeno vrijeme trajanja  $t_{ij}$  bilo koje aktivnosti mora da bude u granicama maksimalno dozvoljenog vremena trajanja dotične aktivnosti. Za aktivnost  $A_{ij}$  koja ispunjava uslove date relacijama:

$$\begin{aligned} t_i^0 &= t_i^1 \\ t_j^0 &= t_j^1 \\ t_{ij} &= t_j^1 - t_i^0 \end{aligned}$$

kažemo da je kritična aktivnost, odnosno da za njeno izvršenje nema nikakve rezerve vremena. Ako je  $t_j^1 - t_i^0 - t_{ij} > 0$  onda ta aktivnost nije kritična aktivnost.

Kritičan put se definiše kao put koji polazi od događaja „1“ do događaja „n“, a ima najduže vrijeme trajanja. To je put koji sadrži samo kritične aktivnosti i na njemu nema nikakvih vremenskih rezervi. Ovaj put kao najduži put mrežnog dijagrama svojim trajanjem određuje i

vrijeme trajanja cijelog projekta. Bilo kakva pomjeranja ili izmjene u trajanju aktivnosti na kritičnom putu neposredno utiču na pomjeranje roka završetka cijelog projekta.

Kada treba skratiti vrijeme trajanja projekta, to je moguće postići, bilo isključivanjem iz mrežnog dijagrama aktivnosti koje leže na kritičnom putu, a koje nisu neophodne ili kod kojih je rizik od njihovog isključenja veoma mali, bilo nastojanjem da se paralelno izvode aktivnosti koje normalno dolaze jedna za drugom ili u krajnjem slučaju ulaganjem dopunskih resursa i troškova. Ovaj posljednji način je najskuplji i zato se mora uvijek pažljivo proučiti.

Analiza kritičnih puteva realizacije određenih projekata ukazuje na potencijalne teškoće i skreće pažnju na one aktivnosti kojima treba obratiti posebnu pažnju. Na taj način ukazuje se na prava mjesta na kojima treba intervenirati kao i na aktivnosti projekta koje raspoložu sa vremenskom rezervom, čime se otkrivaju mjesta u projektu gdje se nalaze dopunski izvori. Najčešće se sa pojedinih aktivnosti koje imaju velike vremenske rezerve prebacuje dio radne snage, mehanizacije i slično na izvršenje onih aktivnosti koje su kritične.

Osim kritičnih puteva u okviru mrežnog dijagrama mogu postojati i subkritični putevi. To su putevi sa veoma malom rezervom vremena i koji veoma lahko mogu postati kritični. I ovim putevima takođe treba posvetiti pažnju. Samo nekritične aktivnosti mogu biti pomjerene odnosno produžene u određenim granicama, a da to nema uticaja na krajnji rok završetka cijelog projekta. Ove izmjene mogu da utiču samo na najranije početke narednih aktivnosti, a detaljno se analiziraju pomoću vremenskih rezervi.

#### 8.4.8. Određivanje vremenskih rezervi

Svaka aktivnost  $A_{ij}$  čije je vrijeme trajanja  $t_{ij}$  manje od njenog maksimalno dozvoljenog vremena trajanja  $t_j^1 - t_i^0$  ima određenu vremensku rezervu.

Vremenska rezerva kao podatak koji se računa u analizi vremena ima posebno praktično značenje u primjeni tehnike mrežnog planiranja i upravljanja. Ona direktno ukazuje na brojni podatak izražen u određenim vremenskim jedinicama za koji se može odložiti početak ili završetak pojedinih aktivnosti, a indirektno ono je najvažnije u realizaciji projekta, kako, gdje i u kojoj mjeri se može koristiti ograničen kapacitet raspoloživih resursa. Ovaj element predstavlja jednu od najvažnijih komponenti za upravljanje u tehnikama mrežnog planiranja.

Kod analize vremena po CPM postoji nekoliko vrsta vremenskih rezervi koje nastaju u zavisnosti od toga u kakvom odnosu stoji posmatrana aktivnost prema aktivnostima koje su joj neposredno prethodne, odnosno aktivnostima koje neposredno slijede iza posmatrane aktivnosti. To su:

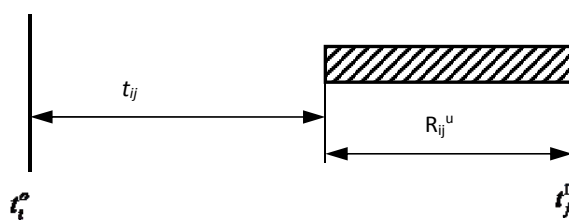
##### 8.4.8.1. Ukupna vremenska rezerva

Računa se po izrazu:

$$R_{ij}'' = t_j^1 - (t_i^0 + t_{ij}) \quad \dots(15)$$

Iz ovog izraza može se zapaziti da ukupna vremenska rezerva  $R_{ij}''$  predstavlja razliku između maksimalno dozvoljenog vremena koje stoji na raspolaganju za izvršenje određene aktivnosti i vremena trajanja te aktivnosti. Odnosno, ova rezerva pokazuje za koliko se vremenskih jedinica

može pomjeriti početak izvršenja aktivnosti  $A_{ij}$  ili povećati vrijeme trajanja aktivnosti  $t_{ij}$ , a da pri tome ne dođe do prolongiranja vremena trajanja cijelog projekta.

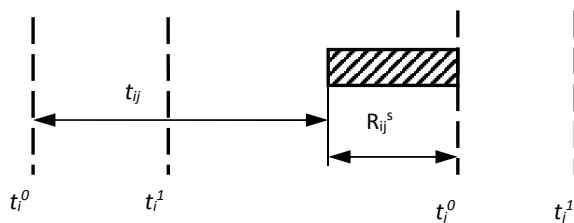


#### 8.4.8.2. Slobodna vremenska rezerva

Računa se kao:

$$R_{ij}^s = t_j^0 - (t_i^0 + t_{ij}) \quad \dots(16)$$

i pokazuje za koliko je vremenskih jedinica moguće pomjeriti rok najranijeg početka aktivnosti  $A_{ij}$ , a da se pri tome ne ugroze najraniji počeci svih narednih aktivnosti.



Međutim ovo još ne ukazuje na njenu suštinu. Ova vrsta vremenske rezerve nastaje samo kada u događaj „j“ ulaze najmanje dvije aktivnosti. Neka su to npr.  $A_{ij}$  i  $A_{kj}$ . Ako pretpostavimo da je  $t_j^0 + t_{ij} < t_k^0 + t_{kj}$ , onda će se kod aktivnosti  $A_{ij}$  pojaviti slobodna vremenska rezerva. Ako je  $t_j^0 + t_{ij} = t_k^0 + t_{kj}$ , onda nijedna aktivnost ne bi imala slobodne vremenske rezerve.

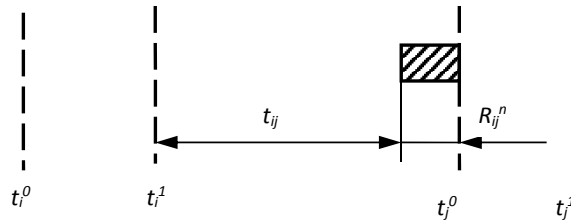
#### 8.4.8.3. Nezavisna vremenska rezerva

Računa se kao:

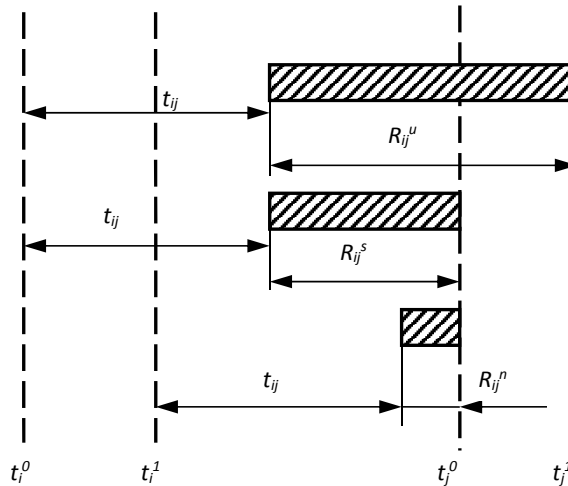
$$R_{ij}^n = t_j^0 - (t_i^1 + t_{ij}) \quad \dots(17)$$

i pokazuje za koliko se vremenskih jedinica može produžiti vrijeme trajanja aktivnosti  $A_{ij}$ , bez uticaja na vremenske rezerve narednih aktivnosti.

Ova rezerva za razliku od prethodne dvije, pored toga što može da bude pozitivna, može da bude i negativna, bez obzira na to što je planirani rok završetka projekta održiv. U praksi su važne samo pozitivne rezerve, dok se tamo gdje se dobije negativna vrijednost umjesto nje unosi 0 (nula). Izgled ove rezerve je prikazana na slici ispod:



Na Slici 23. prikazan je položaj svih vremenskih rezervi kod CPM metode u vremenskom dijagramu.



Slika 23. Položaj vremenskih rezervi kod CPM metode

#### 8.4.8.4. Uslovna (zavisna) vremenska rezerva

Računa se kao:

$$R_{ij}^z = (t_j^1 - t_j^0) \quad \dots(18)$$

i pokazuje vremenski razmak u kome se može desiti događaj. Ova vremenska rezerva se odnosi na događaj za razliku od prethodnih koje se odnose na aktivnosti. Ova rezerva definiše kritične događaje i služi kao mjera subkritičnosti događaja. Za sve projekte koje je moguće realizovati sa planiranim sredstvima i u planiranom roku imamo da je  $R_{ij}^z > 0$ . Ako je  $R_{ij}^z = 0$  onda kažemo da je taj događaj na kritičnom putu.

### 8.5. Analiza vremena po PERT metodi

Razlika između CPM i PERT metode nastaje tek kod transformacije mrežnog modela u matematički, pri čemu se kod CPM javlja deterministički, a kod PERT metode stohastički model, odnosno PERT uvodi u račun i nesigurnost vremenske procjene trajanja aktivnosti.

PERT metod kao stohastički metod našao je svoju primjenu uglavnom kod istraživačkih i razvojnih projekata, gdje se određene aktivnosti izvode prvi put, što znači da se njihovo trajanje ne može jednostavno odrediti, već se može predvidjeti da će se kretati u određenim granicama.

Ovo znači da se ne mogu odrediti konačni rokovi pojedinih aktivnosti, već se može predvidjeti da će se kretati u određenim granicama. Ovo znači da se ne mogu odrediti konačni rokovi pojedinih aktivnosti, ali se može odrediti vremenski interval u kome će se određena aktivnost moći sigurno da izvrši.

Prvi korak koji se preduzima kod definisanja polaznih parametara mreže za proračun vremena po metodi PERT sastoji se u određivanju vremena trajanja svake pojedine aktivnosti. U tu svrhu se određuju tri vremena:

1.  **$a_{ij}$  – optimističko vrijeme** izvršenja pojedinih aktivnosti. To je najkraće vrijeme za izvođenje određene aktivnosti. Za svako drugo vrijeme koje je kraće od vremena  $a_{ij}$  vjerovatnoća izvršenja određene aktivnosti jednaka je nuli. Neka bi aktivnost mogla biti izvršena za vrijeme koje je jednako  $a_{ij}$  ako bi sve teklo idealno i bez ikakvih prepreka, odnosno vrijeme  $a_{ij}$  je vrijeme za koje je moguće završiti datu aktivnost ali sa malom vjerovatnoćom.
2.  **$m_{ij}$  – najvjerovatnije vrijeme** izvršenja aktivnosti  $A_{ij}$ . To je vrijeme za koje bi se najvjerovatnije izvršila određena aktivnost kod njenog višekratnog ponavljanja pod istim uslovima. Vjerovatnoća izvršenja određene aktivnosti za vrijeme  $m_{ij}$  je veća od vjerovatnoće izvršenja te aktivnosti za bilo koje drugo vrijeme koje pripada intervalu  $[a, b]$
3.  **$b_{ij}$  – pesimističko vrijeme** izvršenja aktivnosti. To je najduže vrijeme za izvođenje aktivnosti. Ono pokazuje koliko dugo može da traje jedna aktivnost kada bi sve prepreke koje mogu logički nastati stvarno nastale (sa izuzetkom objektivnih koje se unaprijed nisu mogle predvidjeti i čije bi predviđanje bilo nelogično).

### 8.5.1. Određivanje očekivanog vremena i varijanse

Prve računске vrijednosti od interesa za vremensku analizu po metodi PERT koje se mogu dobiti za svaku aktivnost  $A_{ij}$  na osnovu  $a_{ij}$ ,  $m_{ij}$  i  $b_{ij}$  predstavljaju:

- očekivano vrijeme trajanja aktivnosti  $(t_e)_{ij}$
- varijansa  $\sigma_{ij}^2$

Pri tome se pretpostavlja da se trajanje svih aktivnosti ponaša po zakonu  $\beta$  – raspodjele, a trenutak njihova završetka, odnosno odigravanja pojedinih događaja po zakonu normalne raspodjele. Glavna karakteristika  $\beta$  – raspodjele za vrijeme trajanja aktivnosti  $A_{ij}$  sastoji se u tome što se sve vrijednosti trajanja aktivnosti nalaze u intervalu  $[a_{ij}, b_{ij}]$ .

Kada se provede matematički račun za  $(t_e)_{ij}$  i  $\sigma_{ij}^2$  dobije se:

- očekivano vrijeme trajanja aktivnosti:

$$(t_e)_{ij} = \frac{a_{ij} + 4 \cdot m_{ij} + b_{ij}}{6} \quad \dots(19)$$

- varijansa:

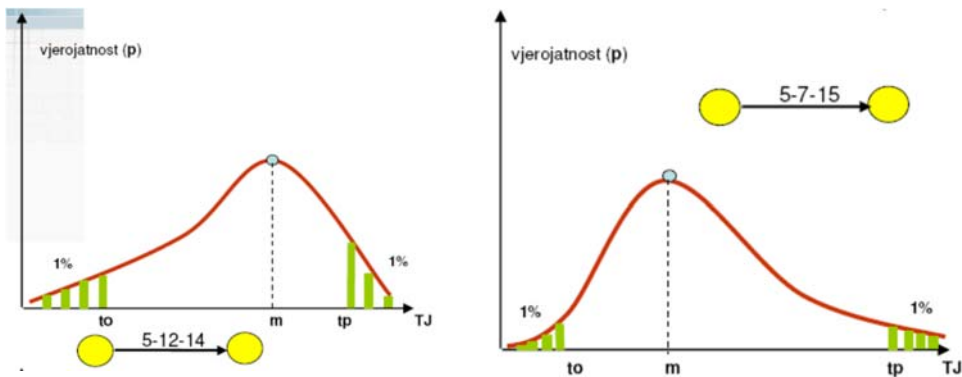
$$\sigma_{ij}^2 = \left[ \frac{b_{ij} - a_{ij}}{6} \right]^2 \quad \dots(20)$$

(Varijansa inače predstavlja srednje kvadratno odstupanje serije od aritmetičke sredine iste serije).

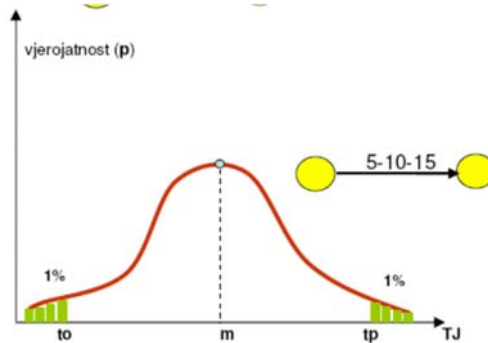
Vidimo da ova dva izraza obezbjeđuju izračunavanje prva dva parametra koji služe za analizu vremena po metodi PERT. Ona se izračunavaju za svaku aktivnost  $A_{ij}$  iz mrežnog dijagrama.

Ako pogledamo izraz za  $(t_e)_{ij}$  vidimo da optimističko i pesimističko vrijeme trajanja aktivnosti figurišu sa faktorom 1, dok najvjerovatnije vrijeme figuriše sa faktorom 4. To znači da će i očekivano vrijeme  $(t_e)_{ij}$  biti u blizini  $m_{ij}$  ili će se u krajnjem slučaju poklapati sa  $m_{ij}$  ako su  $a_{ij}$  i  $b_{ij}$  simetralne vrijednosti prema  $m_{ij}$ .

Kod procjene ovih vremena može nastupiti jedan nepovoljan slučaj, a to je ako je  $b_{ij} \gg a_{ij}$ . Tada ćemo imati veliko sniženje tačnosti svih ocjena. Nama je cilj da varijansa bude što manja jer ukoliko je manja utoliko su i rasturanja i nepreciznosti koje su vezane za definisanost pojedinih aktivnosti manje. Na Slici 24 prikazani su mogući rasporedi učestalosti vremena kod PERT metode.



*Raspodjela učestanosti sa malom varijansom*      *Raspodjela učestanosti sa velikom varijansom*



Slika 24. Moguće raspodjele učestalosti kod vremena po PERT metodi

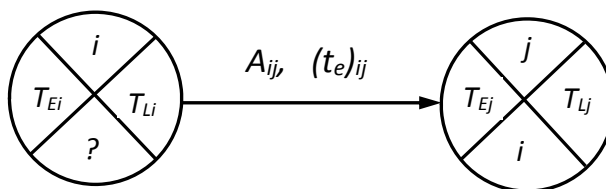


### 8.5.2. Određivanje najranijeg i najkasnijeg vremena nastupanja događaja

Isto kao i kod metode CPM i ovdje se određuju vremena najranijeg i najkasnijeg nastupanja događaja sa nešto promjenljivim oznakama. Te oznake kod metode PERT su date na Slici 25:

- $T_{Ei}$  – najraniji očekivani početak aktivnosti,
- $T_{Li}$  – najkasniji očekivani početak aktivnosti,
- $T_{Ej}$  – najraniji očekivani završetak aktivnosti,
- $T_{Lj}$  – najkasniji očekivani završetak aktivnosti.

a upisivanje se vrši na sljedeći način:



Slika 25. Oznake vremena kod PERT metode

Postupak za određivanje ovih vremena je isti kao i kod CPM metode, što znači da se najranija vremena zbivanja događaja određuju idući od početnog ka završnom događaju, a najkasnija vremena od završnog ka početnom događaju. Isto vrijedi za varijansu:

$$(T_E)_j = \max[(T_E)_i + (t_e)_{ij}] \quad \dots(21)$$

kada u događaj „j“ vodi 2 ili više puteva i računa se sa lijeva u desno, odnosno:

$$(T_L)_i = \min[(T_L)_j - (t_e)_{ij}] \quad \dots(22)$$

kada iz događaja „i“ polazi više puteva i računa se sa desna u lijevo.

Kritični put se i ovdje definiše kao i kod CPM metode.

### 8.5.3. Određivanje vremenske rezerver i vjerovatnoće nastupanja događaja

U daljnjoj analizi vremena po metodi PERT posebno značenje ima izračunavanje vremenske rezerve  $R_i$ . Po definiciji vremenska rezerva određenog događaja predstavlja vremensku razliku između najkasnijeg završetka svih aktivnosti koje mu neposredno prethode i najranijeg početka narednih aktivnosti koje neposredno slijede. Odnosno vremenska rezerva je razlika između najkasnijeg i najranijeg vremena nastupanja događaja:

$$R_i = (T_L)_i - (T_E)_i \quad \dots(23)$$

Može biti pozitivna, negativna i jednaka nuli.

Pozitivna indicira mogućnost da se neki posao može završiti prije planiranog roka, što znači da na tom poslu imamo višak kapaciteta. Nulta vrijednost daje indiciju da su kapaciteti u potpunosti adekvatni s planiranim potrebama, a negativna indicira manjak kapaciteta i sredstava u odnosu na planirana.

Kod ove metode uvodi se još jedan novi pojam, a to je vjerovatnoća odigravanja događaja. Faktor vjerovatnoće odigravanja događaja se izračunava po izrazu:

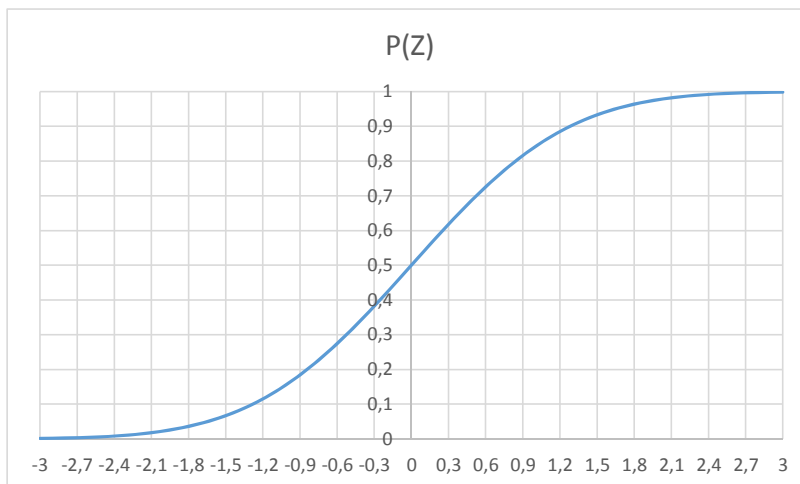
$$z_i = \frac{(T_L)_i - (T_E)_i}{\sqrt{\sum \sigma_{ij}^2}} \quad \dots(24)$$

i on ima standardizovani normalni raspored, gdje je  $\sigma_{ij}^2$  zbir varijansi svih aktivnosti, koje prethode događaju „i“ a leže na putu sa najdužim vremenskim trajanjem.

Druga faza u određivanju vjerovatnoće ispunjenja planiranih rokova sastoji se u određivanju vjerovatnoće na bazi izračunatih faktora  $z_i$ . Kriva vjerovatnoće  $P$  kao funkcija faktora vjerovatnoće ima sljedeći oblik, odnosno definisana je integralom:

$$P(z) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^z e^{-\frac{x^2}{2}} dx \quad \dots(25)$$

Vidimo da je kriva, prikazana na Slici 26, simetrična u odnosu na (0; 0,5) pa će se vrijednosti za  $z < 0$  biti  $1 - P(+z)$ , gdje je  $z$  pozitivno. Funkcija  $P(z)$  najčešće se daje u obliku tabličnih vrijednosti, zavisno od raznih vrijednosti faktora vjerovatnoće  $z$ . U Tabeli 2 su date vrijednosti samo za faktore vjerovatnoće  $z$ , koji se kreće u rasponu  $-3 \leq z \leq 3$ .



Slika 26. Kriva vjerovatnoće  $P(z)$

Tabela 2. Vrijednosti vjerovatnoće  $P(z)$  za  $-3 \leq z \leq 3$

z	P(z)	z	P(z)	z	P(z)	z	P(z)
-3	0,013	-1,5	0,0668	0,0	0,5000	1,5	0,9332
-2,9	0,0019	-1,4	0,0808	0,1	0,5398	1,6	0,9452
-2,8	0,0026	-1,3	0,0968	0,2	0,5792	1,7	0,9554
-2,7	0,0035	-1,2	0,1151	0,3	0,6179	1,8	0,9641
-2,6	0,0047	-1,1	0,1357	0,4	0,6554	1,9	0,9713
-2,5	0,0062	-1,0	0,1587	0,5	0,6915	2,0	0,9772
-2,4	0,0082	-0,9	0,1841	0,6	0,7257	2,1	0,9821
-2,3	0,0107	-0,8	0,2119	0,7	0,7580	2,2	0,9861
-2,2	0,0139	-0,7	0,2420	0,8	0,7881	2,3	0,9893
-2,1	0,0179	-0,6	0,2743	0,9	0,8159	2,4	0,9918
-2,0	0,0228	-0,5	0,3085	1,0	0,8413	2,5	0,9938
-1,9	0,0287	-0,4	0,3446	1,1	0,8643	2,6	0,9953
-1,8	0,0359	-0,3	0,3821	1,2	0,8849	2,7	0,9965
-1,7	0,0446	-0,2	0,4207	1,3	0,9032	2,8	0,9974
-1,6	0,0548	-0,1	0,4602	1,4	0,9192	2,9	0,9981
						3,0	0,9987

U nastavku teksta ćemo dati nekoliko primjera i sa izračunatim vremenima i samo sa dijagramom međuzavisnosti aktivnosti.

**Zadatak 1:**

Projekat izrade specijalnog mjenjača sastoji se od aktivnosti datih u listi aktivnosti projekta:

Lista aktivnosti projekta “IZRADA SPECIJALNOG MJENJAČA”

i	j	oznaka aktivnosti	Naziv aktivnosti	Vrijeme trajanja aktivnosti			
				CPM	PERT		
					a	m	b
1	2	3	4	5	6	7	8
		A	Izrada konstrukcione dokumentacije	2,6	1,8	2,4	4,2
		B	Izrada radioničkih crteža	0,8	0,5	0,7	1,5
		C	Kontrola radioničkih crteža	0,2	0,2	0,2	0,2
		D	Nabavka specijalnih materijala	2,0	1,2	1,8	3,6
		E	Nabava ležaja i zaptivača	1,6	1,2	1,6	2,0
		F	Kontrola kupljenih dijelova	0,1	0,1	0,1	0,1
		G	Izrada livačkog modela kućišta	2,5	2,1	2,4	3,3
		H	Livenje kućišta	0,2	0,2	0,2	0,2
		I	Mašinska obrada kućišta	0,4	0,2	0,3	1,0
		J	Mašinska obrada vratila	0,8	0,5	0,7	1,0
		K	Termička obrada vratila	0,3	0,1	0,3	0,5
		L	Gruba mašinska obrada zupčanika	0,8	0,5	0,8	1,1
		M	Izrada ozubljenja	0,9	0,6	0,9	1,4
		N	Termička obrada zupčanika	0,5	0,3	0,5	0,7
		P	Montaža mjenjača	2,1	1,5	2,1	2,7

Potrebno je izvršiti:

1. Analizu strukture opisanog projekta (tabela međuzavisnosti aktivnosti, matrica aktivnosti, mrežni dijagram).
2. Analiza vremena opisanog projekta po CPM metodi.
3. Analiza vremena opisanog projekta po PERT metodi.
4. Utvrditi kritične aktivnosti i kritični put.

## IZRADA

### 1. Analiza strukture opisanog projekta:

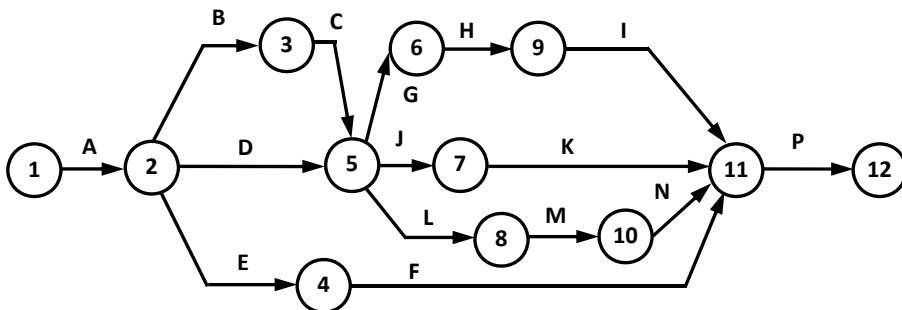
#### a) Tabela međuzavisnosti aktivnosti

Aktivnost:	Zavisí od:
A	-
B	A
C	B
D	A
E	A
F	E
G	C,D
H	G
I	H
J	C,D
K	J
L	C,D
M	L
N	M
P	F,I,K,N

#### b) Matrica zavisnosti aktivnosti

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	P
A	0	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
B		0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
C			0	0	0	0	1	0	0	1	0	1	0	0	0
D				0	0	0	1	0	0	1	0	1	0	0	0
E					0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
F						0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
G							0	1	0	0	0	0	0	0	0
H								0	1	0	0	0	0	0	0
I									0	0	0	0	0	0	1
J										0	1	0	0	0	0
K											0	0	0	0	1
L												0	1	0	0
M													0	1	0
N														0	1
P															0

c) Mrežni dijagram



## 2. Analiza vremena po CPM metodi

### 2.1. Najraniji završeci aktivnosti

Izračunavaju se u opštem slučaju po formuli:

$$t_j^0 = \max(t_i^0 + t_{ij}) \quad t_1^0 = 0$$

Za početak se usvaja:  $t_1^0 = 0$

$$t_1^0 = 0$$

$$t_2^0 = t_1^0 + t_{12} = 0 + 2,6 = 2,6$$

$$t_3^0 = t_2^0 + t_{23} = 2,6 + 0,8 = 3,4$$

$$t_4^0 = t_2^0 + t_{24} = 2,6 + 1,6 = 4,2$$

$$t_5^0 = \max[(t_2^0 + t_{25}); (t_3^0 + t_{35})] = \max[(2,6 + 2,0); (3,4 + 0,2)] = \max[4,6; 3,6] = 4,6$$

$$t_6^0 = t_5^0 + t_{56} = 4,6 + 2,5 = 7,1$$

$$t_7^0 = t_6^0 + t_{67} = 7,1 + 0,8 = 7,9$$

$$t_8^0 = t_5^0 + t_{58} = 4,6 + 0,8 = 5,4$$

$$t_9^0 = t_6^0 + t_{69} = 7,1 + 0,2 = 7,3$$

$$t_{10}^0 = t_8^0 + t_{810} = 5,4 + 0,9 = 6,3$$

$$t_{11}^0 = \max[(t_9^0 + t_{911}); (t_7^0 + t_{711}); (t_{10}^0 + t_{1011}); (t_4^0 + t_{411})] = \max[(7,3 + 0,4); (7,9 + 0,3); (6,3 + 0,5); (4,2 + 0,1)] = \max[7,7; 8,2; 6,8; 4,3] = 8,2$$

$$t_{12}^0 = t_{11}^0 + t_{1112} = 8,2 + 1,6 = 9,8$$

### 2.2. Najkasniji počeci aktivnosti

Izračunavaju se u opštem slučaju po formuli:

$$t_i^1 = \min(t_j^1 - t_{ij}) \quad \text{za } t_n^1 = T_p$$

Kako  $T_p$  nije zadato uzima se:

$$t_{12}^1 = T_p = t_{12}^0 = 9,8$$

$$t_{11}^1 = t_{12}^1 - t_{1112} = 9,8 - 2,1 = 7,7$$

$$t_{10}^1 = t_{11}^1 - t_{1011} = 7,7 - 0,5 = 7,2$$

$$t_9^1 = t_{11}^1 - t_{911} = 7,7 - 0,4 = 7,3$$

$$t_8^1 = t_{10}^1 - t_{810} = 7,2 - 0,9 = 6,3$$

$$t_7^1 = t_{11}^1 - t_{711} = 7,7 - 0,3 = 7,4$$

$$t_6^1 = t_9^1 - t_{69} = 7,3 - 0,2 = 7,1$$

$$t_5^1 = \min[(t_6^1 - t_{56}); (t_7^1 - t_{57}); (t_8^1 - t_{59})] = \min[(7,1 - 2,5); (7,4 - 0,5); (6,3 - 0,5)] = \min[4,6; 6,9; 5,8] = 4,6$$

$$t_4^1 = t_{11}^1 - t_{411} = 7,7 - 0,1 = 7,6$$

$$t_3^1 = t_5^1 - t_{35} = 4,6 - 0,2 = 4,4$$

$$t_2^1 = \min[(t_3^1 - t_{23}); (t_5^1 - t_{25}); (t_4^1 - t_{24})] = \min[(4,4 - 0,8); (4,6 - 2,0); (7,6 - 1,6)] = \min[3,6; 2,6; 6,0] = 2,6$$

$$t_1^1 = t_2^1 - t_{12} = 2,6 - 2,6 = 0$$

## 2.3. Vremenske rezerva po CPM metodi

### 2.3.1 Ukupna vremenska rezerva

Računa se kao:  $R_{ij}^u = t_j^1 - (t_i^0 + t_{ij})$

$$R_{12}^u = t_2^1 - (t_1^0 + t_{12}) = 2,6 - (0 + 2,6) = 0$$

$$R_{23}^u = t_3^1 - (t_2^0 + t_{23}) = 4,4 - (2,6 + 0,8) = 1,0$$

$$R_{24}^u = t_4^1 - (t_2^0 + t_{24}) = 7,6 - (2,6 + 1,6) = 3,4$$

$$R_{25}^u = t_5^1 - (t_2^0 + t_{25}) = 4,6 - (2,6 + 2,0) = 0$$

$$R_{35}^u = t_5^1 - (t_3^0 + t_{35}) = 4,6 - (3,4 + 0,2) = 1,0$$

$$R_{411}^u = t_{11}^1 - (t_4^0 + t_{411}) = 7,7 - (4,2 + 0,1) = 3,4$$

$$R_{56}^u = t_6^1 - (t_5^0 + t_{56}) = 7,1 - (4,6 + 2,5) = 0$$

$$R_{57}^u = t_7^1 - (t_5^0 + t_{57}) = 7,4 - (4,6 + 0,8) = 2,0$$

$$R_{58}^u = t_8^1 - (t_5^0 + t_{58}) = 6,3 - (4,6 + 0,8) = 0,9$$

$$R_{69}^u = t_9^1 - (t_6^0 + t_{69}) = 7,3 - (7,1 + 0,2) = 0$$

$$R_{711}^u = t_{11}^1 - (t_7^0 + t_{711}) = 7,7 - (5,4 + 0,3) = 2,0$$

$$R_{810}^u = t_{10}^1 - (t_8^0 + t_{810}) = 7,2 - (5,4 + 0,9) = 0,9$$

$$R_{911}^u = t_{11}^1 - (t_9^0 + t_{911}) = 7,7 - (7,4 + 0,3) = 0$$

$$R_{1011}^u = t_{11}^1 - (t_{10}^0 + t_{1011}) = 7,7 - (6,3 + 0,5) = 0,9$$

$$R_{1112}^u = t_{12}^1 - (t_{11}^0 + t_{1112}) = 9,8 - (7,7 + 2,1) = 0$$

2.3.2. Slobodna vremenska rezerva

Računa se kao:  $R_{ij}^s = t_j^0 - (t_i^0 + t_{ij})$

$$\begin{aligned}
 R_{12}^s &= t_2^0 - (t_1^0 + t_{12}) = 2,6 - (0 + 2,6) = 0 \\
 R_{23}^s &= t_3^0 - (t_2^0 + t_{23}) = 3,4 - (2,6 + 0,8) = 0 \\
 R_{24}^s &= t_4^0 - (t_2^0 + t_{34}) = 4,2 - (2,6 + 1,6) = 0 \\
 R_{25}^s &= t_5^0 - (t_2^0 + t_{35}) = 4,6 - (2,6 + 2,0) = 0 \\
 R_{35}^s &= t_5^0 - (t_3^0 + t_{35}) = 4,6 - (3,4 + 0,2) = 1,0 \\
 R_{411}^s &= t_{11}^0 - (t_4^0 + t_{411}) = 7,7 - (4,2 + 0,1) = 3,4 \\
 R_{56}^s &= t_6^0 - (t_5^0 + t_{56}) = 7,1 - (4,6 + 2,5) = 0 \\
 R_{57}^s &= t_7^0 - (t_5^0 + t_{57}) = 5,4 - (4,6 + 0,8) = 0 \\
 R_{58}^s &= t_8^0 - (t_5^0 + t_{58}) = 5,4 - (4,6 + 0,8) = 0 \\
 R_{69}^s &= t_9^0 - (t_6^0 + t_{69}) = 7,3 - (7,1 + 0,2) = 0 \\
 R_{711}^s &= t_{11}^0 - (t_7^0 + t_{711}) = 7,7 - (5,4 + 0,3) = 2,0 \\
 R_{810}^s &= t_{10}^0 - (t_8^0 + t_{910}) = 6,3 - (5,4 + 0,9) = 0 \\
 R_{911}^s &= t_{11}^0 - (t_9^0 + t_{911}) = 7,7 - (7,4 + 0,3) = 0 \\
 R_{1011}^s &= t_{11}^0 - (t_{10}^0 + t_{1011}) = 7,7 - (6,3 + 0,5) = 0,9 \\
 R_{1112}^s &= t_{12}^0 - (t_{11}^0 + t_{1112}) = 9,8 - (7,7 + 2,1) = 0
 \end{aligned}$$

2.3.3. Nezavisna vremenska rezerva

Računa se kao:  $R_{ij}^n = t_j^0 - (t_i^1 + t_{ij})$

$$\begin{aligned}
 R_{12}^n &= t_2^0 - (t_1^1 + t_{12}) = 2,6 - (0 + 2,6) = 0 \\
 R_{23}^n &= t_3^0 - (t_2^1 + t_{23}) = 3,4 - (2,6 + 0,8) = 0 \\
 R_{24}^n &= t_4^0 - (t_2^1 + t_{34}) = 4,2 - (2,6 + 1,6) = 0 \\
 R_{25}^n &= t_5^0 - (t_2^1 + t_{35}) = 4,6 - (2,6 + 2,0) = 0 \\
 R_{35}^n &= t_5^0 - (t_3^1 + t_{35}) = 4,6 - (4,4 + 0,2) = 0 \\
 R_{411}^n &= t_{11}^0 - (t_4^1 + t_{411}) = 7,7 - (7,6 + 0,1) = 0 \\
 R_{56}^n &= t_6^0 - (t_5^1 + t_{56}) = 7,1 - (4,6 + 2,5) = 0 \\
 R_{57}^n &= t_7^0 - (t_5^1 + t_{57}) = 5,4 - (4,6 + 0,8) = 0 \\
 R_{58}^n &= t_8^0 - (t_5^1 + t_{58}) = 5,4 - (4,6 + 0,8) = 0 \\
 R_{69}^n &= t_9^0 - (t_6^1 + t_{69}) = 7,3 - (7,1 + 0,2) = 0 \\
 R_{711}^n &= t_{11}^0 - (t_7^1 + t_{711}) = 7,7 - (7,4 + 0,3) = 0 \\
 R_{810}^n &= t_{10}^0 - (t_8^1 + t_{910}) = 6,3 - (6,3 + 0,9) = 0 (-0,9) \\
 R_{911}^n &= t_{11}^0 - (t_9^1 + t_{911}) = 7,7 - (7,4 + 0,3) = 0 \\
 R_{1011}^n &= t_{11}^0 - (t_{10}^1 + t_{1011}) = 7,7 - (7,2 + 0,5) = 0 \\
 R_{1112}^n &= t_{12}^0 - (t_{11}^1 + t_{1112}) = 9,8 - (7,7 + 2,1) = 0
 \end{aligned}$$

## 2.3.4. Zavisna vremenska rezerva

Računa se kao:  $R_{ij}^z = t_j^1 - t_j^0$

$$R_{12}^z = t_2^1 - t_2^0 = 2,6 - 2,6 = 0$$

$$R_{23}^z = t_3^1 - t_3^0 = 4,4 - 3,4 = 1,0$$

$$R_{24}^z = t_4^1 - t_4^0 = 7,6 - 4,2 = 3,4$$

$$R_{25}^z = t_5^1 - t_5^0 = 4,6 - 4,6 = 0$$

$$R_{35}^z = t_5^1 - t_5^0 = 4,6 - 4,6 = 0$$

$$R_{411}^z = t_{11}^1 - t_{11}^0 = 7,7 - 7,7 = 0$$

$$R_{56}^z = t_6^1 - t_6^0 = 7,1 - 7,1 = 0$$

$$R_{57}^z = t_7^1 - t_7^0 = 7,4 - 5,4 = 2,0$$

$$R_{58}^z = t_8^1 - t_8^0 = 6,3 - 5,4 = 0,9$$

$$R_{69}^z = t_9^1 - t_9^0 = 7,3 - 7,3 = 0$$

$$R_{711}^z = t_{11}^1 - t_{11}^0 = 7,7 - 7,7 = 0$$

$$R_{810}^z = t_{10}^1 - t_{10}^0 = 7,2 - 6,3 = 0,9$$

$$R_{911}^z = t_{11}^1 - t_{11}^0 = 7,7 - 7,7 = 0$$

$$R_{1011}^z = t_{11}^1 - t_{11}^0 = 7,7 - 7,7 = 0$$

$$R_{1112}^z = t_{12}^1 - t_{12}^0 = 9,8 - 9,8 = 0$$

$$R_{712}^z = t_{12}^1 - t_{12}^0 = 29 - 29 = 0$$

## 4. Kritične aktivnosti i kritičan put:

Za neku aktivnost kažemo da je kritična ako ispunjava sljedeće uslove:

Potreban uslov:

$$t_i^o = t_i^1$$

$$t_j^o = t_j^1$$

i dovoljan uslov:

$$t_{ij} = t_j^1 - t_i^o$$

Sa dijagrama na slici je vidljivo da je kritičan put:

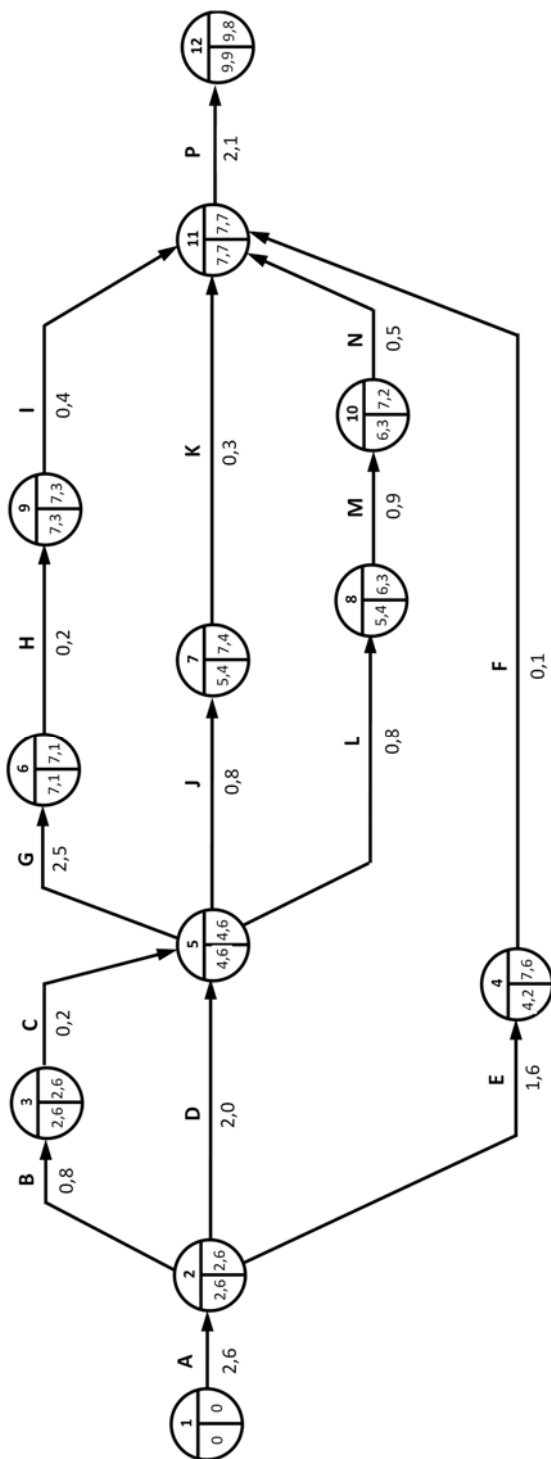
**1 – 2 – 5 – 6 – 9 – 11 – 12 ili**

**A12 – A25 – A56 – A69 – A911 – A1112**

a kritične aktivnosti:

**A, D, G, H, I i P**





Slika 27. Mrežni dijagram projekta „Izrada specijalnog mjenjača“ sa izračunatim vremenima po CPM metodi

### 3. Analiza vremena opisanog projekta po PERT metodi:

#### 3.1. Očekivano vrijeme trajanja aktivnosti:

Računa se kao:  $(t_e)_{ij} = \frac{a_{ij} + 4m_{ij} + b_{ij}}{6}$

$$(t_e)_{12} = \frac{a_{12} + 4m_{12} + b_{12}}{6} = \frac{1,8 + 4 \cdot 2,4 + 4,2}{6} = 2,6$$

$$(t_e)_{23} = \frac{a_{23} + 4m_{23} + b_{23}}{6} = \frac{0,5 + 4 \cdot 0,7 + 1,5}{6} = 0,8$$

$$(t_e)_{24} = \frac{a_{24} + 4m_{24} + b_{24}}{6} = \frac{1,2 + 4 \cdot 1,6 + 2,0}{6} = 1,6$$

$$(t_e)_{25} = \frac{a_{25} + 4m_{25} + b_{25}}{6} = \frac{1,2 + 4 \cdot 1,8 + 3,6}{6} = 2,0$$

$$(t_e)_{35} = \frac{a_{35} + 4m_{35} + b_{35}}{6} = \frac{0,2 + 4 \cdot 0,2 + 0,2}{6} = 0,2$$

$$(t_e)_{411} = \frac{a_{411} + 4m_{411} + b_{411}}{6} = \frac{0,1 + 4 \cdot 0,1 + 0,1}{6} = 0,1$$

$$(t_e)_{56} = \frac{a_{56} + 4m_{56} + b_{56}}{6} = \frac{2,1 + 4 \cdot 2,4 + 3,3}{6} = 2,5$$

$$(t_e)_{57} = \frac{a_{57} + 4m_{57} + b_{57}}{6} = \frac{0,5 + 4 \cdot 0,7 + 1,0}{6} = 0,71 \approx 0,7$$

$$(t_e)_{58} = \frac{a_{58} + 4m_{58} + b_{58}}{6} = \frac{0,5 + 4 \cdot 0,8 + 1,1}{6} = 0,8$$

$$(t_e)_{69} = \frac{a_{69} + 4m_{69} + b_{69}}{6} = \frac{0,2 + 4 \cdot 0,2 + 0,2}{6} = 0,2$$

$$(t_e)_{711} = \frac{a_{711} + 4m_{711} + b_{711}}{6} = \frac{0,1 + 4 \cdot 0,3 + 1,5}{6} = 0,3$$

$$(t_e)_{810} = \frac{a_{810} + 4m_{810} + b_{810}}{6} = \frac{0,6 + 4 \cdot 0,9 + 1,4}{6} = 0,9$$

$$(t_e)_{911} = \frac{a_{911} + 4m_{911} + b_{911}}{6} = \frac{0,2 + 4 \cdot 0,3 + 1,0}{6} = 0,4$$

$$(t_e)_{1011} = \frac{a_{1011} + 4m_{1011} + b_{1011}}{6} = \frac{0,3 + 4 \cdot 0,5 + 0,7}{6} = 0,5$$

$$(t_e)_{1112} = \frac{a_{1112} + 4m_{1112} + b_{1112}}{6} = \frac{1,5 + 4 \cdot 2,1 + 2,7}{6} = 2,1$$

#### 3.2. Ocijena varijanse:

Računa se kao:  $(\sigma_{ij})^2 = \left( \frac{b_{ij} - a_{ij}}{6} \right)^2$

$$(\sigma_{12})^2 = \left( \frac{b_{12} - a_{12}}{6} \right)^2 = \left( \frac{4,2 - 1,8}{6} \right)^2 = 0,16$$

$$(\sigma_{23})^2 = \left( \frac{b_{23} - a_{23}}{6} \right)^2 = \left( \frac{1,5 - 0,5}{6} \right)^2 = 0,278 \approx 0,3$$

$$(\sigma_{24})^2 = \left( \frac{b_{24} - a_{24}}{6} \right)^2 = \left( \frac{2 - 1,2}{6} \right)^2 = 0,0178 \approx 0,02$$

$$(\sigma_{25})^2 = \left( \frac{b_{25} - a_{25}}{6} \right)^2 = \left( \frac{3,6 - 1,2}{6} \right)^2 = 0,16$$

$$(\sigma_{35})^2 = \left( \frac{b_{35} - a_{35}}{6} \right)^2 = \left( \frac{0,2 - 0,2}{6} \right)^2 = 0$$

$$(\sigma_{411})^2 = \left( \frac{b_{411} - a_{411}}{6} \right)^2 = \left( \frac{0,1 - 0,1}{6} \right)^2 = 0$$

$$(\sigma_{56})^2 = \left( \frac{b_{56} - a_{56}}{6} \right)^2 = \left( \frac{3,3 - 2,1}{6} \right)^2 = 0,04$$

$$(\sigma_{57})^2 = \left( \frac{b_{57} - a_{57}}{6} \right)^2 = \left( \frac{1,5 - 0,5}{6} \right)^2 = 0,0278 \approx 0,03$$

$$(\sigma_{58})^2 = \left( \frac{b_{58} - a_{58}}{6} \right)^2 = \left( \frac{1,1 - 0,5}{6} \right)^2 = 0,01$$

$$(\sigma_{69})^2 = \left( \frac{b_{69} - a_{69}}{6} \right)^2 = \left( \frac{0,2 - 0,2}{6} \right)^2 = 0$$

$$(\sigma_{711})^2 = \left( \frac{b_{711} - a_{711}}{6} \right)^2 = \left( \frac{0,5 - 0,1}{6} \right)^2 = 0,0044 \approx 0,005$$

$$(\sigma_{810})^2 = \left( \frac{b_{810} - a_{810}}{6} \right)^2 = \left( \frac{1,4 - 0,6}{6} \right)^2 = 0,0178 \approx 0,02$$

$$(\sigma_{911})^2 = \left( \frac{b_{911} - a_{911}}{6} \right)^2 = \left( \frac{1 - 0,2}{6} \right)^2 = 0,0178 \approx 0,02$$

$$(\sigma_{1011})^2 = \left( \frac{b_{1011} - a_{1011}}{6} \right)^2 = \left( \frac{0,7 - 0,3}{6} \right)^2 = 0,0044 \approx 0,005$$

$$(\sigma_{1112})^2 = \left( \frac{b_{1112} - a_{1112}}{6} \right)^2 = \left( \frac{2,7 - 1,5}{6} \right)^2 = 0,04$$

### 3.3. Očekivana vremena početka i završetka aktivnosti i izračunatih varijansi:

#### 3.3.1. Izračunavanje najranijih vremena:

Najranija vremena po PERT metodi se izračunavaju, kao:  $(T_E)_j = \max[(T_E)_i + (t_e)_{ij}]$

$$(T_E)_1 = 0$$

$$(T_E)_2 = (T_E)_1 + (t_e)_{12} = 0 + 2,6 = 2,6$$

$$(T_E)_3 = (T_E)_2 + (t_e)_{23} = 2,6 + 0,8 = 3,4$$

$$(T_E)_4 = (T_E)_2 + (t_e)_{24} = 2,6 + 1,6 = 4,2$$

$$(T_E)_5 = \max[((T_E)_3 + (t_e)_{35}); ((T_E)_2 + (t_e)_{25})] = \max[(3,4 + 0,2); (2,6 + 2,0)] = \max[3,6; 4,6] = 4,6$$

$$(T_E)_6 = (T_E)_5 + (t_e)_{56} = 4,6 + 2,5 = 7,1$$

$$(T_E)_7 = (T_E)_5 + (t_e)_{57} = 4,6 + 0,8 = 5,4$$

$$(T_E)_8 = (T_E)_5 + (t_e)_{58} = 4,6 + 0,8 = 5,4$$

$$(T_E)_9 = (T_E)_6 + (t_e)_{69} = 7,1 + 0,2 = 7,3$$

$$(T_E)_{10} = (T_E)_8 + (t_e)_{810} = 5,4 + 0,9 = 6,3$$

$$(T_E)_{11} = \max[((T_E)_9 + (t_e)_{911}); ((T_E)_7 + (t_e)_{711}); ((T_E)_{10} + (t_e)_{1011}); ((T_E)_4 + (t_e)_{411})] = \max[(7,3 + 0,4); (5,4 + 0,3); (6,3 + 0,5); (4,2 + 0,1)] = \max[7,7; 5,7; 6,8; 4,3] = 7,7$$

$$(T_E)_{12} = (T_E)_{11} + (t_e)_{1112} = 7,7 + 2,1 = 9,8$$

#### 3.3.2. Izračunavanje najkasnijih vremena:

Računa se kao:  $(T_L)_i = \min[(T_L)_j - (t_e)_{ij}]$

Kako nije zadato vrijeme trajanja projekta  $T_p$ , onda je:

$$(T_L)_{12} = (T_E)_{12} = T_p = 9,8$$

$$(T_L)_{11} = (T_L)_{12} - (t_e)_{1112} = 9,8 - 2,1 = 7,7$$

$$(T_L)_{10} = (T_L)_{11} - (t_e)_{1011} = 7,7 - 0,5 = 7,2$$

$$(T_L)_9 = (T_L)_{11} - (t_e)_{911} = 7,7 - 0,4 = 7,3$$

$$(T_L)_8 = (T_L)_{10} - (t_e)_{810} = 7,2 - 0,9 = 6,3$$

$$(T_L)_7 = (T_L)_{11} - (t_e)_{711} = 7,7 - 0,3 = 7,4$$

$$(T_L)_6 = (T_L)_9 - (t_e)_{69} = 7,3 - 0,2 = 7,1$$

$$(T_L)_5 = \min[((T_L)_6 - (t_e)_{56}); ((T_L)_7 - (t_e)_{57}); ((T_L)_8 - (t_e)_{58})] = \min[(7,1 - 2,5); (7,4 - 0,8); (6,3 - 0,8)] = \min[4,6; 6,6; 5,5] = 4,6$$

$$(T_L)_4 = (T_L)_{11} - (t_e)_{411} = 7,7 - 0,1 = 7,6$$

$$(T_L)_3 = (T_L)_5 - (t_e)_{35} = 4,6 - 0,2 = 4,4$$

$$(T_L)_2 = \min[((T_L)_3 - (t_e)_{23}); ((T_L)_4 - (t_e)_{24}); ((T_L)_5 - (t_e)_{25})] = \min[(4,4 - 0,8); (4,6 - 2,0); (7,6 - 1,6)] = \min[3,6; 2,6; 6,0] = 2,6$$

$$(T_L)_1 = (T_L)_2 - (t_e)_{12} = 2,6 - 2,6 = 0$$

3.3.3. *Određivanje vremenske rezerve nastupanja događaja:*

Računa se kao:  $R_i = (T_L)_i - (T_E)_i$

$$\begin{aligned}
 R_1 &= (T_L)_1 - (T_E)_1 = 0 - 0 = 0 \\
 R_2 &= (T_L)_2 - (T_E)_2 = 2,6 - 2,6 = 0 \\
 R_3 &= (T_L)_3 - (T_E)_3 = 4,4 - 3,4 = 1 \\
 R_4 &= (T_L)_4 - (T_E)_4 = 7,6 - 4,2 = 3,4 \\
 R_5 &= (T_L)_5 - (T_E)_5 = 4,6 - 4,6 = 0 \\
 R_6 &= (T_L)_6 - (T_E)_6 = 7,1 - 7,1 = 0 \\
 R_7 &= (T_L)_7 - (T_E)_7 = 7,4 - 5,4 = 2,0 \\
 R_8 &= (T_L)_8 - (T_E)_8 = 6,3 - 5,4 = 0,9 \\
 R_9 &= (T_L)_9 - (T_E)_9 = 7,3 - 7,3 = 0 \\
 R_{10} &= (T_L)_{10} - (T_E)_{10} = 7,2 - 6,3 = 0,9 \\
 R_{11} &= (T_L)_{11} - (T_E)_{11} = 7,7 - 7,7 = 0 \\
 R_{12} &= (T_L)_{12} - (T_E)_{12} = 9,8 - 9,8 = 0
 \end{aligned}$$

3.3.4. *Određivanje vjerovatnoće odigravanja događaja:*

Uz pretpostavku da zbivanje događaja ima zakon normalne distribucije faktor vjerovatnoće događaja se računa:

$$Z_i = \frac{(T_L)_i - (T_E)_i}{\sqrt{\sum \sigma_{ij}^2}}$$

$$\begin{aligned}
 Z_1 &= \frac{(T_L)_1 - (T_E)_1}{\sqrt{\sigma_{12}^2}} = \frac{0 - 0}{\sqrt{0,16}} = 0 \\
 Z_2 &= \frac{(T_L)_2 - (T_E)_2}{\sqrt{\sigma_{12}^2}} = \frac{2,6 - 2,6}{\sqrt{0,16}} = 0 \\
 Z_3 &= \frac{(T_L)_3 - (T_E)_3}{\sqrt{\sigma_{12}^2 + \sigma_{23}^2}} = \frac{4,4 - 3,4}{\sqrt{0,16 + 0,3}} = 1,67 \\
 Z_4 &= \frac{(T_L)_4 - (T_E)_4}{\sqrt{\sigma_{12}^2 + \sigma_{24}^2}} = \frac{7,6 - 4,2}{\sqrt{0,16 + 0,02}} = 8,01 \\
 Z_5 &= \frac{(T_L)_5 - (T_E)_5}{\sqrt{\sigma_{12}^2 + \sigma_{25}^2}} = \frac{4,6 - 4,6}{\sqrt{0,16 + 0,16}} = 0
 \end{aligned}$$

$$Z_6 = \frac{(T_L)_6 - (T_E)_6}{\sqrt{\sigma_{12}^2 + \sigma_{25}^2 + \sigma_{56}^2}} = \frac{7,1 - 7,1}{\sqrt{0,16 + 0,16 + 0,04}} = 0$$

$$Z_7 = \frac{(T_L)_7 - (T_E)_7}{\sqrt{\sigma_{12}^2 + \sigma_{25}^2 + \sigma_{57}^2}} = \frac{7,4 - 5,4}{\sqrt{0,16 + 0,16 + 0,03}} = 3,65$$

$$Z_8 = \frac{(T_L)_8 - (T_E)_8}{\sigma_{12}^2 + \sigma_{25}^2 + \sigma_{58}^2} = \frac{6,3 - 5,4}{\sqrt{0,16 + 0,16 + 0,01}} = 1,57$$

$$Z_9 = \frac{(T_L)_9 - (T_E)_9}{\sqrt{\sigma_{12}^2 + \sigma_{25}^2 + \sigma_{56}^2 + \sigma_{69}^2}} = \frac{7,3 - 7,3}{\sqrt{0,16 + 0,16 + 0,04 + 0}} = 0$$

$$Z_{10} = \frac{(T_L)_{10} - (T_E)_{10}}{\sqrt{\sigma_{12}^2 + \sigma_{25}^2 + \sigma_{58}^2 + \sigma_{810}^2}} = \frac{7,2 - 6,3}{\sqrt{0,16 + 0,16 + 0,01 + 0,02}} = 1,52$$

$$Z_{11} = \frac{(T_L)_{11} - (T_E)_{11}}{\sqrt{\sigma_{12}^2 + \sigma_{25}^2 + \sigma_{56}^2 + \sigma_{69}^2 + \sigma_{911}^2}} = \frac{7,7 - 7,7}{\sqrt{0,16 + 0,16 + 0,04 + 0 + 0,02}} = 0$$

$$Z_{12} = \frac{(T_L)_{12} - (T_E)_{12}}{\sqrt{\sigma_{12}^2 + \sigma_{25}^2 + \sigma_{56}^2 + \sigma_{69}^2 + \sigma_{911}^2 + \sigma_{1112}^2}} = \frac{9,8 - 9,8}{\sqrt{0,16 + 0,16 + 0,04 + 0 + 0,02 + 0,04}} = 0$$

Na osnovu faktora vjerovatnoće  $Z_i$  iz Tabele 1. očitavamo vjerovatnoću odigravanja događaja  $P_i(Z_i)$  pa slijedi:

$$P_1(Z_1) = P_1(0) = 50 \%$$

$$P_2(Z_2) = P_2(0) = 50 \%$$

$$P_3(Z_3) = P_3(1,67) = 95,54 \%$$

$$P_4(Z_4) = P_4(8,01) = 100 \%$$

$$P_5(Z_5) = P_5(0) = 50 \%$$

$$P_6(Z_6) = P_6(0) = 50 \%$$

$$P_7(Z_7) = P_7(3,65) = 100 \%$$

$$P_8(Z_8) = P_8(1,57) = 94,52 \%$$

$$P_9(Z_9) = P_9(0) = 50 \%$$

$$P_{10}(Z_{10}) = P_{10}(1,52) = 93,32 \%$$

$$P_{11}(Z_{11}) = P_{11}(0) = 50 \%$$

$$P_{12}(Z_{12}) = P_{12}(0) = 50 \%$$

**Zadatak 2.**

Data je tabela međuzavisnosti aktivnosti, sa vremenima odvijanja pojedinih aktivnosti.

Potrebno je:

1. Nacrtati mrežni dijagram,
2. Izvršiti analizu vremena po CPM metodi (na samom dijagramu),
3. Definirati kritične aktivnosti i kritičan put.

Akti.	A <sub>12</sub> (A)	A <sub>23</sub> (B)	A <sub>34</sub> (P)	A <sub>35</sub> (P)	A <sub>36</sub> (P)	A <sub>38</sub> (C)	A <sub>49</sub> (D)	A <sub>58</sub> (E)
$t_{ij}$	11	6	0	0	0	17	20	23

Akti.	A <sub>89</sub> (F)	A <sub>39</sub> (G)	A <sub>69</sub> (H)	A <sub>37</sub> (I)	A <sub>710</sub> (J)	A <sub>910</sub> (K)	A <sub>1011</sub> (L)	A <sub>1112</sub> (M)
$t_{ij}$	11	16	7	4	11	3	2	3

1. Mrežni dijagram je dat na sljedećoj slici,
2. Analiza vremena po CPM metodi je data na samom dijagramu,
3. Kritične aktivnosti i kritičan put.

Za neku aktivnost kažemo da je kritična ako ispunjava sljedeće uslove:

Potreban uslov:

$$t_i^o = t_i^1$$

$$t_j^o = t_j^1$$

i dovoljan uslov:

$$t_{ij} = t_j^1 - t_i^o$$

Sa dijagrama na slici je vidljivo da je kritičan put:

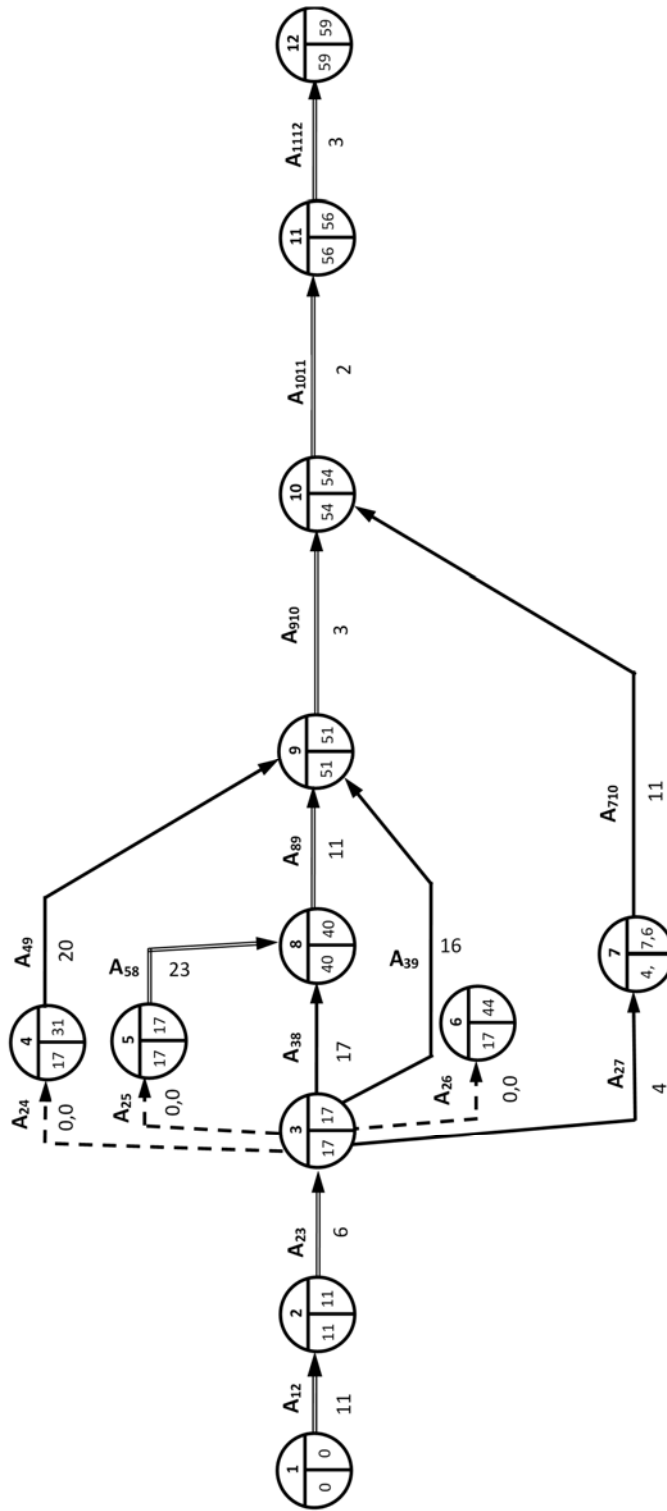
**1 – 2 – 3 – 5 – 8 – 9 – 10 – 11 – 12 ili**

**A<sub>12</sub> – A<sub>23</sub> – A<sub>35</sub> – A<sub>58</sub> – A<sub>89</sub> – A<sub>910</sub> – A<sub>1011</sub> – A<sub>1112</sub>**

a kritične aktivnosti:

**A, B, P<sub>1</sub>, E, F, K, L i M**

Iz dijagrama sa donje slike je vidljivo da je i put **1 – 2 – 3 – 8 – 9 – 10 – 11 – 12**, potencijalni kritični jer svi događaji ispunjavaju potrebne uslove. Međutim aktivnost A<sub>38</sub> ne ispunjava dovoljan uslov tako da ovaj put ostaje potencijalni kritičan, odnosno subkritičan put.





## 9. EVIDENCIJA, KONTROLA I ANALIZA IZVRŠENJA

Svrha svakog plana je da se, po mogućnosti izvrše zadaci su planirani u uslovima i efektima kako je predviđeno. Ako se to ne ostvaruje potpuno ili približno onda planiranje nema smisla i predstavlja samo suvišan trošak. Zato je potrebno da se neprekidno prati realizacija planom postavljenih zadataka i mjera za izvršenje tih zadataka, te stručno i sistematski kontrolisati i analizirati ih u dvostrukom cilju:

- da se ustanovi u kojem obimu su izvršeni postavljeni zadaci, kako bi se moglo utvrditi šta treba dalje uraditi i koje mjere preduzeti da se plan ostvari i
- da se ustanovi da li se plan izvršava pod predviđenim uslovima, kakve su promjene nastale kako bi se moglo uticati na smjer i veličinu tih promjena u smjeru podrške plana.

Poznavati u svakom trenutku stepen izvršenja plana i uslove pod kojim se izvršava znači biti u stanju donositi izravne i blagovremene odluke. Praćenje zbivanja u poslovnom sistemu i kontrola izvršenja plana obuhvata:

- evidenciju podataka o izvršenju plana po timu,
- prikupljanje i obrada podataka,
- analizu podataka i uslove privređivanja i
- donošenje odluke o korekciji elemenata plana ili u cilju promjene uslova izvođenja kako bi se obezbjedilo izvršenje.

Evidencija se može vršiti na razne načine preko nosilaca informacija raznih vrsta (obrazaca odnosno formulara) pomoću tabela i grafikona i sredstvima elektronske obrade podataka. Svaka dobra evidencija istovremeno služi i kao kontrola. Evidencija može da se podijeli na operativnu i knjigovodstvenu, zatim na evidenciju podataka iz sistema i podataka iz okoline i po vremenu na dnevnu, dekadnu, mjesečnu i tromjesečnu. [18]

Evidencija treba da bilježi one podatke koji su značajni za izvršenje plana, odnosno kontrolu podataka. Evidentirani podaci se prikupljaju, po postupku određenom u organizaciji, obrađuju i prikazuju na način pogodan za korisnike informacija.

Tako obrađeni podaci se analiziraju u cilju utvrđivanja odstupanja parametara od plana i uzroka tih odstupanja kako bi se mogle utvrditi aktivnosti regulacije ili eventualno korekcije plana odnosno rebalansa plana. Rebalans plana znači usklađivanje realnih mogućnosti izvršenja određenih zadataka sa potrebama. Znači da je planiranje kontinuiran postupak, kao što je kontinuiran proces proizvodnje.

Osnovni uslov dobrog planiranja i njegovog praćenja je postojanje odgovarajućeg informacionog sistema poslovnog sistema.

## 10. SREDSTVA ZA PLANIRANJE

U postupku planiranja koriste se različita sredstva koja ga omogućavaju, olakšavaju i povećavaju efikasnost. Za planiranje se koriste: [4, 19]

- nosioci informacija su obrasci i formulari različitih oblika, sadržaja i veličine. Neophodni su zato da se na njima informacije zabilježe, prenesu i sačuvaju. Sadržaj, oblik, dimenzije i količine obrazaca su različite od poslovnog sistema do poslovnog sistema i zavisi prvenstveno od osnovne djelatnosti, veličine sistema, načina obrade podataka i organizacijskog nivoa poslovnog sistema;

- sredstva za obradu podataka, kao što su različite table za prikazivanje i praćenje kretanja određenih podataka, mašine za računanje i umnožavanje podataka i kompjuteri sa mrežom za prenos i obradu podataka;
- sistemi za planiranje su razvijeni u zadnjih dvadesetak godina i predstavljaju konfiguracije elemenata za evidenciju, obradu, prenos, analizu i uskladištenje podataka. Ima ih više u svijetu kao što su SAP, MRP, PANTHEON [20] itd. To su sistemi namijenjeni i za upravljanje proizvodnim sistemima.

Od klasičnih software-a koji su šire dostupni i mogu se koristiti za podršku pojedinim fazama planiranja:

- MICROSOFT EXCEL – namijenjen za rad sa bazama podataka (kreiranje, upravljanje, ažuriranje). Omogućava izradu raznih tabela i grafikona zasnovanih na podacima iz radnih tabela, rad sa bazama podataka u tabelarnom obliku, različite operacije nad tabelarnim podacima i kreiranje različitih vrsta i formi izvještaja (tabelarna forma, ciklogrami, histogrami, kumulativni prikazi...);
- ACCESS – namijenjen je za rad sa bazama podataka (kreiranje, upravljanje, ažuriranje). Omogućava korištenje automatizovane aplikacije baze podataka iz interaktivne baze podataka. U njemu je ugrađena zbirka korisnih "alatki", koje olakšavaju pravljenje pojedinih komponenti baze podataka: tabele za smještaj podataka, upiti, obrasci i izvještaji. Posebne mogućnosti softvera u oblasti automatizacije baze podataka jesu kreiranje modula i makroa;
- POLICU/GOAL PERCENTAGING – namijenjen za rješavanje problema višekriterijumskog odlučivanja;
- IFPS/Personal (Interactive Personal Financial Planning System) – namijenjen za potrebe interaktivnog finansijskog planiranja, ali omogućava primjenu i u drugim oblastima. Omogućava analizu osjetljivosti, analizu "šta – ako" i analizu dostizanja cilja;
- COAL PROGRAMING – koristi se za rješavanje problema ciljnog linearnog programiranja;
- VKR – programski paket namijenjen za rješavanje problema višekriterijumskog odlučivanja. Softver sadrži sljedeće metode: MISEL, Elektre I i II, IKOR, Promethe I, II i III, MENOR, TOPSIS;
- VP – EXPERT – namijenjen je za implementaciju ekspertnih sistema. Omogućava korištenje postojeće i pravljenje nove baze znanja;
- EXPERT CHOICE – pogodan je za rješavanje problema višeatributnog odlučivanja gdje se javlja više konfliktnih i konkurentnih kriterijuma i više alternativa. Omogućava analizu "šta – ako", analizu osjetljivosti rješenja i određivanje indeksa konzistentnosti donosioca odluke. Softver predstavlja simbiozu matematičke metode, analitičkih hijerarhijskih procesa i elemenata ekspertnog sistema u obliku generatora SPO. Može se koristiti za modeliranje i rješavanje različitih vrsta problema, kod grupnog odlučivanja i odlučivanja sa većim brojem kriterijuma i alternativa;
- MICROSOFT PROJECT – namijenjen je za planiranje, praćenje i upravljanje projektima, sa aktivnostima stohastičkog i determinističkog karaktera. Omogućava rad sa standardnim kalendarima aktivnosti i resursa i formiranje kalendara po vlastitoj želji. Pruža mogućnost rada sa ograničenjima, definisanje različitih odnosa među povezanim zadacima, zadacima koji prethode i odlaganje povezanih zadataka –

aktivnosti. Omogućava veliki broj operacija nad unijetim podacima (traženje, pretraživanje, ažuriranje, filtriranje, sortiranje) i omogućava istovremeni rad sa više projekata.

## 11. PROBLEMI PLANIRANJA

U postupku planiranja javljaju se razni problemi koji otežavaju i umanjuju tačnost i stepen detaljnosti planiranja. Osnovni od tih problema koji se i najčešće pojavljuju su:

- nedostatak informacija o parametrima planiranja. Ovo je naročita pojava u malim i srednjim poslovnim sistemima gdje su informacioni sistemi nedovoljno razvijeni i gdje nema dovoljno stručnih kadrova za planiranje;
- nedovoljna tačnost informacija bilo zbog načina prikupljanja ili zbog same prirode informacija (naprimjer za razvoj proizvodnog programa);
- nestabilnost institucionalnih okvira planiranja (o integraciji, oblicima organizovanja, mogućnosti inostranih ulaganja itd.);
- nestabilnost mjera ekonomske politike (propisi o carinama, subvencioniranju, politici cijena, amortizaciji, kreditiranju, obračunu rezultata poslovanja, zabrane investiranja itd.);
- teškoće usklađivanja zahtjeva raznih učesnika u planiranju;
- neshvatanje značaja i potrebe planiranja kao osnovne faze i instrumenta upravljanja poslovnim sistemom i
- nedostatak dovoljno stručnih kadrova za stručne poslove analiza i pripreme planskih podloga za odlučivanje.

## 12. ORGANIZACIJA PLANIRANJA

Planiranjem se bave pojedinci i organizovane grupe, a najbolje je ako se planiranje vrši timski. Poznavanje teorijskih osnova planiranja je potrebno svim subjektima upravljanja i rukovođenja. Planiranje mora biti zastupljeno u svim fazama životnog ciklusa organizacionih sistema.

Da bi se kvalitetno planiralo neophodno je poznavati teoriju planiranja, savremene metode, tehnike, softver i opremu za podršku planiranju, posao koji se planira odnosno podsisteme i procese složenog sistema, uticajne faktore i elemente situacije (u sistemu i okruženju) i njihove moguće konstalacije u predviđenoj budućnosti. Za dobro planiranje potreban je odgovarajući broj, vrsta i kvalitet podataka. Saznanja iz prakse pokazuju da se teorijske osnove planiranja moraju izučavati u većoj mjeri i više poznavati i da se planiranje ne smije posmatrati kao parcijalna rutinska djelatnost u trenutku nužnosti, već kao stalan proces kreativnog rješavanja problema. [23]

U novijoj teoriji i praksi planiranje nije dovoljno istraživano, a također ni definisano, ni sa organizacionog ni sa tehnološkog aspekta. Samim tim i mogućnosti za unapređenje planiranja su nedovoljno razmatrane u našoj teoriji i praksi. Određeni indikatori trenutnog stanja koje je, u dobroj mjeri, posljedica neadekvatnog planiranja, potrebe prakse, zahtjevi vremena i savremeni upravljački trendovi, ukazuju na potrebu da se ovaj važan segment organizacionih sistema više rasvijetli i unaprijedi, u organizacionoj i u tehnološkoj sferi. [23]

Uspješno funkcionisanje organizacije planiranja zahtijeva:

- precizno definisanje nadležnosti organa na svim nivoima rukovođenja u odnosu na izradu, usvajanje i izvršenje plana;
- adekvatan informacijski sistem (prikupljanje, obrada, prenošenje i korištenje podataka).

Organizaciju planiranja u svakom sistemu treba izgraditi tako da se na svakom hijerarhijskom nivou organizacije i upravljanja obezbijedi i funkcija planiranja što predstavlja savremeni pristup organizaciji planiranja zasnovan na teoriji planiranja na više nivoa.

### 13. LITERATURA

- [1] Mikac, T.; Blažević, D.: Planiranje i upravljanje proizvodnjom, Tehnički fakultet u Rijeci, Rijeka, 2007.
- [2] Devenport, T.H.: Process Inovation: Reengineering Work Through Information Technology, Harvard Business School Press, Boston, 1993.
- [3] Zelenović, D.: Tehnologija organizacije industrijskih sistema – preduzeća, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad, 2005.
- [4] Brdarević, S.: Organizacija proizvodnje, Mašinski fakultet u Zenici, Zenica, 1986.
- [5] Stefanović, D.; Banović, A.; Mirković, M.: Strukturna sistem analiza u kontekstu funkcije utvrđivanje međuzavisnosti sistem – okolina primenom Oracle case alata Designer 9i, INFOTEH-JAHORINA, Vol. 5, Ref. C-4, p. 175-179, March 2006.
- [6] Dvořáček, J.; Sousedíková, R.; Řepka, M.; Domaracká, L.; Barták, P.; Bartošíková, M.: Choosing a method for predicting economic performance of companies, METALURGIJA 51 (2012) 4, 525-528
- [7] Stefanović, D.; Rakić-Skoković, M.; Krsmanović, C.: Modern ICT for the resource planning in manufacturing and business, 16th International Scientific Symposium SM2011, ISBN 978-86-7233-286-5.
- [8] Uminanić, B.: Planiranje i analiza poslovanja, (predavanja, dostupna na [http://ef.untz.ba/wp-content/uploads/2016/12/PiAP\\_1\\_Uvod-u-planiranje\\_2018-2019.pdf](http://ef.untz.ba/wp-content/uploads/2016/12/PiAP_1_Uvod-u-planiranje_2018-2019.pdf), pristup 06.10.2019.)
- [9] Osmanagić-Bedenik, N.: Operativno planiranje, Školska knjiga Zagreb, Zagreb, 2002.
- [10] Vulanović, V.; Stanivuković, D.; Kamberović, B.; Raković, N.; Maksimović, R.; Radovlački, V.; Šilobad, M.: Metode i tehnike unapređenja procesa rada (statističke, inženjerske, menadžerske), III izdanje, Fakultet tehničkih nauka u Novom Sadu, Novi Sad, 2012.
- [11] William H. Miernyk, . "The Elements of Input-Output Analysis," Wholbk, Regional Research Institute, West Virginia University, (dostupno na <http://www.rri.wvu.edu/WebBook/Miernykweb/new/index.htm>, pristup 07.10.2019.)
- [12] Brody, A. and Carter, A.P., eds. 1972. *Input-Output Techniques*. Proceedings of the Fifth International Conference on Input-Output Techniques, Geneva, January, 1971. Amsterdam: North-Holland.

- [13] [https://www.menadzment.tfbor.bg.ac.rs/wp-content/uploads/2014/03/Operaciona\\_istrazivanja\\_knjiga\\_dopuna\\_2\\_mrežno\\_planiranje.pdf](https://www.menadzment.tfbor.bg.ac.rs/wp-content/uploads/2014/03/Operaciona_istrazivanja_knjiga_dopuna_2_mrežno_planiranje.pdf) (pristup 07.10.2019.)
- [14] Petrić, J.: Mrežno planiranje i upravljanje, drugo izdanje, Informator, Zagreb, 1983.
- [15] Brdarević, S.: Projektovanja fabrika, Mašinski fakultet u Zenici, Travnik 1996.
- [16] Kelley, J. E. Jr.; Walker, M. R.: Critical-Path Planning and Scheduling, Proceedings of the Eastern Joint Computer Conference, Boston, Mass, 1-3 December 1959, pp. 160-173.
- [17] Engwall, M.: PERT, Polaris, and the realities of project execution, International Journal of Managing Projects in Business, Vol. 5 No. 4, pp. 595-616. <https://doi.org/10.1108/17538371211268898>, 2012.
- [18] [http://www.efzg.unizg.hr/UserDocsImages/RAC/hpercevic/poslovno\\_planiranje/Kontrola%20izvr%C5%A1enja%20plana.pdf](http://www.efzg.unizg.hr/UserDocsImages/RAC/hpercevic/poslovno_planiranje/Kontrola%20izvr%C5%A1enja%20plana.pdf) (pristup 09.10.2019.)
- [19] [https://www.veleri.hr/files/datoteke/nastavni\\_materijali/k\\_poduzetnistvo\\_2/1-poslovni%20plan%20i%20analiza.pdf](https://www.veleri.hr/files/datoteke/nastavni_materijali/k_poduzetnistvo_2/1-poslovni%20plan%20i%20analiza.pdf) (pristup 09.10.2019.)
- [20] <https://www.datalab.hr/podrska/cesta-pitanja/> (pristup 09.10.2019.)
- [21] <http://www.efos.unios.hr/menadzment/wp-content/uploads/sites/205/2013/04/Planiranje.pdf> (pristup 09.10.2019.)
- [22] Šulová D.: Methods of planning and scheduling in enterprise information systems and their application in a production process management. Zlín, Czech Republic: Tomas Bata University in Zlín, 2009. godine
- [23] Čavlin, M.; Žugić, R.; Prebiračević, V.: Karakter planiranja kao funkcije menadžmenta, dostupno na <https://scindeks-clanci.ceon.rs/data/pdf/2217-401X/2017/2217-401X1701102C.pdf> (pristup 09.10.2019.)

## VII PRIPREMA PROIZVODNJE

### 1. UVOD

Razvoj i potrebe tržišta glavni su pokretači razvoja industrijske proizvodnje. Kroz godine, tržište je postalo toliko široko i popunjeno raznolikim proizvodima, da su kupci postali primarni faktor, koji diktira promjene na tržištu. Prema tome, tržište je neprestano podložno stalnim promjenama i od proizvodnih preduzeća traži konstantni angažman oko snabdijevanja tržišta novim proizvodima, određenog kvaliteta, u određenoj količini, dopremljeno na određeno mjesto i u određenom roku, uz prihvatljivu cijenu. Tako prevrtljivo i nestabilno tržište traži konstantno prilagođavanje proizvodnih preduzeća potrebama tržišta, što rezultira stalnim promjenama u organizacijskoj strukturi preduzeća, te zahtijeva konstantno ulaganje u razvoj novih proizvodno – tehnoloških uslova. Preduzeće koje se ne može prilagođavati zahtjevima tržišta, neće dugoročno biti konkurentno niti na tržištu, a prema tome niti u industrijskoj grani u kojoj obavlja svoje poslovanje.

Stabilnost svojeg poslovanja i konkurentnost na tržištu preduzeće može osigurati ulaganjem resursa u obliku znanja u razvoj osnovnih sektora preduzeća – nabavni, prodajni, tehnički, računovodstveni i kadrovski sektor. U jedan od odjela tehničkog sektora spada i proizvodnja. Kako bi proizvodnja realizirala svrhu svog postojanja, a to je snabdijevanje kupaca tačno onom robom koju kupac želi, na tačno utvrđenom mjestu, u predviđeno vrijeme i s određenom visinom kvalitete, potrebna je organizacija, upravljanje i kontrola iste.

### 2. PRIPREMA PROIZVODNJE – POJAM I ZADATAK

Svako proizvodno preduzeće ima svoje subjektivne ili objektivne probleme, mogućnosti, zahtjeve ili potrebe. Sektor proizvodnje, koji čini svrhu postojanja preduzeća, mora biti dobro projektiran, pripremljen, organiziran, vođen i kontroliran kako bi ispunio svoju svrhu. Općenito govoreći, kao ni svaki zadatak, posao ili poslovni proces, tako ni sam proces proizvodnje ne može garantirati svoj kontinuirani i nesmetani rad ukoliko prethodno nisu osigurani svi ulazni faktori bez kojih proizvodni proces ne može početi i nesmetano teći. Samim razvojem proizvodne industrije, neovisno o grani proizvodnje, i željom za održivošću iste, razvijena je potreba da se tokom proizvodnih procesa izvršioi proizvodnih funkcija u potpunosti oslobode ili barem djelomično rasterete pomoćnih poslova kako bi se osiguralo izvršenje zadataka prema unaprijed utvrđenom planu. Stoga je obavljanje pomoćnih poslova u tu svrhu na sebe preuzela služba pripreme proizvodnje. [1]

Osnovnim planom proizvodnje u preduzeću predviđa se [2]:

- šta treba proizvesti (program proizvodnje),

- koliko treba proizvesti (obim proizvodnje) i
- uslovi pod kojima treba proizvesti (troškovi, rokovi, iskorištenje kapaciteta i drugo).

Od ovog predviđanja do početka realizacije na radnim mjestima obrade (obradnim sistemima) treba obaviti širok i raznovrstan skup aktivnosti čije je, uobičajeno, zajedničko ime priprema proizvodnje, odnosno rada. Širina ovog pojma odnosno obuhvatnost aktivnosti koje se pod tim podrazumijevaju je različito kod različitih autora, tako da negdje obuhvata i aktivnosti koje nemaju veze sa proizvodnim procesom (odnosno osnovnim procesom rada).

Služba pripreme proizvodnje, drugim nazivom priprema proizvodnje je tehničko – ekonomska služba ili grupa službi, koja pripada tehničkom odjelu pripreme rada unutar tehničkog sektora, u kojima se zaposleni bave pripremanjem svih ulaznih elemenata neophodnih za proizvodnju, te praćenjem proizvodnje. Organizacija ove službe individualna je od preduzeća do preduzeća, no u svakom od njih ona ima iste zadatke – projektovanje tehnoloških i proizvodnih procesa (istraživanje tržišta i uslova proizvodnje, oblikovanje proizvoda, oblikovanje proizvodnje i oblikovanje humanog rada), planiranje i praćenje toka proizvodnje (razrada redoslijeda proizvodnih operacija, praćenje utroška materijala, praćenje kapaciteta proizvodnje, praćenje raspoloživosti radne snage, izrada radne dokumentacije, briga o poslovanju alata). Prema tome, služba pripreme proizvodnje dijeli se, prema podjeli zadataka, na operativnu i tehnološku pripremu proizvodnje.

Temeljna svrha postojanja službe pripreme proizvodnje je ostvarenje ekonomične i planirane proizvodnje, odnosno umanjeње gubitaka u proizvodnji na materijalu, energiji, radu i vremenu, kako bi se ostvarili ciljevi (načela) pripreme proizvodnje – proizvoditi u roku, proizvoditi kvalitetno i proizvoditi uz najmanje troškove. Ti ciljevi bit će realizirani kada preduzeće na tržište pošalje proizvod, koji će ispuniti osnovne zahtjeve potrošača – da proizvod bude funkcionalan, tehnološki, ekonomičan, eksploatibilan, regenerativan i ergonomičan. [3]

Zadatak pripreme proizvodnje sastoji se u tome da se prije početka proizvodnje ispitaju i utvrde sve okolnosti uz koje će se proizvoditi kako bi se proizvodni proces mogao odvijati normalno, bez zastoja i ekscesa i bez nepotrebnih improvizacija.

Priprema proizvodnje planira proizvodnju i unaprijed određuje sve kvantitativne, kvalitativne i vremenske odnose.

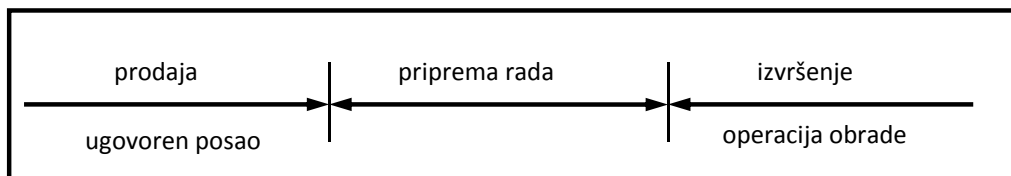
Uvođenje pripreme proizvodnje i odvajanje pripremnih poslova od neposredne izrade nastalo je na višem stepenu tehničke podjele rada i doprinijelo je povećanju proizvodnje i produktivnosti rada, ali je dovelo i do većih organizacijskih problema i potreba za višim nivoom organizovanosti. Znatno bolje se iskorištavaju mašine, ne čeka se na materijal i alate, ne čeka se na poluproizvod ili dio na montaži jer se priprema brine da se sve obezbijedi na vrijeme u potrebnim količinama i kvalitetu. [2]

## **2.1. Podjela pripreme proizvodnje**

Priprema proizvodnje dijeli se na tehnološku i operativnu pripremu proizvodnje.

Zadaci službe tehnološke pripreme proizvodnje su razrada tehnološkog procesa na temelju dokumenata i nacrtu dobivenih iz odjela konstrukcijske pripreme, te preispitivanje zahtjeva i mogućnosti operativne pripreme proizvodnje i proizvodnih pogona, kako bi oni mogli postati dio proizvodnog procesa. Razrada tehnološkog procesa podrazumijeva razmatranje

tehnoločnosti konstrukcije, određivanje broja i redoslijeda operacija, određivanje bruto količine materijala, određivanje radnih mjesta za pojedine operacije, određivanje načina i režima rada, određivanje alata, naprava i mjernih instrumenata za svaku operaciju, određivanje vremena izrade, pretkalkulacije i pismeno dokumentiranje tehnološkog procesa. Rezultat kvalitetne razrade tehnološkog procesa je tačno definiran tehnološki proces, odnosno detaljan opis izvedbe proizvodnog procesa, koji strogo propisuje načine obrade ili dorade sirovine za dobivanje gotovog proizvoda ili poluproizvoda, izvedbe radnih operacija za dobivanje novog proizvoda, nadzor nad radnim operacijama, nadzor nad poštivanjem tehničkih uvjeta i programa kod radnih operacija, te središnju kontrolu i rukovođenje svim radnim operacijama. Kvalitetno razrađen i dobro definiran tehnološki proces od ključne je važnosti za pripremu proizvodnje, kako tehnološku, tako i operativnu, jer on doprinosi propisanoj kvaliteti proizvoda i smanjenim troškovima proizvodnje. [3] Na Slici 1 prikazan je prostor pripreme proizvodnje u preduzeću.



Slika 1. Modelski prikaz prostora pripreme rada – proizvodnje [2]

### 3. TEHNOLOŠKA PRIPREMA

Aktivnosti tehnološke pripreme mogu se obavljati vremenski nezavisno od toka procesa izrade. Obim aktivnosti tehnološke pripreme ovisi od tipa proizvodnje, izvršene podjele rada u poslovnom sistemu, od toga radi li se o osvojenom proizvodu ili novom proizvodu i od širine djelatnosti poslovnog sistema. U najširem smislu tehnološka priprema obuhvata sljedeće skupine aktivnosti:

- projektovanje i konstruisanje proizvoda, tehnološke racionalizacije i rekonstrukcije odnosno sve aktivnosti tehničke prirode kojima se određuju karakteristike budućeg proizvoda;
- plan izrade, odnosno određivanje stepena obuhvatnosti izrade proizvoda i
- određivanje tehnoloških procesa, kojim se preciziraju tehnološki uslovi rada.

Težište ovih grupa aktivnosti je više na tehnici rada (konstruisanje, određivanje tehnologije) nego na organizacionoj metodici i aktivnosti. Tehnike konstruisanja proizvoda, odnosno utvrđivanja recepture (metalurgija) i projektovanje tehnoloških procesa nisu predmet izučavanja ove naučne discipline već predmet izučavanja drugih disciplina (Osnovi konstruisanja, Projektovanje tehnoloških procesa, Metalurške tehnologije itd.). Međutim u vezi konstrukcije (recepture) proizvoda i projektovanja tehnoloških procesa javljaju se bitni problemi organizacije i ekonomije, čija se rješenja znatno uslovljavaju ovim grupama aktivnosti tehnološke pripreme.

Tehnološka priprema određuje tehničke elemente i tehničke faktore na kojima počiva proizvodnja (rad). Oni mogu da se primijene u različitim kombinacijama. Svaka od mogućih kombinacija faktora konstrukcije i tehnološkog procesa ima svoj rezultat s obzirom na:

- vrstu primijenjenih sredstava rada,
- obim angažovanih sredstava u proizvodnji i



- veličinu utrošaka i troškova pri proizvodnji.

Znači da svako konstrukciono i tehnološko rješenje ima određen uticaj na uspješnost proizvodnje prije svega na produktivnost, ekonomičnost i rentabilnost. Otuda su ovi principi i principi kojima se treba rukovoditi pri tehnološkoj pripremi rada. Njihova primjena stvara određene tehničke principe. Određena konstruktivna i tehnološka rješenja imaju veći ili manji uticaj na proizvodnju i korištenje proizvoda sa stanovišta naprezanja izvršioca u procesu rada. Prema tome princip minimalnog psihofiziološkog naprezanja je princip tehnološke pripreme.

### 3.1. Projektovanje i konstruisanje proizvoda

Ova skupina aktivnosti spada u tehnološku pripremu u poslovnim sistemima kod kojih nije razvijena funkcija razvoja ili nema za to posebna organizaciona jedinica (razvoj proizvoda). Projektovanje i konstruisanje proizvoda ima svoje određene principe i zakonitosti kojima se određuju tehničke karakteristike proizvoda. Tehničke karakteristike proizvoda veoma utiču na buduću organizaciju i ekonomiju proizvodnje. Zato ih treba odmah kanalisati u smjeru olakšanja proizvodnje. U ovoj fazi tehnološke pripreme odlučuje se o bitnim elementima:

- izboru namjene i vrste proizvoda,
- određivanju tehničkih karakteristika (oblika, dimenzija, broju dijelova, kvalitetu izrade itd) i
- izboru materijala.

Pošto su ove skupine predmet izučavanja drugih nastavnih disciplina, ovdje se neće dalje obrađivati.

### 3.2. Plan izrade proizvoda

Društvena i tehnička podjela rada u savremenim uslovima je dostigla takav nivo da je velika rijetkost da se u jednom poslovnom, a posebno proizvodnom sistemu izrađuje složeni proizvod od sirovina do svih elemenata i njihove montaže u funkcionalnu strukturu. To isto vrijedi za jednopozicione proizvode, koji se izrađuju kroz više tehnoloških procesa (recimo polufabrikati od čelika se rade u procesima izrade livenog gvožđa, izrade čelika, formiranje čelika valjanjem, kovanjem i livenjem). Poslovni (proizvodni) sistemi se specijalizuju za određene dijelove proizvoda i/ili njihovu montažu u složenije funkcionalne strukture, odnosno za pojedine faze složenih tehnoloških procesa.

Izrada svih proizvoda koji imaju više od jednog dijela sastoji se od izrade dijelova i montaže tih dijelova u gotov proizvod. Zbog toga je složeni proizvod potrebno raščlaniti na sklopove, podsklopove i elemente u cilju utvrđivanja šta će se od toga raditi u posmatranom proizvodnom sistemu odnosno da se utvrdi koji elementi:

- a) skupina dijelova proizvoda koji će se u okviru razmatranog proizvodnog programa raditi od sirovina i početnih materijala najnižeg stepena prerađenosti (za proizvodno mašinstvo to su oblici dobiveni kao izlaz od metalurgije);
- b) skupina dijelova koji će se raditi od polufabrikata i dalja prerada nastaviti u posmatranom proizvodnom sistemu. To su obično dijelovi koji su djelimično prethodno oblikovani livenjam, kovanjem, izvlačenjem, lijepljenjem (kompozitni materijali) itd.;

- c) skupina dijelova koji su standardizovani, rade se za nepoznatog kupca i mogu se dobiti na tržištu i
- d) skupina nestandardnih dijelova, koje ćemo nabaviti od drugih proizvođača kroz kooperaciju sa njima.

Rješenje koje će se izabrati zavisi od više faktora od kojih su najvažniji:

- mogućnost racionalne izrade u samom proizvodnom sistemu,
- mogućnost optimalnih korištenja svojih kapaciteta,
- mogućnost nabavke elemenata, podsklopova i sklopova od drugih na tržištu,
- udaljenost isporučioaca,
- kvalitet proizvoda i cijena od mogućeg isporučioaca,
- politike razvoja preduzeća itd.

Određivanje ovih rješenja predstavlja izradu plana izrade odnosno određivanje stepena obuhvatnosti izrade. To je postupak koji se uvijek javlja kod projektovanja novih proizvodnih sistema, odnosno tehnoloških procesa novih proizvoda. Prema tome, to je stalan proces tehnološke pripreme u pojedinačnoj i maloserijskoj proizvodnji. Kod masovne i velikoserijske proizvodnje utvrđivanje plana izrade proizvoda je rjeđi posao i veoma često ga radi funkcija razvoja ako postoji u preduzeću.

### 3.3. Određivanje tehnološkog procesa

Kao što je u uvodnim poglavljima rečeno, **tehnološki proces** predstavlja skup svih obrada na predmetu obrade, koje se izvode određenim sredstvima za rad na određenom prostoru i uz određene režime obrade. Elementi tehnološkog procesa su događaji operacija i kontrole.

**Operacija** je događaj u kome se vrše fizikalne, hemijske i strukturalne promjene na predmetu rada. To su, naprimjer, zagrijavanje za plastičnu deformaciju, uzdužna obrada skidanjem strugotine, jedna provlaka na valjaoničkom stanu, drobljenje rude u aglomeraciji, pranje šećerne repe prije sječenja, bojenje namještaja itd. [4]

Operacija je jedini događaj tehnološkog i proizvodnog procesa u kojem se zaista stvara nova vrijednost. Ostali događaji ovih procesa su samo pomoćni događaji i predstavljaju izraz nemoći nauke i tehnologije da ih eliminiše boljim sredstvima za rad i boljim međusobnim povezivanjem.

**Kontrola** je događaj u kome se provjerava da li se je operacijama dobila promjena, koja se željela dobiti. To su razna mjerenja dimenzija, utvrđivanje mehaničkih i hemijskih osobina, provjera funkcionisanja, provjera međusobnog položaja dijelova u jednom proizvodu, mjerenje količine itd.

Tehnološki proces ne može da postoji zasebno nego samo u okviru proizvodnog procesa kao njegov dio. Svaki rad ima svoju tehnologiju, odnosno tehnološki proces.

Određivanje tehnološkog postupka – procesa postiže se organizacionim mjerama, kojima se obezbjeđuju najbolji rezultati, pri konkretnim tehničkim uslovima preduzeća. Ovo određivanje mora da ima određene karakteristike:

- blagovremenost, s obzirom na obaveze koje ima prema kupcima;

- preciznost, sobzirom na uslove i
- potreban stepen detaljnosti s obzirom na tip proizvodnje koji se primjenjuje.

### 3.4. Ciljevi projektovanja tehnološkog procesa

Ciljevi projektovanja tehnološkog procesa mogu biti [5]:

- uvođenje novog proizvoda u program postojećeg proizvodnog sistema. Ovo je stalan cilj kod pojedinačne i maloserijske proizvodnje;
- projektovanje u cilju racionalizacije postojeće proizvodnje. Ovo je razvojni cilj proizvodnih sistema sa višim tipovima proizvodnje i u domenu je najčešće organizacijskih jedinica razvoja;
- projektovanje u cilju izgradnje novih proizvodnih sistema.

U realizaciji ovih ciljeva postoje razlike u:

- ograničenjima koja postoje u projektovanju koja se smanjuju prema gornjoj hijerarhiji (redoslijedu),
- frekvenciji realizacije koja opada prema gornjem redoslijedu i
- broju i detaljnosti raspoloživih informacija koji opadaju prema gornjem redoslijedu.

### 3.5. Zadaci projektovanja tehnološkog procesa

Projektovanje tehnološkog procesa čini široki skup raznovrsnih aktivnosti, koje se po metodama izvršenja i redoslijedu mogu grupisati u sljedeće podskupove odnosno faze:

- analiza proizvoda,
- izbor početnog oblika – priprema,
- izbor tehnoloških baza (za mehaničke i toplotno – mehaničke procese),
- utvrđivanje tipa proizvodnje,
- definisanje vrste i redoslijeda operacija,
- definisanje vrste i redoslijeda kontrole,
- izbor mašina i postrojenja za izvršavanje operacija i kontrola,
- izbor alata, pribora, pristroja i pomagala,
- određivanje vremena potrebnog za izvršavanje operacija kontrole,
- određivanje potrebnog profila izvršilaca i
- formiranje tehnološke dokumentacije.

Za izvršavanje svakog od ovih zadataka važe određeni principi i metodologija rada.

Da bi se postavio tehnološki proces treba raspolagati sa:

- planom obuhvatnosti izrade,
- tehničkom (radioničkom) dokumentacijom proizvoda,
- pregledom raspoloživih mašina i uređaja,
- pregledom raspoloživih alata, pristroja i pomagala i
- pregledom postojećih kadrova.

Kad se prikupe ovi podaci pristupa se određivanju osnovnih elemenata tehnološkog procesa.

Tehnološki postupak je relativno stalan u serijskoj i masovnoj proizvodnji. Kad dolazi do promjena one nisu nagle i posljedica su objektivnih uslova proizvodnje, a obično se izražavaju u sljedećim vidovima:

- zamjena operacije ili skupa operacija racionalnijim (kovanje umjesto livenje i sl.),
- spajanje operacija uvođenjem novih alata ili pomagala,
- razdvajanjem operacija u cilju pojednostavljenja;
- pribavljanjem novih mašina ili rekonstrukcijom i
- promjenom materijala.

Izmjene tehnološkog procesa treba provoditi organizovano tako da se ono što se dobije u racionalizaciji ne izgubi u narušavanju organizacije. Naročito je važno da o promjenama tehnološkog procesa budu obaviješteni oni izvršioc, čiji je zadatak vezan za određeni tehnološki proces kao analitičar vremena (normirac), planer operativnog plana i rukovodilac proizvodnje. Izvođenje tehnološkog postupka prema dokumentaciji i uvođenje izmjena po određenom postupku predstavlja tehnološku disciplinu, koja je neophodan element uspjeha proizvodnog i poslovnog sistema.

Kod pojedinačne i maloserijske proizvodnje promjene tehnološkog procesa su stalne ali samo u redosljedu i broju operacija. Naime i tu se ponavljaju stalno iste operacije ali u drugom redosljedu i broju, koristi se isti alat (uz ponekad neke dopune) i iste mašine. Zato se tehnološki proces razrađuje sa manjim stepenom detaljnosti, uglavnom po fazama kao naprimjer (izrada čelične konstrukcije):

- rezanje,
- bušenje,
- sklapanje,
- zavarivanje,
- bojenje i
- montaža.

Projektovanje tehnološkog procesa zahtijeva od tehnologa poznavanje tehnoloških procesa, ekonomike proizvodnje i ukupnih mogućnosti preduzeća. U svom radu tehnolog se služi određenim sredstvima i podacima kao što su:

- kartoteka mašina i postrojenja olakšava izbor najpogodnijeg obradnog sistema za svaku operaciju. Sastoji se od mašinskih karata u kojima su naznačene glavne tehničke mogućnosti svake mašine i postrojenja, normalni učinak mašine, normalni i specijalni pribor uz mašinu i drugi podaci. Na poledini karte unose se popravci, remont i rekonstrukcije mašine;
- kartoteka opterećenja radnih mjesta koja omogućava da se vidi zauzetost radnih mjesta, olakšava ravnomjerno opterećenje kapaciteta, ustanovljenje grla proizvodnje i slično;
- plan preduzeća sa rasporedom objekata, saobraćajnica i radnih mjesta u svakom pogonu što omogućava izbor najboljeg redosljeda operacija sa stanovišta kretanja materijala i dužine transportnih puteva;
- kartoteka materijala koja mu omogućava izbor materijala po dimenzijama i drugim karakteristikama;

- katalogi proizvođača materijala, a naročito osnovnih sirovina i materijala;
- kartoteka naprava i alata koja služi da se predviđaju raspoloživi alati;
- standardi vremena proučavanje rada ili normirac tehnolog;
- razni priručnici, propisi, normogrami i slično, koji služe za razradu tehnološkog procesa, konstruisanje alata i naprava i slično i
- sređeni i ranije utvrđeni i provjereni tehnološki procesi.

Što je širi skup ovih podloga to će projektovanje moći da bude detaljnije, tačnije i produktivnije. Uočava se potreba stvaranja banaka podataka o parametrima tehnoloških procesa, ali i drugih elemenata potrebnih za njegovo projektovanje.

Tehnologija se stalno usavršava. Ranije utvrđeni procesi se poboljšavaju naučnim i tehničkim progresom. Zato tehnolozi treba da se stalno usavršavaju i prate razvoj nauke i tehnike na području tehnologije.

Od rada tehnološke pripreme veoma zavisi odvijanje proizvodnog i poslovnog procesa i njihovi efekti. Posebno ovise:

- ekonomičnost tehnoloških procesa,
- ravnomjerno opterećenje radnih mjesta,
- kretanje materijala u procesu prerade,
- racionalno korištenje mašina i postrojenja,
- racionalno korištenje alata i naprava,
- racionalno korištenje materijala i
- pravilan rad operativne pripreme i nesmetan tok proizvodnje s obzirom na tačnost podataka koji se daju u tehnološkoj razradi.

S obzirom na navedeni uticaj aktivnosti tehnološke pripreme i odgovornosti koje ima posebnu pažnju treba posvetiti izboru kadrova koji će raditi na poslovima tehnološke pripreme. Tehnolog treba dobro poznavati:

- tehnologiju prerade materijala i njegove karakteristike,
- karakteristike mašine za preradu materijala,
- stanje radnih sposobnosti mašine za preradu materijala u preduzeću,
- stručni nivo zaposlenih,
- principe ekonomike proizvodnje i strukturu troškova izrade,
- principe i metode proučavanja rada,
- sisteme mjera i tolerancije i
- tehničke karakteristike, funkcionalnost i namjenu proizvoda za koje projektuje tehnološki proces.

U svom radu tehnolozi treba da su u neposrednoj vezi sa proizvodnjom kako bi pratili i provjeravali svoj rad. Tehnolozi trebaju imati i teoretska znanja i praktična iskustva.

## 4. OPERATIVNA PRIPREMA

Služba operativne pripreme proizvodnje (u nastavku OPP), uz tehnološku pripremu proizvodnje spada u tehnički sektor, u odjel tehničke pripreme rada. Ona je najuže vezana za proizvodnju i radi isključivo na snabdijevanju proizvodnje ulaznim faktorima, organizaciji i kontroli učinka iste, radi osiguravanja neprekidnog toka proizvodnog procesa, na temelju detaljno razrađenih proizvodnih planova, odnosno detaljno razrađenog tehnološkog procesa. Prema tome, u djelokrug poslova službe OPP-a spadaju tri osnovne grupe zadataka: planiranje, organizacija i kontrola učinka proizvodnje kako bi se ispunila svrha postojanja ove službe – proizvodnja u roku, s najnižim troškovima i s najvećom kvalitetom proizvoda. [3]

### 4.1. Svrha postojanja operativne pripreme proizvodnje

Kao što je već prethodno navedeno, svrha OPP-a je kroz osnovne zadatke planiranja, praćenja i kontrole proizvodnje, proizvesti proizvod u tačno predviđenom roku, uz najmanje proizvodne troškove i uz osiguranje maksimalnog kvaliteta finalnog – izlaznog proizvoda.

Ova služba ima velik utjecaj na poštivanje rokova izvršenja proizvoda. Kako bi se rokovi ispoštovali, potrebno je da rukovodeći u ovoj službi budu maksimalno upoznati sa cjelokupnim kapacitetom proizvodnje, tj. sa kapacitetom mašina, radne snage, materijala, popunjenosti skladišta proizvodima iz prethodnih proizvodnih serija. Međutim, cijeli utjecaj nije isključivo u rukama službe OPP-a. Izvršenje rokova ovisi i o pravilnom radu ostalih tehničkih odjela u preduzeću, koji svojim djelovanjem utiču na rad službe OPP-a. Tako zakašnjelo djelovanje ostalih odjela u pogledu zakašnjele izrade projekata, izrade konstrukcijskih nacrti, dovršenja laboratorijskih ispitivanja, nabave potrebnog materijala, ispravnosti mašina i uređaja, funkcioniranja energenata, izrade specijalnih alata i dr. direktno utiče na zakašnjenje dovršenja proizvoda, odnosno proizvodnog procesa u predviđenom roku. Prema tome, i u ovom slučaju veoma važnu ulogu imaju kompetencije rukovodećih i ostalih zaposlenika ove službe, jer samo njihovim znanjem i iskustvom moguće je na vrijeme primijetiti postojeće probleme i pokrenuti vanredne radnje u cilju izvršenja rokova. Takve radnje obično uključuju skraćenje pojedinih faza izrade proizvoda, potpuno izostavljanje faza koje nisu neophodne ili još nisu započete.

Operativna priprema proizvodnje ima dvostrani uticaj na troškove proizvodnje. S jedne strane, ova služba ne može tokom proizvodnih procesa vršiti uštede jer je utrošak svih ulaznih elemenata (misleći na ulazne materijale, alate, energente, raspoloživu radnu snagu) djelimično predvidiv i nemoguće ga je sa 100 – postotnom sigurnošću odrediti. Razlog su izvanredne situacije, koje su rezultat nepravilnog rada ostalih tehničkih odjela u preduzeću i nepravovremeno uočavanje problema u proizvodnim procesima od strane rukovodilaca ove službe. Sve navedeno usporava pojedine proizvodne procese ili ih u potpunosti zaustavlja, što direktno utiče na stvaranje proizvodnih troškova. S druge strane, OPP ima uticaj na troškove proizvodnje u pogledu pravilno raspoređenih radnih operacija i kontrole kapaciteta skladišta. Nepravilan raspored radnih operacija može stvoriti međufazne zastoje i posljedično nedovršenu proizvodnju po radnim mjestima ili velike zalihe nedovršenih poluproizvoda u skladištima. Nedovoljna kontrola kapaciteta skladišta može dovesti do zasićenja skladišta prevelikom količinom proizvoda koje još nisu našle svoj put na tržište, što utječe na povećanje troškova skladištenja.

Uticaj na kvalitet također je dvostran. Naime, predviđeni kvalitet proizvoda unaprijed je propisan tehnološkom dokumentacijom, koju služba za konstrukcijsku pripremu proizvodnje šalje tehnološkoj pripremi proizvodnje. Tako da s te strane služba OPP-a nema nikakav uticaj. Poslovi

koje služba OPP-a organizira, mogu izravno utjecati na kvalitet konačnih proizvoda. Ukoliko ova služba ne osigura kompetentan kadar zaposlenika za specijalno precizne poslove, kapacitete u određenim vremenima, kvalitetan i ispravan alat, potrebnu dokumentaciju, ako ne izradi potrebne normative i specifikacije materijala, pravovremeno nabavi određene materijale propisane kvalitete i surađuje s kooperantima, izrada kvalitetnog konačnog proizvoda bit će otežana i upitna. [3]

#### 4.2. Aktivnosti operativne pripreme i saradnja sa drugim funkcijama – sektorima

Aktivnosti organizacione pripreme, odnosno operativne, vremenski su neposredno vezane za izvođenje tehnološkog procesa. Operativna priprema obuhvata sljedeće skupine aktivnosti:

- operativno planiranje,
- administrativno sprovođenje operativnog plana koje se svodi na izradu radne dokumentacije;
- lansiranje i
- obezbjeđenje radnih mjesta izrade alatima, materijalima, energijom i drugim potrebnim elementima.

Kako je današnje tržište svakodnevno podložno promjenama, tako i svako preduzeće mora biti dovoljno fleksibilno da bi se prilagodilo tim promjenama. No, to nije moguće ukoliko nije dobro razvijena komunikacija među svim sektorima u preduzeću, odnosno kako bi se proizvodnja u preduzeću mogla prilagoditi neočekivanim situacijama na tržištu, služba OPP-a svakodnevno surađuje s ostalim sektorima u preduzeću.

U pogledu saradnje među sektorima, služba OPP-a najuže surađuje sa **sektorom prodaje**. Kako OPP može najtačnije odrediti rokove izrade gotovih proizvoda i realne proizvodne kapacitete, smatra se da je ista odgovorna za lansiranje gotovih proizvoda na tržište. U slučajevima kada dovršenje gotovih proizvoda i njihovo lansiranje na tržište nije moguće radi neispravnih nacrti iz konstrukcijskog ureda, radi nedovoljno razrađenog tehnološkog procesa, nepravovremene dopreme sirovina, poluproizvoda ili alata u proizvodnju, kvarova na mašinama, nedostatka energenata ili dopreme nekvalitetne sirovine u proizvodnju, služba za OPP snosi najveću odgovornost, nezavisno o stvarnim krivicima.

Saradnja sa **sektorom nabave** je česta i vrlo važna, posebno iz razloga nestabilnosti na tržištu sirovina. Sektor nabave mora primiti od OPP-a što tačnije informacije o specifikaciji materijala (sirovina) koje se naručuju, njenoj količini i tačnom roku dopreme u proizvodnju, kako bi se izbjegli zastoji u proizvodnji radi nepravovremene dopreme materijala, premale količine ili razlike u kvaliteti dopremljenog materijala. Saradnja ovih službi posebno je važna ukoliko se kod izrade gotovih proizvoda kao ugradbeni materijal koristi više sirovina specifičnog kvaliteta i kvantiteta. S druge pak strane, njihova saradnja je od velike važnosti radi efikasnog rješavanja problema zaliha. Iako **upravljanje zalihama** spada u domenu sektora nabave, konačne odluke koje dolaze od službe OPP-a oko nabave potrebne količine sirovina i poluproizvoda za proizvodnju, direktno utiču na zalihe istih u skladištima. Stoga je potreban poseban angažman rukovodećih u službi OPP-a kako prevelike količine naručenih sirovina i poluproizvoda ne bi stvarale nepotrebne finansijske izdatke u skladištima.

Saradnja sa **sektorom računovodstva** je relativno jednostavna. Razlog tome je što služba OPP-a svu radnu dokumentaciju vezanu za započinjanje rada u proizvodnji, izuzimanje sirovina i alata iz skladišta te radne naloge šalje u računovodstvo, koje na temelju istih radi konačni obračun potrošnje i obračun plaća zaposlenicima.

Posebne saradnje s uredima zaduženima za oblikovanje (projektni, konstrukcijski, istraživački, laboratorij, kreatorski ured) nema nakon trenutka izdavanja njihove dokumentacije u proizvodne pogone. Izuzeci mogu nastati kada služba OPP-a predloži izmjene u osnovnoj dokumentaciji koje su izdali uredi za oblikovanje, u slučajevima kada smatra da bi izmjene dovele do veće ekonomičnosti ili pojednostavljenja poslovanja preduzeća.

Sa službom **tehnološke pripreme** proizvodnje saradnja je slična kao i sa konstrukcijskim uredima. Nakon izdavanja tehnološke dokumentacije OPP-u, saradnja ovih dviju službi nestaje do trenutka bilo kakve promjene u tehnološkom procesu (promjena sredstava za rad, norme i dr.). Tada tehnološka priprema proizvodnje mora pravovremeno obavijestiti OPP o nastalim promjenama, kako bi se iste mogle početi provoditi već u idućoj proizvodnoj seriji. OPP i ovdje ima mogućnosti i dužnost predložiti promjene tehnološkoj pripremi proizvodnje, ukoliko se smatra da bi iste dovele do ekonomičnosti ili pojednostavljenja poslovanja preduzeća i uspješnosti poslovanja. Isto se dešava koliko smatra da izmjene koje je naredila tehnološka priprema proizvodnje nije moguće realizirati radi nemogućnosti nabave potrebnog alata ili materijala navedene kvalitete ili kvantitete; ili radi nemogućnosti nabave potrebnih ulaznih resursa u predviđenom roku da bi se nova serija proizvodnje pokrenula pravovremeno.

Saradnja sa **sektorom kontrole kvalitete** odvija se u slučaju nastanka loših proizvoda u proizvodnim procesima. U tom slučaju, u saradnju se uključuju i tehnološka priprema proizvodnje, konstrukcijski ured i ostale službe i stručnjaci radi utvrđivanja razloga nastanka loših proizvoda. Na temelju procjene OPP-a oko toga je li konstrukcijski izvedivo popraviti loše proizvode, te količini dodatnog vremena, novih uloženih materijala, energenata i ljudskog rada potrebnih za popravak istih, donosi se zajednička odluka je li popravak istih finansijski isplativ i opravdan.

**Alatnica** i OPP tijesno saraduju kada je radi nove dokumentacije iz tehnološke pripreme proizvodnje potrebno izraditi novi alat ili mašinu, koji uskoro moraju krenuti u proizvodnju, u slučajevima nastanka kvara već montiranih i „uhodanih“ mašina u proizvodnji, te u slučaju potrebe za nabavom novih mašina.

Saradnja s proizvodnim jedinicama je neophodna, jer svaka radna operacija počinje na temelju dokumentacije koja je zaprimljena iz OPP-a, odnosno na temelju izdanih radnih naloga. Isto tako, služba OPP-a je prvo mjesto na kojem se prijavljuju nastali problemi u proizvodnji i koja je prva dužna iste i pokušati riješiti.

Iznimne saradnje OPP obavlja preko tehnološke pripreme proizvodnje. Ovakve saradnje nastaju u slučaju nepredvidivih događaja – naglo povećanje obima proizvodnje, nedovoljan broj radnika s obzirom na iznenadni porast proizvodnje ili nedostatak radnika uslijed korištenja bolovanja ili otkaza, a što nije bilo moguće predvidjeti prilikom planiranja proizvodnje. [3]

### 4.3. Operativno planiranje

#### 4.3.1. Zadaci operativnog planiranja

Rezultati proizvodnje zavise od operativnog planiranja više od bilo kog drugog instrumenta za vođenje proizvodnje. Međutim, mali je broj preduzeća u kojima se operativno planiranje sistematski postavlja, a još manji onih u kojima se ono dosljedno provodi. Jedan od bitnih faktora za sprovođenje operativnog plana je radna disciplina, a ona često nije na zadovoljavajućem nivou. Dalje, operativno planiranje je vrlo složen postupak. Također za



kvalitetno operativno planiranje trebaju kvalitetne podloge (informacije, standardi faktora proizvodnje) kojih nema u velikom broju poslovnih sistema. Da bi bilo uspješno mora da se:

- odabere odgovarajuća metoda planiranja za postojeći tip proizvodnje;
- tačno definiše postupak planiranja,
- preciziraju instrumenti na kojima počiva plan,
- odabrati odgovarajuću terminsku jedinicu,
- raspolagati standardima osnovnih faktora proizvodnje i
- raspolagati najnovijim informacijama o značajnim parametrima sistema i njegovog okruženja.

Dobro postavljen operativni plan utvrđuje za određeni planski period slijedeće:

- koje operacije, dijelove i proizvode treba u planskom periodu uraditi i sa kojim vremenskim trajanjem;
- koje operacije treba izvršiti na svakom radnom mjestu;
- kojim redom i
- kolikim trajanjem.

Plan je dobro postavljen ako su sva radna mjesta potpuno opterećena, ako su proizvodni radnici normalno zaposleni, ako nema čekanja i drugih smetnji.

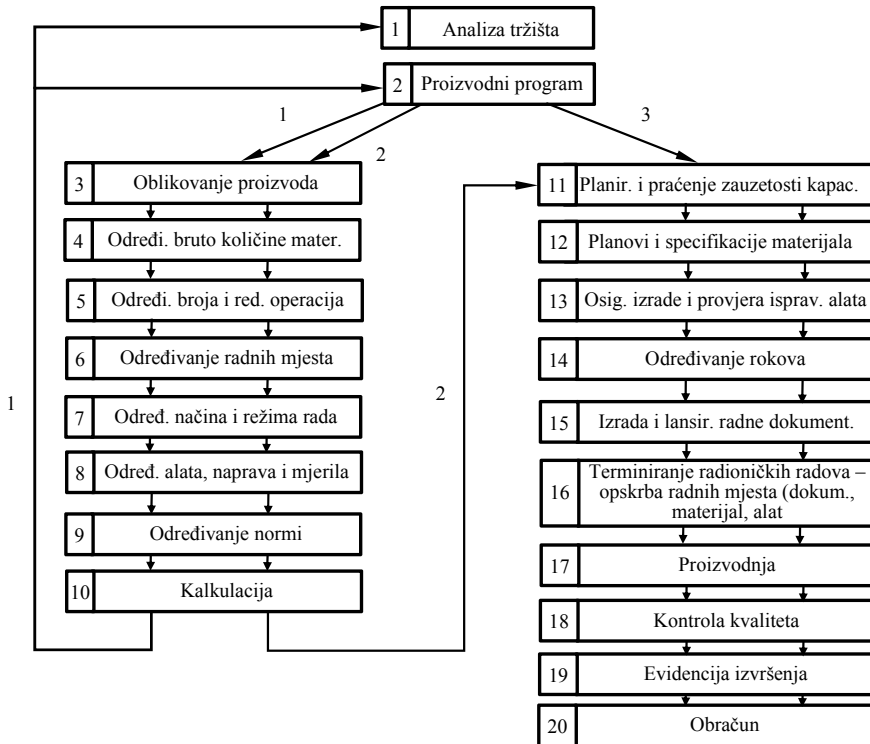
Kod masovne proizvodnje ovo se postiže lakše jer jedan proizvod stalno prolazi kroz radna mjesta čiji su kapaciteti usklađeni. Dovoljno je operativnim planom precizirati ritam ulaska materijala na prvu fazu i ritam izlaska gotovog proizvoda.

Kod pojedinačne proizvodnje teško se postiže usklađenost svih faktora proizvodnje jer su uglavnom promjenjivi i teško ih je precizirati za duži period.

U operativnom planiranju najdalje se došlo kod serijske proizvodnje. Zato zaključci koji se mogu donijeti za metodologiju planiranja serijske proizvodnje i instrumenti koji su neophodni za njeno planiranje mogu da posluže i za planiranje masovne i pojedinačne proizvodnje uz izvjesne izmjene.

Razlika u zadacima OPP-a nastaje ukoliko se na temelju novog tehnološkog postupka kreće u proizvodnju novog proizvoda ili ako se proizvodi već usvojeni proizvod. Ta razlika zadataka shematski je prikazana na Slici 2.

Prema Slici 2. vidljivo je da ukoliko se preduzeće odluči na proizvodnju novog proizvoda, na osnovu analize tržišta, stvara se program proizvodnje za novi proizvod. Program proizvodnje podrazumijeva oblikovanje novog proizvoda i razradu svih faza od 4-10, koje će rezultirati konačnom kalkulacijom i pokazati da li je isplativo proizvoditi novi proizvod. Ako se pokaže finansijska isplativost proizvodnje novog proizvoda, kreće se u razradu faza od 11-20 i počinje proizvodnja. Ako se pak radi o proizvodnji već postojećeg proizvoda, faze od 3-10 se isključuju i razrađuju se samo faze od 11-20. Najveća uloga pripreme proizvodnje uočava se u fazama od 3-10, 11-15, 16 i 19. [3]



Slika 2. Shematski prikaz podjele zadatka prilikom razvoja proizvodnog programa [3]

#### 4.3.2. Utvrđivanje operativnog planskog perioda

Prvi problem koji treba riješiti kod operativnog planiranja je izbor perioda za koji se radi operativni plan. To nije problem koji se može uniformno i šablonski riješiti za sve vrste preduzeća. Načelno posmatrano, dobro je da je planski period što duži, jer će na osnovu predviđanja proizvodnje za duži period i ostale funkcije (odnosno organizacione jedinice) u preduzeću moći bolje da se organizuju i da postignu stabilniji tok, a organi upravljanja i poslovodni organi će moći da vode dosljednu i dalekovidniju poslovnu politiku. Međutim, ne treba insistirati na što dužem operativnom planskom periodu. On treba da bude što duži uz uslov da je realan, da ne bi nastala potreba za izmjenama plana tokom njegovog izvršenja. Može se desiti da, zbog dugog perioda, predviđanja (kao plan opterećenja kapaciteta) ne budu dovoljno precizan pa da se pojave preopterećenja kapaciteta i nemogućnost ispunjenja ugovorenih rokova ili da dio kapaciteta ostane nezauzet.

Planovi proizvodnje izrađuju se za različite vremenske intervale. Prema tome, oni se dijele na:

- perspektivne planove proizvodnje,
- osnovne (godišnje) planove proizvodnje,
- tromjesečne (kvartalne) planove proizvodnje,
- operativne (mjesecne) planove proizvodnje i
- termske (sedmične) planove proizvodnje.

Perspektivni plan proizvodnje obuhvaća planiranje proizvodnje za razdoblje od 3 i više godina unaprijed. Njime se razrađuju osnove razvoja organizacije u obliku razvoja novih tehnoloških postupaka, razvoja novih proizvoda, razvoja preduzeća i investiranja. Ovaj plan ne izrađuje OPP. Naravno da je u današnjim uslovima privređivanja i otvorenog tržišta jako teško napraviti plan za ovako dug period, ukoliko nemate ugovorene obaveze ili ne radite za jednog kupca.

Osnovni (godišnji) plan proizvodnje sastavlja se radi planiranja proizvodnje za godinu dana unaprijed. U njemu su navedene grupe proizvoda ili proizvodi po asortimanu i količinama te se njime definira, koji će se proizvodi proizvoditi i u kojim količinama za svaki mjesec u toku radne godine (koja se ne mora poklapati sa kalendarskom godinom). Ovaj plan, u osnovi, dijeli se na tromjesečne i mjesečne. Za njegovu izradu neophodna je saradnja službe OPP-a i sektora prodaje, radi detaljnog uviđaja u dinamiku isporuke po mjesecima ili čak i tjednima. Zbog toga se često naziva i dinamičkim godišnjim planom proizvodnje. Kako bi se mogao pravovremeno stvoriti godišnji plan proizvodnje, sektor prodaje mora najmanje mjesec dana prije izrade istog, OPP-u dostaviti svoj godišnji plan prodaje. No, kako su promjene koje dolaze sa tržišta česte, proizvodna preduzeća su primorana vršiti promjene u proizvodnji radi prilagodbe potrebama tržišta, te se kao rezultat toga moraju mijenjati i godišnji planovi proizvodnje. Stoga OPP i sektor prodaje mogu stvarati klizne dinamičke planove. U kliznim dinamičkim planovima preklapaju se plansko razdoblje pokriveno ugovorima prodaje i razdoblje u kojem je vjerojatna realizacija kontakata prodaje i kupca (Slika 3.), prema kojima OPP i rukovodioci pogona dobivaju dovoljno raspoloživog vremena s unaprijed određenim proizvodnim programom za bilo kakve promjene i prilagodbe u proizvodnji. Kada se proizvodnja vrši prema kliznom dinamičkom planu proizvodnje, tada nije potrebno stvarati tromjesečne planove proizvodnje.

Ciklusi izrade novog plana	TEKUĆA GODINA												IDUĆA GODINA			
	Jan	Feb	Mart	Apr	Maj	Jun	Juli	Avg	Sep	Okt	Nov	Dec	Jan	Feb	Mart	Apr
1.	A			B												
2.	K		A			B										
3.							A		B							
4.									A		B					
5.													A			
6.																A

- = Vremenski interval (A) tačno određenog (ugovorenog) plana proizvodnje
- = Vremenski interval (B) vjerovatno ugovorenog plana proizvodnje
- K** = Vremenski interval klizanja, tj. ponovne izrade plana

Slika 3. Primjer kliznog dinamičkog plana proizvodnje [6]

Operativni (mjesečni) planovi proizvodnje stvaraju se radi planiranja proizvodnje za mjesec dana unaprijed, u toku tekućeg mjeseca. Ovim planom utvrđuje se, koji će se proizvodi proizvoditi i u kojim količinama, služi za osiguravanje sirovina, alata, kapaciteta mašina i ljudi,

određuje potreban broj smjena, produženi rad radnika u proizvodnim pogonima, služi za pripremu i lansiranje radne dokumentacije u proizvodnju. Prema tome, mjesečni planovi služe za planiranje i praćenje kapaciteta proizvodnje, planiranje i osiguravanje predmeta rada i planiranje fonda radnog vremena. Za pravovremeno stvaranje mjesečnih planova proizvodnje, sektor prodaje mora službi OPP-a dostaviti svoj mjesečni plan prodaje najmanje 5 dana prije početka izrade mjesečnog plana proizvodnje.

Terminski (sedmični) planovi proizvodnje, često se u praksi nazivaju i fino planiranje ili fino terminiranje i dio su operativnog plana proizvodnje. Njime je definisan redosljed smjenjivanja radnih naloga na radnim mjestima, odnosno oni definiraju svaku radnu operaciju za svaki pojedinačni proizvod koji se izrađuje, svako radno mjesto i svakog izvršitelja. [3]

Kod raznih preduzeća dužine operativnog planskog perioda će biti različite. Brodogradilišta i građevinska preduzeća mogu da imaju znatno duži period od preduzeća koja proizvode naprimjer metalnu galanteriju. Preduzeća sa masovnom proizvodnjom neće imati nikakvih teškoća ako postave duži operativni planski period (naprimjer mjesec dana) jer imaju jednostavan asortiman, kapaciteti radnih mjesta su usklađeni, ustaljen ritam proizvodnje i slično. Preduzeća metaloprerađivačke industrije, naročito sitnoserijske proizvodnje i širokog asortimana, obično imaju problema da izvrše plan postavljen za mjesec dana unaprijed.

Ako se izabere prekratak period operativnog plana onda će nas nepredviđene pojave prisiliti da prebacujemo zadatke iz jednog plana u drugi. Time se gubi prednost preciznosti planiranja koja se želi dobiti.

U svakom slučaju ne treba ići sa planskim periodom ispod jedne sedmice, jer ostale funkcije ne bi mogle da imaju nikakvu orijentaciju za svoj rad.

$$1 \text{ godina} > t_{op} > 1 \text{ sedmica}$$

Uglavnom, može se reći da dužina operativnog planskog perioda ovisi najviše od sljedećih faktora:

- proizvodnog programa i asortimana,
- tipa proizvodnje,
- stanja na tržištu materijala i
- preciznosti planskih podloga.

#### 4.3.3. Sadržaj operativnog plana

Operativnim planom se vrši razrada osnovnog plana i njegova korekcija uslijed promjena i uticaja koji su nastali od vremena izrade osnovnog plana. Ti uticaji mogu da budu veoma različiti:

- promjene na tržištu gotove robe,
- promjene na tržištu materijala,
- promjene u stanju proizvodnih kapaciteta,
- promjene u pogledu kadrova,
- nepredviđene atmosferske prilike (recimo za montažu vani) i
- nedovoljno tačan račun u osnovnom planu jer se radi sa prosječnim veličinama itd.

Sve ove promjene operativna priprema usklađuje i usmjerava kako bi se izvršio osnovni plan.

Operativni plan treba da obuhvati sva radna mjesta u radionicama i sve operacije, dijelove i proizvode koji treba da se rade na tim radnim mjestima. Operativni plan dalje treba da precizira:

- koje su to operacije, dijelovi i proizvodi koji će se raditi u planskom periodu i
- kojim redom treba da uđu u rad svaka operacija, dio ili proizvod.

Pri utvrđivanju sadržine operativnog plana za konkretni period planer mora da se rukovodi sljedećim elementima:

- obaveze prema kupcima,
- potreba za što potpunijim korištenjem kapaciteta i
- održanje kontinuiteta rada na započetim poslovima.

Najznačajniji momenat, kojim se planer rukovodi pri izboru poslova za naredni planski period, su obaveze preduzeća prema kupcima. Svi poslovi, koje treba završiti da bi preduzeće ispunilo svoje obaveze prema kupcima, u tom periodu, ulaze u plan. Od ovih nisu ništa manje važni poslovi, koje je neophodno započeti da bi se na vrijeme mogla izvršiti ugovorna obaveza, čiji rok pada u neki od narednih operativnih planskih perioda.

U slučaju da sa navedenim obavezama preduzeća nisu potpuno opterećeni kapaciteti, planer će da predvidi izvršenje poslova za koje su zaključeni ugovori, a rok izvršenja pada u neki naredni planski period. Ovim će preduzeće povećati svoje zalihe dijelova i poluproizvoda, ali će ravnomjernije koristiti svoje kapacitete i priprema se za kasniji period. Naravno da kod ovakvog rješenja treba voditi računa o ograničenjima u vidu veličine skladišta, koja mogu da prime određene količine robe i u vidu raspoloživih obrtnih sredstava.

Na ovaj način bi bio popunjen sadržaj operativnog plana. Međutim, obično u svakom kapacitetu postoje poslovi koji su u toku, odnosno nezavršeni iz prethodnog perioda. Jedan od principa upravljanjem kapacitetima odnosno proizvodnjom je princip kontinuiteta. Po njemu se jednom započeti posao ne prekida do njegovog završetka. Zato na svim poslovima (proizvodima), koji su se krajem tekućeg planskog zatekli u radu, treba nastaviti rad. Naime za njih je već izvršena priprema i ako bi ih prekidalu treba vršiti novu pripremu. Osim toga, uklanjanje nedovršenih proizvoda dezorganizuje rad, zakrčuje proizvodne prostore, izaziva gubljenje proizvoda, dovodi do zastoja što sve smanjuje produktivnost i ekonomičnost. Prema tome, nedovršena proizvodnja treba da se unese u operativni plan i ima prvenstvo nad novim poslovima.

#### **4.3.4. Priprema za izradu operativnog plana**

Od operativnog plana traži se velika preciznost u pogledu utvrđivanja rokova početka i završetka svakog posla. Da bi se obezbijedila disciplina pri provođenju operativnog plana potrebno je da on počiva na sigurnim elementima. Drugim rječima, potrebno je prije pristupanja izradi plana izvršiti pripremu i provjeravanje sljedećih elemenata:

- stanje izvršenja poslova u toku,
- stanje ugovaranja novih poslova,
- stanje materijala za izradu na zalihima,
- stanje i raspoloživost kapaciteta,
- zalihe alata i stanje pribora,
- stanje sa kadrovima,

- stanje normi rada i njihova pripremljenost za korištenje pri operativnom planiranju i
- nivo razrađenosti tehnološke dokumentacije.

Izrada operativnog plana počinje nekoliko dana prije njegove realizacije (često deset dana ranije ako je period planiranja mjesec dana). Zato je potrebno steći uvid u nivo dovršenosti proizvoda koji su u procesu proizvodnje i napraviti procjenu, odnosno proračun mogućnosti njihovog završetka do početka realizacije novog plana. To se vrši na osnovu informacije o istim elementima koji se utvrđuju za novi plan. Ovdje se treba čuvati, naročito u pojedinačnoj proizvodnji, nerealnih obećanja neposrednih organizatora procesa rada i njihove želje da imaju što manje nezavršenih naloga i što veći prebačaj norme. Posljedica je da "predati" proizvodi budu u proizvodnim prostorima i nekoliko prvih dana novog perioda.

Stanje ugovorenih poslova treba provjeriti i ne stavljati u plan ništa što nije sigurno ugovoreno i potpuno raščišćeno. Dešava se da prodaja insistira da se u plan uključe i poslovi koji će se tek ugovoriti da bi tako izgledalo da su kapaciteti pokriveni.

U plan treba unijeti samo one proizvode i dijelove za koje materijal već postoji na skladištu. Zato treba dobiti uvid u stanje materijala na skladištu. Ne treba praviti grešku pa unositi u plan proizvode za koje će materijal da stigne u toku planskog perioda. Na tome često insistira nabava da bi izgledalo da su kapaciteti pokriveni materijalom. Ako se iz bilo kojeg razloga desi da ovaj materijal ne dođe na vrijeme (a razloga može biti dosta) onda se moraju vršiti izmjene što dovodi do poremećaja u proizvodnom procesu.

Prije pristupanja izradi plana treba utvrditi stanje mašina:

- stanje radnih karakteristika,
- koje će mašine u remont i
- hoće li se neke od njih isključivati iz pogona.

Često se kao dodatak operativnom planu proizvodnje dodaje plan održavanja ili njegovi elementi, koji utiču na veličinu raspoloživih kapaciteta u planskom periodu. Kod izvjesnih vrsta djelatnosti pitanje alata i pribora presudno utiče na izvršenje plana. To je naročito prisutno u preduzećima mašinogradnje koje u jedom mjesecu mogu da izvršavaju nekoliko hiljada vrsta operacija. Također i u valjaonicama gdje se bez pripremljenih valjaka i armature ne može ni zamisliti rad. Znači da treba obezbijediti veoma mnogo vrsta alata, često specijalnih. Ako se za neku operaciju utvrdi da nema alata ili da je neispravan, kad je već materijal stigao na radno mjesto, onda je već kasno da se materijal povlači po proizvodnom prostoru, vraća u skladište pri čemu može da se ošteti ili izgubi. Da bi se to izbjeglo mora se utvrditi stanje zaliha alata i plan treba unijeti samo u one poslove koji su obezbijeđeni potrebnim alatom i priborom.

Da bi operativni plan mogao da bude vremenska slika odvijanja procesa proizvodnje treba da bude zasnovan na normativima vremena. Samo na osnovu dovoljno tačnih i razrađenih normativa vremena mogu da se odrede:

- rokovi početka i završetka pojedinih poslova,
- ciklusi proizvodnje po dijelovima i sklopovima,
- opterećenje pojedinih kapaciteta itd.

Ciklus proizvodnje jednog dijela označava vrijeme trajanja procesa od početka prve operacije na prvom komadu do posljednje operacije na posljednjem dijelu serije. Kod serijske proizvodnje ciklus proizvodnje zavisi od:

- normativa vremena za svaku operaciju,
- od veličine serije  $i$
- načina kretanja serije.

Ciklus proizvodnje nije zbir vremena trajanja svih operacija:

- zato što se u proizvodnom procesu javljaju i drugi događaji i
- jer se iste operacije rade istovremeno na više radnih mjesta.

#### 4.3.5. Ciklusi proizvodnje

Pri izradi operativnog plana rješava se na koji će se način kretati proizvodi kroz proizvodni sistem. Ako se radi o serijskoj proizvodnji onda postoje tri načina kretanja dijelova proizvoda, odnosno serije:

- postupno – redno kretanje serije,
- paralelno kretanje serije  $i$
- kombinovano kretanje.

Ciklusi proizvodnje su za svaki od njih različiti.

**Postupno – redno kretanje serije** je takvo kretanje predmeta rada kod kojeg se završi operacija (ili više njih) na svim elementima serije na jednom radnom mjestu (obradnom sistemu), pa se onda čitava serija prenosi na drugo radno mjesto po redoslijedu odvijanja tehnološkog procesa, Slika 4. Osnovne karakteristike postupnog kretanja serije su jednostavno planiranje, relativno jednostavna kontrola procesa i velika dužina ciklusa proizvodnje koja je data izrazom:

$$T_R = n \cdot \sum_{i=1}^m t_{ii} + \sum_{j=1}^{m-1} t_{mcj} \quad \dots(1)$$

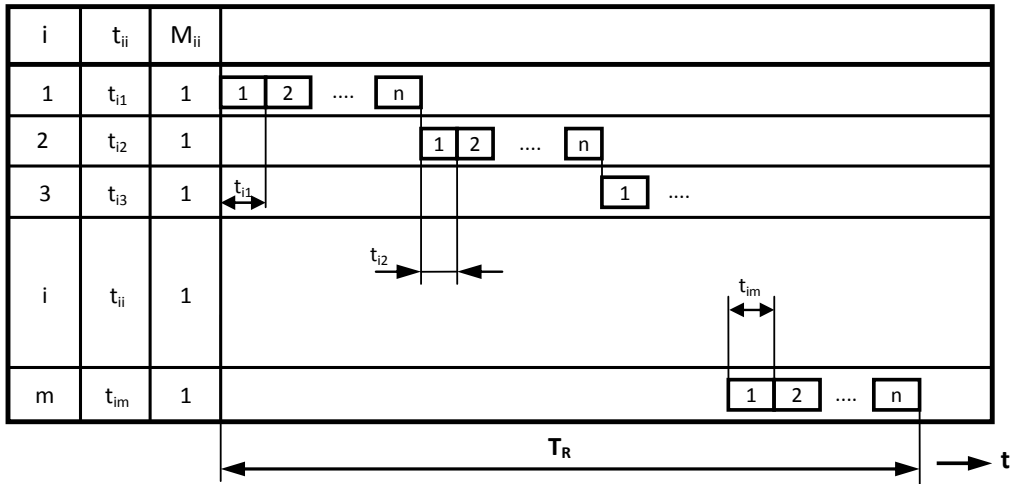
gdje je:

- $t_{ii}$  – vrijeme trajanja  $i$ -te operacije,
- $t_{mcj}$  – vrijeme trajanja međuciklusa između operacija,
- $n$  – broj proizvoda u seriji,
- $m$  – broj operacija ili različitih obradnih sistema,
- $i = 1, 2, \dots, m$ .

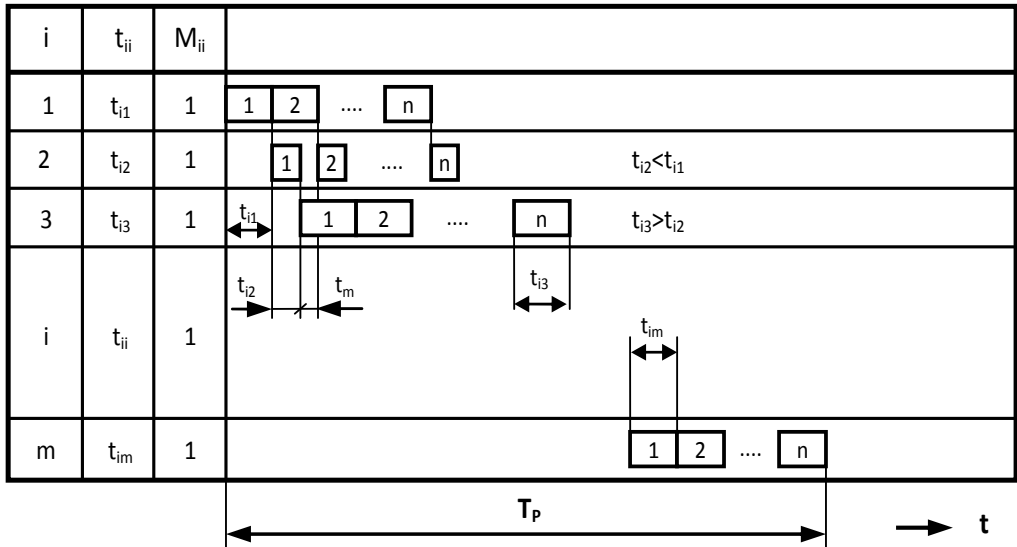
**Paralelno kretanje serije** je takvo kretanje predmeta rada kod kojeg se poslije završetka jedne operacije (ili više njih) na jednom radnom mjestu na jednom obratku ovaj prenosi na drugo radno mjesto. Dakle, ne čeka se obrada svih elemenata serije kao kod postupnog kretanja, Slika 5. Osnovne karakteristike paralelnog kretanja serije su složenije planiranje i neposredno upravljanje procesom (naročito unutrašnjim transportom); pojava čekanja predmeta rada (za  $t_{i+1} > t_i$ ) ili radnog mjesta (za  $t_{i+1} < t_i$ ) i manja dužina ciklusa proizvodnje koja je data izrazom:

$$T_P = \sum_{i=1}^m t_{ii} + (n - 1) \cdot t_{imax} + \sum_{j=1}^{m-1} t_{mcj} \quad \dots(2)$$

$t_{imax}$  – vrijeme najduže operacije odnosno obrade na jednom radnom mjestu.



Slika 4. Šematski prikaz postupnog (rednog) kretanja serije [1,4]



Slika 5. Šematski prikaz paralelnog kretanja serije [1,4]

**Kombinovano kretanje serije** predstavlja kombinaciju postupnog i paralelnog kretanja kojom se uklanjaju čekanja predmeta rada i obradnog sistema. Ovaj način kretanja predmeta rada sa operacije na operaciju riješava problem postepenog načina kretanja (dužinu trajanja ciklusa) i paralelnog načina kretanja (stepen iskorištenja mašina). U slučaju iste ili veće dužine trajanja naredne operacije obrada se izvodi po paralelnom načinu kretanja. Kada je u pitanju kraća dužina trajanja naredne operacije ( $t_2 < t_1$ ) dolazi do zastoja – čekanja ( $t_m$ ), koji dovodi do slabijeg iskorištenja mašine za operaciju 2 (Slika 5.). Da bi se riješio ovaj problem pomjeren je početak rada na operaciji 2, u odnosu na paralelan način kretanja, za vrijeme ( $\tau$ ) koje je izabrano tako da se druga operacija na posljednjem komadu počinje raditi po završetku posljednjeg komada na prvoj operaciji. Prikaz ovog načina kretanja dat je na Slici 6.



Dakle, može se zaključiti, ukoliko je vrijeme trajanja naredne operacije kraće od vremena trajanja prethodne operacije obrada se izvodi tako što se posljednji komad naredne operacije počinje obrađivati upravo po završetku posljednjeg komada na prethodnoj operaciji. Obrada ostalih komada na narednoj operaciji vrši se bez prekida čime se međuvremena ( $t_{im}$ ) slažu u jedno vrijeme ( $\tau$ ). U ovom vremenu sredstva rada (mašina) može se koristiti za obradu druge serije predmeta rada čime se dobiva maksimalno vremensko iskorištenje sredstava rada (mašina).

Ciklus proizvodnje kod ovog načina kretanja (prema 1) poslije operacije sa  $t_{imax}$  izračunavamo prema izrazu:

$$T_K = \sum_{i=1}^m t_{ii} + (n - 1) \cdot t_{im} + \sum_{j=1}^{m-1} \tau_{j-(j+1)} + \sum_{j=1}^{m-1} t_{mcj} \quad \dots(3)$$

pri čemu je naprimjer:

$$\tau_{1-2} = (n - 1) \cdot t_{i1} - (n - 1) \cdot t_{i2} = (n - 1)(t_{i1} - t_{i2}) \quad \dots(4)$$

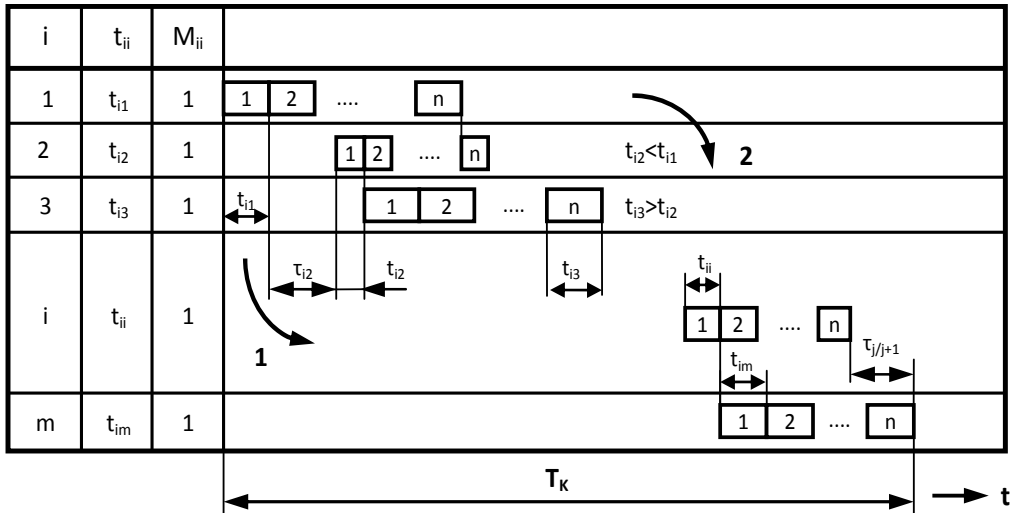
za  $t_{i2} < t_{i1}$  i  $M_i = 1$ , gdje je

$M_i$  – broj mašina (radnih mjesta) na kojima se izvodi data operacija.

U slučaju kretanja prema 2, poslije operacije  $t_{imax}$ :

$$T_K = \sum_{i=1}^m t_{ii} + (n - 1) \cdot t_{imax} + \sum_{j=1}^{m-1} \tau_{j-(j+1)} + \sum_{j=1}^{m-1} t_{mcj} \quad \dots(5)$$

Jednom postavljen način kretanja proizvoda kroz proizvodni sistem predstavlja trajan instrument za izradu operativnog plana, koji se mijenja ako se mijenjaju norme, sistem unutrašnjeg transporta ili način kontrole. Crtaju se obično na gantogramima i pomažu pri izradi redoslijeda poslova.



Slika 6. Šematski prikaz kombinovanog kretanja serije [1,4]

#### 4.3.5.1. Koeficijent protoka.

U stvarnosti ciklus proizvodnje mnogo duže traje od ciklusa proizvodnje, izračunatih prema do sada navedenim načinima kretanja predmeta rada kroz proces proizvodnje.

U golemom broju slučajeva nije moguće postići ni ciklus proizvodnje po postupnom načinu kretanja, za što postoji niz objektivnih i subjektivnih razloga.

Stvarni ciklus izrade razlikuje se od opisanih modela jer sadrži međuoperacijske zastoje kao posljedice zauzetosti proizvodnih kapaciteta i eventualnih organizacijskih propusta.

Da bismo utvrdili veličinu stvarnog ciklusa proizvodnje, potrebno je izvršiti analize stvarnih ciklusa proizvodnje i staviti ih u odnos s ciklusom proizvodnje po postupnom načinu kretanja. Upravo ovaj odnos se naziva koeficijent protoka ( $f$ ) i može se napisati u obliku:

$$f = \frac{T_s}{T} \quad \dots(6)$$

iz čega proizlazi:

$$T_s = f \cdot T \quad \dots(7)$$

gdje je:

- $T_s$  – stvarni ciklus proizvodnje,
- $T$  – ciklus proizvodnje po postupnom toku proizvodnje,
- $f$  – koeficijent protoka.

Koeficijent protoka zapravo kazuje koliko puta je stvarni ciklus proizvodnje veći nego po postupnom načinu kretanja predmeta rada kroz proces proizvodnje. Što je koeficijent protoka ( $f$ ) manji, to je stvarni ciklus proizvodnje kraći, odnosno povoljnija je situacija za realizaciju kraćih rokova isporuke.

**Koeficijent protoka  $f$**  se kreće u rasponu od  $2 \div 3$ , pa i više.

#### 4.3.5.2. Ciklus isporuke

**Ciklus isporuke** je onaj vremenski interval u kojem je moguće isporučiti finalni proizvod krajnjem korisniku u odnosu na ulaz polufabrikata u proizvodni proces. On nije identičan sa ciklusom proizvodnje (izrade), već može biti znatno duži, ali i kraći.

To ovisi o nizu faktora, a najvažniji su:

- postojeće zalihe sirovina,
- zauzetost proizvodnih kapaciteta,
- mogućnost da se dijelovi, podsklopovi ili sklopovi izrađuju za skladište unaprijed,
- preciznost održavanja ranije utvrđenih termina,
- urednost dostave naručenih stavki (dijelova).

#### 4.3.6. Utvrđivanje kapaciteta proizvodnje – grubo terminiranje

Raspon poslova koje, je potrebno izvršiti u direktnoj proizvodnji, najprije ovisi o raspoloživim i zauzetim kapacitetima proizvodnje. Utvrđivanje slobodnih i zauzetih kapaciteta proizvodnje

podrazumijeva određivanje datuma početka i završetka predviđenog proizvodnog ciklusa, unutar njega određivanje početka i završetka svake radne operacije tokom koje se izrađuju poluproizvodi ili gotovi proizvodi, te potrebnog broja raspoložive radne snage koja će sudjelovati u izvršenju istih. Utvrđeni kapaciteti bilježe se u dnevnim evidencijama kapaciteta svakog radnog mjesta te na tom nivou omogućavaju praćenje uskih grla u proizvodnji, ali i onih radnih mjesta koja ne predstavljaju uska grla, već povremeno mogu s obzirom na raspoloživost kapaciteta postati kritična. Dnevne evidencije kapaciteta radnih mjesta objedinjene čine operativni plan proizvodnje, a mogu se voditi na dva načina – za svako radno mjesto pojedinačno ili po grupama radnih mjesta (odnosi se na grupe mašina ili grupe radnika koji obavljaju istu radnu operaciju), a temeljna metoda kojom se određuju kapaciteti proizvodnje jest izrada gantograma.

Raspoloživi kapaciteti planskog perioda predstavljaju okvire tog plana. Oni su uslovljeni brojem radnih mjesta, odnosno stanjem proizvodnih radnika kojima se raspolaže u planskom periodu. Da bi se uspostavio bilans između raspoloživog fonda radnog vremena i zadataka koje planom treba postaviti potrebno je izvršiti uporednu analizu:

- potrebnog rada prema zadacima opet izraženog u norma satima ( $P_i$ ) i
- raspoložive radne snage vremenski izražene u norma satima ( $R$ ) i

#### *4.3.6.1. Planiranje fonda radnog vremena*

Služba OPP-a mora dati odgovor sektoru prodaje na pitanje je li ili nije moguće proizvesti u zahtijevanim rokovima određeni asortiman proizvoda i u određenim količinama. Da bi mogla dati tačan odgovor, potrebno je da OPP posjeduje tehnološku dokumentaciju dobivenu od službe tehnološke pripreme proizvodnje, na temelju koje će razraditi ukupan fond potrebnih radnih sati za izradu određene količine predviđenog proizvoda, te napraviti proračun postojećeg fonda radnih sati u određenom periodu za plan za koji se razrađuje. Na temelju tačno određenog fonda radnih sati, OPP može dati odgovor sektoru prodaje o mogućnostima proizvodnje konkretnog proizvoda, te će na temelju toga sektor prodaje moći mijenjati plan prodaje prema potrebi. [7]

#### *4.3.6.2. Normativ rada*

Normativ rada je popis podataka, koji u tačine određuju izvedbu svake radne operacije za svaki pojedinačni proizvod, koji se proizvodi. Normativ rada razrađen je u dokumentu, koji se naziva operacijskim listom i on je dio tehnološke dokumentacije dobivene od službe za tehnološku pripremu proizvodnje. Normativ rada mora sadržavati podatke o:

- rednom broju operacija koje će se izvoditi,
- odrediti pogon i radna mjesta u pogonu na kojima će se navedene radne operacije izvoditi,
- opis izvedbe operacija,
- popis alata i materijala koji će se koristiti,
- pripremno završno vrijeme potrebno za izvršenje operacije,
- vrijeme potrebno za izradu pojedinačnog komada proizvoda. [3]

## 4.3.6.3. Određivanje fonda potrebnih radnih sati po jedinici proizvoda

Na temelju normativa rada iz tehnološke dokumentacije, OPP sastavlja pregled radova za svaki proizvod pojedinačno, prema kojemu mora biti određen tačan broj radnih sati, koji će biti potrebni za izvedbu svake pojedine radne operacije, tačno mjesto izvedbe pojedine radne operacije i kapaciteti radnih mjesta u satima. Tačan broj radnih sati za izvedbu pojedine operacije, računa se prema sljedećoj formuli:

$$T_i = T_{pz} + n \cdot \sum_{i=1}^n t_i \quad \dots(8)$$

gdje je:

$T_i$  – ukupno potrebno vrijeme na  $i$  – toj operaciji za izradu  $n$  komada proizvoda,

$T_{pz}$  – pripremno završno vrijeme potrebno za pripremu mašine za otpočinjanje radne operacije,

$n$  – broj komada proizvoda, koji će se izrađivati ili dijelova proizvoda,

$\sum_{i=1}^n t_i$  – ukupno vrijeme potrebno da se izradi jedan komad određenog proizvoda.

Primjer takvog proračuna prikazan je u Tabeli 1.

Tabela 1. Primjer proračuna fonda potrebnih sati za izradu nekog proizvoda [8]

NAZIV PROIZVODA: Ženska Čarapa			TIP: CNL 025 GLI			NACRT br.:	
Odjel	Radno mjesto	Pozicija				$T_{pr}/h$	nt/h
		Br.	Naziv	Kom./Proiz.	Operacija		
01-1	KR	15	Krojenje	1200	1	0,33	0,5
			UKUPNO			0,33	0,5
01-2	CCP	11	Šivanje prstiju	1200	2	0,33	1
			Rezanje prstiju	1200	3	0,33	0,5
			UKUPNO			0,66	1,5
01-3	COL	20	Šivanje gume	1200	4	1,66	1
01-4	COL	20	Rezanje gaćica	1200	5	1	0,5
01-5	COL	10	Šivanje umetka	1200	6	1,33	3,33
01-6		16	Spajanje nogavice	1200	7	1	2
			UKUPNO			5	6,83
01-1	KR	2	Kontrola	1200	1	0,33	0,66
			UKUPNO			0,33	0,66
01-2	CCP	5	Kontrola	1200	2-3	0,33	0,66
			UKUPNO			0,33	0,66
01-3	COL	2	Kontrola	1200	4	0,25	0,58
			UKUPNO			0,25	0,58
01-5	COL	2	Kontrola	1200	6	0,25	0,66
		5	Kontrola	1200	7	0,25	0,5
			UKUPNO			0,5	1,16

Iz Tabele 1. je vidljivo da se proračun fonda potrebnih radnih sati vrši za svaku pojedinačnu radnu operaciju, u terminskoj jedinici satima, i za radna mjesta gdje se obrada proizvoda vrši mašinski, i za radna mjesta gdje se obrada proizvoda vrši ručno. U ovom slučaju moguće je i obavljanje po dvije radne operacije na jednom radnom mjestu pa se u tom slučaju prvo vrši

izračun za svaku radnu operaciju pojedinačno, a nakon toga se zbrajaju pripremno završna vremena od obje operacije, kao i proizvodi broja komada proizvoda s vremenom izrade broja komada proizvoda od obje radne operacije. Uz ove parametre, potrebno je navesti i naziv radne operacije za koju se vrši izračun, redosljed radne operacije u proizvodnom procesu, naziv radnog mjesta na kojem se izvršava, šifra ili naziv pogona (odjela) u kojem se to radno mjesto nalazi. [7]

#### 4.3.6.4. Određivanje postojećeg fonda radnih sati u promatranom periodu

Vremenski kapaciteti raspoloživih radnih mjesta mogu varirati, obzirom da se na nekim radnim mjestima radne operacije izvode ručno, a na drugima mašinski. Kod izračuna istih, postoje parametri, koji su zajednički i radnim mjestima s ručnom izvedbom operacija i radnim mjestima sa mašinskom izvedbom operacija. U te parametre spadaju:

- godišnji odmori,
- državni praznici,
- bolovanja radnika,
- čišćenje radnog mjesta,
- razni izostanci radnika (opravdani i neopravdani),
- ostali zastoji.

U parametre kod radnih mjesta sa mašinskom izvedbom operacija ubrajaju se i vrijeme potrebno za remont i vrijeme za preventivno održavanje mašina.

U Tabeli 2. prikazan je primjer proračuna raspoloživog radnog vremena za radna mjesta s ručnom izvedbom operacija i on je u suštini isti proračunu raspoloživog radnog vremena za radna mjesta sa mašinskom izvedbom operacija, samo što bi se u tom slučaju još dodali parametri remonta i preventivnog održavanja.

Tabela 2. Primjer proračuna raspoloživog radnog vremena za radna mjesta s ručnom izvedbom operacija [8]

PRORAČUN RASPOLOŽIVOG RADNOG VREMENA 8 (u satima)				
<b>A</b>	Mogući fond radnog vremena (365 dana – 52 nedjelje = 313 radnih dana x 8 sati)			2504
	Godišnji odmor – 20 dana	160		
	Državni praznici – 8 dana	64		
	Evakuacijska vježba – 1 dan	8		
	Prekid rada (nedostatak energenata, ne vrijeme, sastanci) – 2 dana	16		
	Čišćenje radnog mjesta – 8 dana	64		
<b>B</b>	Neproizvodno radno vrijeme, ukupno B		312	
	Dopusti – 2 dana	16		
	Bolovanje radnika – 12 dana	96		
	Opravdani izostanci – 2 dana	16		
	Neopravdani izostanci – 2 dana	16		
<b>C</b>	Izgubljeno radno vrijeme, ukupno C		144	
<b>D</b>	Korisno radno vrijeme u efektivnim satima A-(B+C)			2048

E	Prebačaj norme, 10% od D		204	
F	Korisno radno vrijeme u norma satima (D+E)			2252

Podatke o zajedničkim parametrima, OPP dobiva od kadrovske službe i njima se koristi pri izračunu raspoloživog fonda radnog vremena, a kasnije i kod izračuna potrebne radne snage, neovisno o tome radi li se izračun za godišnji ili mjesečni plan proizvodnje. Također, pri izračunu se koriste podaci o efektivnim radnim satima ako radovi nisu normirani i podacima o korisnom radnom vremenu u norma satima ako su radovi normirani. Uz sve navedeno, potrebno je spomenuti kako pojedini parametri mogu utjecati na povećanje drugih parametara, pa tako npr. izostanci radnika mogu povećavati parametar bolovanja; nadalje, parametar bolovanja može povećavati ostale zastoje (npr. radi nemogućnosti pronalaska zamjenskog radnika na mašini), što u konačnici uzrokuje smanjenje raspoloživog fonda radnih sati za izvršenje određene radne operacije, odnosno izradu konačnog proizvoda. Kako su navedeni parametri najviše vezani za raspoloživu radnu snagu, a radni uslovi su različiti od preduzeća do preduzeća, ovisno o industrijskoj grani, svako preduzeće mora voditi evidencije o istima kako bi moglo na vrijeme vršiti promjene u obliku zapošljavanja dodatne radne snage, uvođenje druge ili treće radne smjene, prekovremenog rada, pronalaženje kooperanata, kupnje novih proizvodnih mašina itd. [7]

Također je pri ovim razmatranjima dobro napraviti poređenje po stepenu i vrsti kvalifikovanosti radnika koji će raditi određeni posao. Primjer takvog proračuna dat je u Tabeli 3.

*Tabela 3. Bilans radne snage po stepenu i vrsti kvalifikovanosti*

Stepen kvalifikovanosti	Vrsta kapaciteta	Vrsta kvalifikovanosti			
		Struganje	Bušenje	.....	Brušenje
II	Raspoloživo	32.000	800		1.100
	Potrebno	29.000	1.000		1.080
	Razlika	+3.000	-200		+20
III	R				
	P				
	R				
IV	R				
	P				
	R				

#### 4.3.6.5. Usporedba potrebnog i postojećeg fonda radnih sati

Kada OPP sastavi proračun fonda potrebnih radnih sati za svaku radnu operaciju, isti je potrebno zbrojiti sa fondom postojećih radnih sati (raspoloživim radnim mjestima i njihovim vremenskim kapacitetima), da se dobije konačan izračun fonda potrebnih sati za izvršenje određene radne operacije za dobivanje određenog proizvoda. Fond postojećeg radnog vremena i fond potrebnog radnog vremena može se izračunati na sedmičnom, mjesečnom, kvartalnom i godišnjem nivou, pa se na tom istom nivou može izvršiti i konačan izračun potrebnog fonda radnih sati. Konačan izračun daje nam uvid gdje su kapaciteti premali, a gdje su uska grla

proizvodnje, pa prema tome OPP može napraviti raspodjelu rada, tako da se s preopterećene mašine, grupe mašina ili ručnog radnog mjesta dio kapaciteta preseli na mašinu, grupu mašina ili ručna radna mjesta koja imaju manjak kapaciteta radnog vremena, a mogu obavljati iste operacije kao i mašine i ručna radna mjesta koja su trenutno preopterećena kapacitetom radnog vremena. [7]

Kad je ovako dobijen bilans potrebnih i raspoloživih radnika (rada – radnih sati) vrši se uravnoteženje:

$$P_i \approx R_i \quad \dots (9)$$

Kod analize stanja radne snage iskustvo iz proteklih perioda može znatno da doprinese preciznosti plana. Na osnovu te analize moći će da se utvrdi:

- koliki je bio prebačaj norme. Za taj iznos treba korigovati efektivne časove raspoloživog broja radnika i raspoloživog fonda mašina;
- koliki su izostanci i bolovanja. Za ovaj procenat treba smanjiti raspoloživi fond radnog vremena radnika;
- kakva će biti fluktuacija radnika u toku mjeseca. To također treba unijeti kao korekciju u plan.

Također, treba utvrditi gdje je manjak, a gdje višak radnika i mogu li se nadopunjavati s obzirom na nivo kvalifikovanosti. Iskustva pokazuju da radnik jednog nivoa kvalifikovanosti može da radi na poslovima jednog nivoa više ili jednog nivoa niže kvalifikovanosti.

Kod pomjeranja radnika između vrsta struka, uravnoteženje je teže. To zavisi od stepena srodnosti struka i propisa zaštite na radu.

Pri svakom planiranju i određivanju kapaciteta mogu se pojaviti problemi povećanog ili premalog kapaciteta na pojedinim radnim mjestima. Stoga je potrebno provesti uravnoteženje istih, uz primjenu dvije mogućnosti:

1. dopunjavanjem neopterećenih kapaciteta:
  - primanjem sitnih narudžbi,
  - izradom poluproizvoda, koji će se montirati tek u nekom od navedenih operativnih planskih razdoblja,
  - jačim aktiviranjem prodajne službe za dobivanje dodatnih poslova,
2. rasterećenjem preopterećenih kapaciteta:
  - dio operacija koje opterećuju određeno radno mjesto premješta se na drugo radno mjesto s manjim kapacitetom opterećenja,
  - uvođenjem prekovremenog rada,
  - korištenjem vanjskih usluga (*outsourcinga*),
  - investiranjem u nabavku novih mašina,
  - uvođenjem više smjena, itd.

#### 4.4. Planiranje opterećenja radnih mjesta i rokova

Opterećenje je obim rada, koji treba da se izvrši na jednom radnom mjestu ili grupi istih ili sličnih radnih mjesta ili fazi proizvodnog procesa. Opterećenje se obično izražava i mjeri u časovima rada, vrlo rijetko u naturalnim jedinicama mjere. U okviru planiranja opterećenja radnih mjesta (ili nekog drugog dijela proizvodnog sistema – grupe radnih mjesta, faza proizvodnog sistema) je da:

- utvrdi prelazno opterećenje iz prošlog planskog perioda,
- utvrdi slobodno opterećenje za naredni period,
- ravnomjerno opterećuje sva radna mjesta i
- ravnomjerno vrši raspodjelu opterećenja kroz planski period.

Podloge za izradu plana opterećenja su:

- karte tehnološkog procesa,
- operacioni list (oboje za nove poslove),
- izvještajna dokumentacija,
- informacije o radovima u toku (oboje za radove u toku) prikupljene prilikom pripreme za izradu operativnog plana i
- informacije o još nepripremljenim poslovima (iz nabave, tehnološke pripreme, pripreme alata).

Obzirom da, najčešće, za naredni period nisu obezbijedeni elementi za proizvodni proces, a sa operativnim planom se ne može čekati, kod izrade opterećenja se razlikuje:

- pripremljeno opterećenje koje obuhvata poslove za koje su pripremljeni elementi za početak procesa (materijal, alat, tehnološka i radna dokumentacija). Za njega se vrši planiranje opterećenja i rokova tačno jer se znaju svi potrebni elementi;
- nepripremljeno opterećenje koje obuhvata poslove za koje još nisu pripremljeni svi elementi za početak procesa.

Pripremljeno opterećenje je karakteristika velikoserijske i masovne proizvodnje, a nepripremljeno pojedinačne i maloserijske.

Rezultat planiranja opterećenja treba da je tačno definisan spisak poslova, koji će se obaviti na svakom radnom mjestu i tačno definisan obim rada po svakom radnom mjestu.

Na osnovu ovoga može se prići planiranju rokova za izvršenje svakog zadatka, ali je potrebno još raspolagati sa podacima o:

- ciklusu trajanja posla odnosno izrade dijelova, sklopova i podsklopova,
- rokove izvršenja pripremnih radnji (nabave materijala, alata, izrada dokumentacije u tehnološkoj pripremi),
- ugovorene rokove isporuke proizvoda,
- prioritete u izradi poslova i njihovih dijelova i
- sistem kretanja posla kroz proizvodni proces.

U vrijeme početka izvršenja zadatka moramo imati:

- slobodno radno mjesto,
- obezbijeden materijal i



- obezbijeden alat i naprave.

Ukoliko sva tri ova elementa nisu na raspolaganju, izvršenje posla ne može početi.

Planiranje opterećenja radnih mjesta i planiranje rokova (terminiranje) vrši se istovremeno. Pri tome se, kao najpogodnije sredstvo, koriste grafički prikazi – gantogrami.

Gantogrami su grafički prikazi u obliku dijagrama sa dvije ose. Na apscisi se nanose terminske jedinice po datumima u kojima se izvršavaju poslovi. Na ordinati se nanose poslovi – proizvodi ili radna mjesta.

Za potrebe operativnog plana obično se rade dvije vrste gantograma:

- po poslovima – proizvodima i
- po radnim mjestima (Slika 7.).

Gantogrami su pogodni i za praćenje izvršenja plana. Mogu se napraviti na formatima A4 i tako distribuirati svim zainteresovanim u poslovnom sistemu.

OBRADNI SISTEM	TERMINSKA JEDINICA = 1 DAN										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
M1	N1			N2							
M2	N2			N1					N3		
M3	N3						N1				
M4				N3			N2				
M5											

Slika 7. Gantogram opterećenja radnih mjesta [1]

#### 4.5. Planiranje materijala

Uspješna realizacija svih planova proizvodnje zavisi od pravovremenog osiguranja potrebnih materijala za proizvodnju, neovisno da li su oni nabavljeni od kooperanata ili proizvedeni u nekom sestrinskom pogonu unutar istog preduzeća. Stoga je, kako bi se na vrijeme osigurali potrebni materijali za proizvodnju, potrebno provoditi kontinuirano planiranje materijala. Pri tome, najveće probleme predstavljaju troškovi nabavne cijene materijala, troškovi naručivanja i dopreme do radnih mjesta, te troškovi posjedovanja. Iz istog razloga, rukovodstvo preduzeća i sektor finansija stvaraju pritiske prilikom planiranja materijala radi straha od premalog obrtaja zaliha materijala u skladištu, a isti uzrokuju povećane troškove skladištenja; sektor nabave želi što je moguće manji asortiman materijala za nabavu radi olakšavanja postupka nabave; a proizvodnja želi što je moguće veće količine zaliha materijala na raspolaganju kao osiguranje od zastoja u proizvodnji. Neovisno o pritiscima, služba OPP-a mora najviše truda uložiti u saradnju sa sektorom nabave, s obzirom da naručivanje, mogućnosti dostave i rokovi isporuke, te dopreme do vlastitog skladišta spadaju u osnovne zadatke sektora nabave. [9]

Pravilno planiranje materijala od strane OPP-a podrazumijeva prethodno raspolagati informacijama o specifikaciji materijala, poluproizvoda, dijelova i pozicija, koji se ugrađuju u poluproizvode ili gotove proizvode koji će se izrađivati, a isto su sadržani u tehnološkoj

dokumentaciji proizvodnog procesa u kojemu namjeravamo pokrenuti proizvodni ciklus, te informacijama o normativima materijala.

Broj i vrsta raznih materijala i sirovina za proizvodnju planiranih količina svih proizvoda zavisi od:

- složenosti proizvoda,
- obuhvatnosti proizvoda izradom u posmatranom sistemu i
- vrste i tipa proizvodnje.

Svi ovi materijali nisu potrebni u isto vrijeme ni po količini ni po kvalitetu. To zavisi od rokova početka izrade svakog dijela i od količine proizvoda. Međutim, tržište materijala, sirovina i gotovih dijelova nije idealno da se u svako vrijeme mogu dobiti potrebni materijali i u svakoj količini. Rokovi isporuka su različiti kao i uslovi nabave. Zato planiranje rokova početka poslova, odnosno izrade treba uskladiti sa realnim mogućnostima nabave materijala i obratno treba poduzeti sve mjere da se nabave materijala izvrši u rokovima koji će obezbijediti ispunjenje planiranih rokova izrade proizvoda. Znači da je planiranje materijala povezano sa operativnim planiranjem i nabavom. Osnovni zadaci planiranja materijala i pripreme su:

- proračun nabavnih količina sirovina i materijala potrebnih za izradu planiranih proizvoda,
- izrada specifikacija sirovina i materijala po kvalitetu i količinama, kao i potrebnim rokovima isporuke,
- da prati stanje promjena zaliha materijala, kao i potrošnje materijala i
- da obezbijedi da ne dođe do zastoja u proizvodnji zbog pomankanja materijala.

Proračun količina materijala koji se nabavlja vrši se na osnovu dokumentacije proizvoda, tehnološke dokumentacije i normativa materijala. Normativ materijala predstavlja potreban materijal za izradu jedinice proizvoda, a sadrži:

- početni materijal od kojeg će se izrađivati proizvod (određuje tehnolog na osnovu crteža proizvoda i tehnološkog procesa);
- gubitak materijala uslijed rezanja da bi se dobile početne dimenzije;
- gubitak koji nastaje zbog krojenja;
- gubitak materijala usljed manipulisanja u skladištu i manipulisanje (rastur materijala) i
- škart i razni drugi specifični gubici materijala.

Početni materijal određuje tehnolog i prikazuje u sastavnici materijala. Kad se izvrši proračun potrebnih materijala pravi se plan materijala koji sadrži:

- spisak materijala, poluproizvoda i proizvoda za planiranu proizvodnju,
- količine po svakom elementu spiska i
- potrebne rokove isporuke.

U uobičajenim slučajevima, specifikacija materijala i normativi bit će dovoljni OPP-u da odredi potrebnu količinu materijala za pokretanje proizvodnje. Kada se vrši izrada složenijih poluproizvoda ili gotovih proizvoda, obično se koristi popis materijala koji se zove „Pregled materijala“, kao što je prikazano na Slici 8 [8].

Preduzeće		<b>PREGLED MATERIJALA br. ....</b>			List/listova	
Šifra	Naziv proizvoda	Nacrt br.	Izradio:		Pregledao:	
			Datum:	Potpis:	Datum:	Potpis:
Naziv materijala	Pozicije					
	Redni broj	Naziv	Kom/proiz.	Jed. mj.	Količina	
1	2	3	4	5	6	

Slika 8. Primjer formulara „Pregled materijala“

Jedan od temeljnih problema vezanih uz planiranje materijala, uz troškove koje materijali i njegove zalihe stvaraju u preduzeću, jest kako tačno odrediti onu količinu materijala, koja će biti dostatna za pravovremeno pokretanje i nesmetano odvijanje proizvodnog procesa, a da ne stvara troškove u preduzeću. Stoga su razvijene metode planiranja materijala, o kojima će biti riječi u Poglavlju “Upravljanje zalihama”.

Rokovi isporuke materijala, koji su dosta često bitni za rokove isporuke samog gotovog proizvoda, zavise od:

- rokova početka korištenje iz operativnog plana,
- izvora snabdjevanja;
- količina materijala,
- vrsta materijala;
- karakter proizvodnje traženog materijala (sezonska proizvodnja, po narudžbi, serijska ili masovna),
- blagovremenost ugovaranja,
- raspoloživih zaliha,
- troškova nabave i
- raspoloživih finansijskih sredstava.

#### 4.6. Priprema sredstva za rad

Zavisno o tome kako je izvedba radne operacije definisana tehnološkom dokumentacijom, na radnim mjestima se za izvedbu iste koriste različita sredstva za rad. Kako bi se proizvodnja odvijala bez zastoja, potrebno je da prije početka izvedbe radne operacije na radnom mjestu sredstva za rad budu prethodno osigurana od strane službe raspodjele rada, koja ima detaljni uvid u to koja se sredstva za rad koriste, u kojoj mjeri i na kojoj radnoj operaciji, te shodno tome pristupaju planiranju i nabavci istih.

Sredstvom za rad smatramo cjelokupno tehničko postrojenje nekog preduzeća koje ima funkciju proizvodnje potrebnih dobara ili proizvodnju određenih usluga. Sredstva za rad uključuju zemljišta, zgrade, strojeve, uređaje, transportna sredstva, alate, mjerne instrumente i inventar.

Mašine se u proizvodnim preduzećima dijele na pogonske (energetske) – služe pretvaranju jednog oblika energije u drugi i kao takve se dijele na primarne i sekundarne pogonske mašine; i na radne mašine – mašine pomoću kojih radnici djeluju na predmet rada.

Uređajima smatramo sredstva za rad koja služe za smještaj obrade i transport predmeta rada. Uređaji se dijele na energetske – za opskrbu preduzeća raznim oblicima energije, proizvodne – koriste se u toku proizvodnog procesa, i transportne – služe unutrašnjem i vanjskom transportu.

Transportna sredstva služe dopremi materijala iz skladišta materijala ili poluproizvoda iz skladišta poluproizvoda na radna mjesta, otpremi poluproizvoda s jednog radnog mjesta na drugo radno mjesto ili u skladište poluproizvoda, otpremi gotovih proizvoda u skladište gotovih proizvoda, istovaru dopremljenog materijala iz transportnog sredstva u skladište materijala i utovaru gotovih proizvoda iz skladišta gotovih proizvoda u transportno sredstvo. Sve manipulacije robom, koje se obavljaju unutar preduzeća vrše se sredstvima unutarnjeg transporta, a sve manipulacije robom, koje se odvijaju izvan okruženja preduzeća vrše se sredstvima vanjskog transporta.

Alati su jednostavna sredstva za rad kojima se neposredno djeluje na predmet rada. Inventar čine ona sredstva koja ne sudjeluju neposredno u izradi predmeta rada, ali predstavljaju neophodan uslov za odvijanje procesa proizvodnje. Dijelimo ga na pogonski i uredski inventar. [10]

#### **4.6.1. Odabir sredstva za rad i organizirana primjena**

Svako pravilno planiranje sredstava za rad, na temelju tehnološke dokumentacije, uključuje pravilan odabir istih. Izbor sredstava za rad, u načelu, počinje već od trenutka osnivanja i početnog opremanja proizvodnih pogona. Budući da se proizvodni asortimani proširuju, često je potrebna nabavka novih, prenamjena postojećih sredstava za rad ili vlastita izrada novih mašina ili uređaja. Pritom je u razmatranje važno uzeti obim primjene mašine ili uređaja.

Ukoliko se pokaže potreba za novom mašinom ili uređajem, koji će se primjenjivati tokom proizvodnje većeg dijela asortimana, takve mašine i uređaje nazivamo standardnim (univerzalnim) mašinama i uređajima, bit će ekonomičnije iste nabaviti od specijaliziranih proizvođača. To će u konačnici omogućiti i nabavku rezervnih dijelova u slučaju potrebe kod već poznatog dobavljača, a cijena krajnjeg proizvoda, koji će se proizvoditi, bit će niža. Ako pak postoji potreba za novom mašinom ili uređajem, koji će se koristiti kod izrade pojedinih proizvoda iz asortimana, koji su cijenom koštanja iznad ostalih proizvoda iz asortimana i kontinuirano se proizvode, bit će ekonomski opravdano iste izraditi unutar vlastitog preduzeća. Takve mašine i uređaje nazivamo specijalnim. Iako je samostalna izrada takvih mašina i uređaja izrazito skupa, njihova će primjena u proizvodnji automatski povećati i cijenu krajnjeg proizvoda, čime će se nadoknaditi uložena sredstva u inovaciju nove specijalne mašine ili uređaja za proizvodnju. Nabava ili samostalna izrada novih mašina i uređaja za preduzeće predstavlja trošak, jer se direktno ugrožava primjena postojećih mašina i uređaja, no sa nabavom ili izradom istih, neovisno o njihovoj namjeni, preduzeće može računati na veću potencijalnu proizvodnu sposobnost – na skraćivanje vremena izvedbe pojedine radne operacije, što na kraju skraćuje vrijeme odvijanja proizvodnog ciklusa i omogućuje obavljanje dodatnog broja radnih operacija, proizvodnju većeg broja krajnjih proizvoda, veću kvalitetu obrade s manje škarta, manji utrošak pogonske energije, te bolje uslove rada za radnike na tim mašinama.

Ukoliko se preduzeće odluči na korištenje postojećih mašina ili uređaja, u obzir mora uzeti

trenutnu radnu sposobnost istih i stepen istrošenosti. Radna sposobnost postojećih mašina prije svega ovisi o stalnom nadzoru nad trošenjem istih i postupcima održavanja. Svako sredstvo za rad se tokom svoje primjene troši, a da bi ono što duže ostalo u mogućnosti ispunjavati svoje kapacitete rada, potrebno ga je redovito nadzirati i vršiti održavanja. Pritom, nije dovoljno samo otklanjati pogreške na mašinama u trenutku kvara jer se time ne može steći dovoljan uvid u to što stvara kontinuirane kvarove na određenom stroju. Ponavljanjem istih kvarova i njihovim otklanjanjem tek u trenutku zastoja mašine ili uređaja, može dovesti do toga da će u jednom od tih zastoja mašina biti u toliko istrošenom stanju, da će vrijeme popravka zaustaviti jedan cijeli ciklus proizvodnje, a u najgorem slučaju i cjelokupni proizvodni proces. Ovisno o težini kvara, moguće je da mašinu više neće biti moguće ponovno pokrenuti, te će biti potrebna hitna nabava nove mašine ili da će biti potrebni zamjenski dijelovi čiji je rok dopreme do mjesta kvara dug, te će zbog toga preduzeće morati odgoditi rokove isporuke gotovih proizvoda na tržište. Stoga je potrebno redovito nadzirati rad korištenih mašina na dnevnoj razini, organizirati preventivna održavanja, te godišnje ili polugodišnje remonte u svrhu zamjene istrošenih vitalnih dijelova mašina ili uređaja, čime se postiže osiguranje od nepotrebnih zastoja i maksimalni povrat investicija koje su uložene u navedene mašine ili uređaje.

Nakon što služba raspodjele rada isplanira najpogodnija sredstva za rad, ista je potrebno dopremiti u proizvodni pogon i staviti na raspolaganje radnicima. Kako bi se radne operacije što lakše odvijale, potrebno je da sredstva za rad budu smisleno postavljena u proizvodni pogon. Tako mašine i uređaji u proizvodnom pogonu mogu biti raspoređeni linijski, grupno ili kombinirano, o čemu smo pisali u uvodnim poglavljima.

#### **4.6.2. Priprema alata i naprava**

Osnovni zadaci pripreme alata i naprava su da se na osnovu razrađenog tehnološkog procesa i utvrđenih operativnih planova blagovremeno obezbijede proizvodnja sa svim potrebnim alatima i napravama i da se vodi briga o racionalnoj potrošnji alata i naprava. Ovi zadaci obuhvataju u najširem smislu sljedeće skupine aktivnosti:

- konstruisanje alata i naprava,
- planiranje potreba alata i naprava,
- skladištenje alata i naprava,
- izdavanje alata i naprava,
- održavanje alata i naprava i
- izradu alata i naprava.

Potreba da se u posmatranom poslovnom izrađuju alati i naprave javlja se:

- u slučaju kad se specijalni alati za izvođenje neke operacije ne mogu naći na tržištu ili
- kad su na tržištu dugi rokovi isporuke i drugi uslovi, koji ne zadovoljavaju operativni plan.

U ovim slučajevima se na osnovu zahtjeva, skica i uputstava tehnologa vrši konstruisanje alata. Pri ovome treba da postoji neposredna saradnja između tehnologa i konstruktora alata i naprava, kako bi se mogle unijeti i eventualne izmjene u operaciju ako će to pojednostaviti konstrukciju alata. Kod konstruisanja alata konstruktor treba da upotrebljava što više standardnih i postojećih elemenata, kako bi se uz što manje promjene alata mogli prilagoditi drugoj, sličnoj namjeni. Da bi mogao pravilno da konstruiše alat i naprave, konstruktor treba da dobro poznaje postojeće alate i naprave, što se može dobiti na tržištu, mašine na kojima će se primjenjivati alat i naprave

i tehnologiju prerade materijala. Po izradi alata i naprava tehnolog i konstruktor zajednički provjeravaju njihovu funkcionalnost i tek onda ih daju u eksploataciju.

Nesmetani tok proizvodnje zavisi od obezbjeđenja potrebnih količina alata u određenim rokovima prema operativnom planu. Slično planiranju materijala i kod alata treba izračunati stvarne potrebe svih alata i naprava i planirati rokove isporuke ili izrade alata. Osnovna podloga za proračun potreba alata su karta tehnološkog procesa i operacioni list. Kod proračuna potreba alata i naprava treba uzeti u obzir uticajne faktore:

- ukupno vrijeme obrade (radni hod – mašinsko vrijeme) na svim operacijama koje se izvode jednim alatom,
- vrijeme popravki alata u toku rada,
- vrijeme trajanja alata između dva uzastopna oštrenja ili popravke i
- rezervu alata između dva uzastopna oštrenja ili popravke.

Za svaki proizvod i planiranu količinu treba izračunati potrebe alata i prikazati ih na odgovarajućem dokumentu – nosiocu informacija kao što su zbirni pregledi potreba alata. Kad je napravljen proračun i pregled potreba alata i naprava utvrđuju se rokovi isporuke i izrade alata i naprava, a na osnovu elemenata iz operativnog plana o početku izvršenja zadataka u kojima će se koristiti pojedini alat i naprava.

Uskladištenje alata i naprava može da se vrši centralizovano i decentralizovano. Decentralizovana skladišta obično se postavljaju uz pogone za specijalne alate, koji se isključivo upotrebljavaju u tim pogonima (primjer armature i valjaka) alati za kovanje. Centralizovano skladište se postavlja za standardne alate i naprave ili za standardne alate i naprave ili za manje poslovne sisteme.

Izdavanje i prijem alata u manjim poslovnim sistemima vrši skladište alata, a u većim alatnicama, posebne jedinice. Skladište, po pravilu, može da primi nazad samo ispravan alat. Da bi skladištenje i izdavanje alata bilo efikasnije potrebno je da postoji određen način označavanja alata i naprava kao i određen postupak izdavanja i vraćanja (sistem markica naprimjer).

Održavanje alata znatno utiče na njegov vijek trajanja i troškove alata. Ne treba dozvoliti da svaki radnik sam brusi i popravlja alate prema svom znanju i nahođenju, jer to stvara veće troškove. Održavanje alata je stručan posao i treba ga povjeriti specijalisti. Održavanje alata vrši se u izdavaonici alata ili posebnoj jedinici za oštrenje i popravak alata i naprava.

#### **4.7. Lansiranje**

Lansiranje predstavlja dodjeljivanje rada svakom radnom mjestu i ustvari pokreće početak rada. Svoje zadatke lansiranje temelji na operativnim planovima i primljenoj razrađenoj dokumentaciji. Na osnovu toga vrši fino planiranje odnosno dalju razradu operativnog plana na dane, smjene i ponekad na časove. Ako su dobro razrađeni operativni planovi onda će lansiranje moći održati postavljene rokove.

Osnovni zadaci lansiranja su:

- prijem i provjera radne dokumentacije po kompletnosti, sadržaju i usklađenosti sa propisima,
- pregled postavljenih rokova,
- fino planiranje rokova po danima i smjenama, a na osnovu stvarnog stanja u radionici,

- podjela poslova po radnim mjestima u skladu sa postavljenim rokovima, redoslijedu operacija, sistemu kretanja posla kroz radionicu, prioritetu poslova i stvarnom opterećenju radnih mjesta,
- osiguranje svih elemenata za početak prve operacije (dokumentacija, materijal, alat),
- na vrijeme uputiti potrebnu dokumentaciju i pokrenuti poslove pripreme i dejstva skladišta, alatnice, kontrole kvaliteta, unutrašnjeg transporta itd.
- praćenje opterećenja radnih mjesta i izvršenje rokova i
- obavještavanje određenih funkcija i izvršilaca o izvršenju i tendencijama izvršenja poslova.

Lansiranje treba da obezbijedi rokove postavljene operativnim planom i da uskladi sve poslove i operacije koje treba da se obave pri izradi jednog proizvoda odnosno serije. Operativnim planom se određuju relativni prioriteti svakog posla i operacije. Lansiranje određuje stvarni početak neke operacije vodeći računa o relativnim prioritetima, sistemu kretanja posla i stvarnom izvršenju prethodnih operacija, odnosno poslova. U proizvodnom procesu često ne ide sve prema predviđanjima. Nastaju zastoji uslijed raznih razloga. Lansiranje treba da riješi probleme nastale radi zastoja i hitnosti nastale pojavom nepredviđenog posla. Da bi to moglo, lansiranje treba da ima određene kriterijume raspoređivanja posla, kao naprimjer:

- prvo se radi posao koji je prije stigao,
- prvo se radi posao koji je najskuplji,
- prvo se radi najduži posao,
- naručilac stalni poslovni partner,
- osvajanje određenog dijela tržišta,
- posao sa najmanjim angažovanjem materijala i
- posao koji će rasteretiti skladište materijala.

Za izvršenje svojih zadataka lansiranje mora da raspolaže sa dosta informacija. To znači da treba da:

- provjeri u skladištu da li je pripremljen materijal po radnim nalogima ili trebovnicama materijala,
- provjeri u izdavaonici alata ili alatnici da li su sav potreban alat i naprave pripremljeni,
- interveniše kod službe operativnog plana u vezi isporuke materijala i alata,
- utvrdi se kontrolom kvaliteta stanje prijema proizvoda,
- prati dinamiku kretanja poslova kroz radionicu i
- prati zauzetost unutrašnjeg transporta.

Metode lansiranja su vrlo različite i zavise od tipa proizvodnje. Kao materijalna sredstva koriste se:

- table za lansiranje,
- kartoteka za lansiranje dokumenata,
- dosijei za klasiranje dokumenata,
- telekomunikacione veze (telefon, signalne veze),
- terminali u kompjuterski integrisanom sistemu upravljanja proizvodnjom (CIM).

Na osnovu sredstava koja se primjenjuju za lansiranje razlikujemo sisteme sa organizacionim sredstvima i bez organizacionih sredstava. Također se razlikuje centralizovano i decentralizovano lansiranje.

## 5. RADNA DOKUMENTACIJA

### 5.1. Izrada i lansiranje radne dokumentacije

Izrada i lansiranje radne dokumentacije zadnji je posao službe OPP-e prilikom planiranja i organiziranja proizvodnje. Radna dokumentacija sadržajno mora obuhvatiti konstruktivnu dokumentaciju, koja detaljno navodi karakteristike gotovog proizvoda spremnog za otpremu na tržište; i tehnološku dokumentaciju koja detaljno određuje uvjete izrade takvog proizvoda. Sama radna dokumentacija može biti vrlo jednostavna i u tom slučaju podrazumijeva samo radni nalog i radne listove, koji imaju ulogu bilježiti utrošeno radno vrijeme pojedinih radnika tokom izvedbe radne operacije, te količinu proizvedenih poluproizvoda ili gotovih proizvoda. To, ipak, neće biti dovoljno u proizvodnim preduzećima gdje je proizvodnja organizacijski složenija, jer obim radne dokumentacije koju je potrebno izraditi i lansirati ovisi o grani industrije, tipu proizvodnje, veličini radne organizacije, složenosti proizvoda, veličini asortimana, željenom nivou planiranja i kompetentnosti zaposlenika u OPP.

Dokumenti, koji se izrađuju od strane OPP-e moraju biti standardizirani na razini preduzeća – moraju biti standardiziranih dimenzija (formata A4 i A5), moraju sadržavati nepromjenjive podatke uvijek na istom dijelu dokumenta u svim dokumentima, promjenjivi podaci također se moraju uvijek nalaziti na istom dijelu dokumenta u svim dokumentima, te ih se mora moći jednostavno upisivati; tekst u radnoj dokumentaciji mora biti vezan isključivo uz tehnološki proces izrade, na dokumentima mora postojati predviđeni prostor za unošenje naknadnih podataka i raznih zabilješki, radna dokumentacija morala bi se izrađivati uređajem, koji ima mogućnost automatskog umnožavanja. Ista se danas izrađuje kroz različita softverska rješenja prilagođena pojedinim firmama (proizvodnim ili uslužnim), što znatno olakšava njeno kreiranje i automatsko ažuriranje.

Lansiranje radne dokumentacije označava trenutak kada se izrađena radna dokumentacija šalje iz službe OPP-e na radna mjesta u proizvodne pogone. Lansiranje će ovisiti o terminu početka radnog naloga, odnosno na osnovi podataka planiranja i terminiranja poluproizvoda ili proizvoda. Prilikom lansiranja potrebno je voditi računa da radna dokumentacija pravovremeno dođe do radnih mjesta, kako bi se zaposleni na tim radnim mjestima mogli pravovremeno pripremiti za izvedbu radnih zadataka i pripremiti sve potrebno za izvedbu, prema podacima navedenima u radnoj dokumentaciji. [5]

### 5.2. Vrste radne dokumentacije

Za pokretanje, praćenje i upravljanje poslovima koristi se pisana dokumentacija, najčešće u obliku određenih obrazaca – formulara. Ta dokumentacija se najčešće naziva radnom, a njen broj, oblik i sadržaj je različit u poslovnim sistemima. Radna dokumentacija se izrađuje na osnovu utvrđenih operativnih planova. Svaki rad treba da ima svoju podlogu u osnovnom planu, a pokreće se na osnovu ugovora, narudžbe ili zahtjeva prodaje (kod proizvodnje za skladište). Od brojne radne dokumentacije u skoro svim poslovnim sistemima se koriste:

- operacijski list,
- radni nalog,
- radni list,
- trebovnica materijala (alata),
- popratnica (materijala ili dijelova),



- povratnica (materijala, alata),
- terminska karta i
- predatnica i dr.

**Operacijski list** – je dokument, koji sadrži sve neophodne podatke za pokretanje proizvodnog procesa, odnosno on određuje uslove izvršenja radnih operacija. U te uslove spadaju određenje radnih operacija koje će se izvoditi, redosljed izvođenja radnih operacija, sredstva za rad, potrebne materijale, približno vrijeme potrebno za realizaciju proizvodnog ciklusa odnosno dovršenje krajnjeg proizvoda, potrebnu radnu snagu i kompetencije zaposlenika, kao što je prikazano na Slici 9.

OPERACIJSKI LIST									
Proizvod: CNL 025 GLI			Naziv dijela Prsti		Broj nacрта 1		Planirani termin: 01.11.2017.		
Materijal: Kvalitet, Dimenzija Nylon, elastin, 1 klasa					KOLIČINA ZA 1 KOM		Stvarni termin 27.10.2017		
R.b	Pogon	Radno mjesto	Opis operacije	Alat	Tpz	ti	Kom.		
1	Šivaona	01-2:17-28	Navlačenje čarape na formu	CCP	4 s	4 s	1		
2	Šivaona	01-2:17-28	Šivanje prstiju	CCP	4 s	3 s	1		
3	Šivaona	01-2:17-28	Rezanje vrhova	CCP	3 s	3 s	1		
4	Šivaona	01-2:17-28	Skidanje sa forme	CCP		2 s	1		
5	Šivaona	01-2:17-28	Kontrola	CCP	2 s	10 s	1		
6									
ORIGINAL			Razradio Datum				List		Slijedi
			Ime						

Slika 9. Primjer popunjenog operacijskog lista [9]

Operacijski list izrađuje se za svaku radnu operaciju pojedinačno. Izradom operacijskog lista bavi se tehnološka priprema proizvodnje i on se smatra originalom, te služi kao temeljni dokument za izradu ostale radne i planske dokumentacije te zbog toga uvijek mora biti ažuriran prema posljednjoj ispravljenoj tehnologiji izrade krajnjeg proizvoda. Gotov operacijski list predaje se operativnom planeru proizvodnje, normircu, radniku i kontroloru, kako bi se mogli postaviti operativni planovi, postaviti i pratiti norme radnicima, kontrolirati radne operacije, te kao pomoć radniku kod izvršenja radne operacije, Slika 10.

OPERACIJSKI LIST									
Naziv dijela		Materijal		Prijemnik		Uzroci		Materijal	
Naziv operacije, opis zadatka		Strojna oprema, alati		Vrijeme		Sredstva		Izvođač	
10	STRUŽENJE	Compact 5 CNC							
20	Vpenjanje sirovca po nacrtu								
30	Grobo struženje zunanje	desni nož	1400	0,09	1			2	
40	Fino zunanje struženje	desni nož	1400	0,05	1			1	

Slika 10. Primjeri Operacijskih listova [11,12]

**Instrukcijski list** – sadrži detaljnu specifikaciju izvedbe svake pojedine radne operacije. Ta detaljna specifikacija svake pojedine radne operacije podrazumijeva razradu radne operacije do najsitnijih tehničkih detalja – grafički prikazuje mašine ili alat na kojima se će radna operacija odvijati, grafički prikazuje način primjene odnosno pokrete na mašini ili alatu za izradu, numerički detaljno prikazuje podatke vezane za vrijeme potrebno za pripremu alata i vrijeme izrade poluproizvoda ili gotovog proizvoda (u sekundama i minutama).

**Radni nalog** – sastavlja se na temelju operacijskog lista, a sadrži podatke o naručitelju proizvoda, navodi puni naziv proizvoda, koji će se izrađivati, potrebnu količinu za izradu, rokove isporuke i sl. Primjer takvog popunjenog radnog naloga sa osnovnim podacima nalazi se na Slici 11. Još neki primjeri radnih naloga dati su na Slici 12.

Radni nalog je dokument kojim se pokreće izvršenje rada. Obično ga izdaje prodaja (za poslove vanjske realizacije) ili druga organizaciona jedinica (za poslove unutrašnje realizacije). Radni nalog sadrži sljedeće podatke:

- datum ispostavljanja,
- broj naloga,
- ime naručioca,
- šifra jedinice koja treba da radi,
- naziv proizvoda (sklop, element, usluga itd.) koji treba izraditi,
- dokumentaciju na osnovu koje će se izvršiti izrada (nacrt, uzorak, model),
- količina proizvoda,
- rok isporuke,
- način optreme i pakovanja,
- drugi uslovi (način prijema, ispitivanje, atesti i slično).

Uz svaki radni nalog se prilaže tehnička dokumentacija proizvoda.

Otvoren radni nalog (ispostavljen) se šalje u pripremu rada. Ovdje se na osnovu njega izvrši tehnološka priprema i priloži karta tehnološkog procesa, operacioni list i instruktazni list. Ovakva izvorna dokumenta preuzima operativna priprema i pravi operativni plan. Po izradi operativnog plana vrši se izrada ostalih dokumenata.

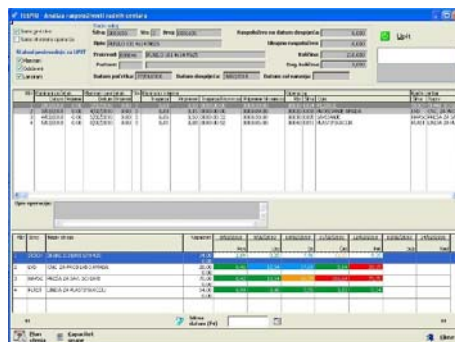
Osnovna svrha radnog naloga je da označi nosioca troškova proizvodnje. Izgled radnog naloga razlikuje se s obzirom na vrstu i tip proizvodnje, a svi radni nalozi pohranjeni su u knjizi radnih naloga, na temelju koje dobivaju svoj evidencijski broj i broj pod kojim se izdaju na radna mjesta. Radne naloge sastavlja služba OPP-e neposredno prije pokretanja proizvodnog ciklusa i izdaje na radna mjesta, na kojima će se proizvod naveden na radnom nalogu izrađivati.

**Radni list** prima radnik i u njemu se navodi koji posao treba da izvrši radnik, koje je odobreno vrijeme za to i ostali podaci za identifikaciju ukupnog posla i nosioca troškova. Radni list se ispostavlja za svaki posao posebno. Kad se završi posao u radni list se upisuju podaci o utrošenom vremenu, izrađenoj količini, nalazu kontrole kvaliteta i drugi podaci na osnovu kojeg se vrši obračun ličnog dohotka. Ovjeravaju ga kontrolor i neposredni organizator posla. Poslije toga radni list se dostavlja u obračun ličnih dohodaka. Iz ovoga izlazi da radni list služi:

Radni nalog broj: 1					Datum izdavanja naloga: 01.10.2017.				
Radna jedinica: 01-2:17-28					Datum dovršenja naloga: 27.10.2017.				
Proizvod: CLN 025 GLI					Zadana količina: 10 000 kom.				
Broj teh. Dokumen.			Narudžba: 1		Izrađena količina: 10 020 kom.				
OBRAČUN MATERIJALA									
Broj		Naziv	Jed. mjere	Planska cijena	Plan. kol. mater.	Za izrađenu količinu proizvoda			
Izvodnic a mater.	Nomen.					Planirana		Stvarno utrošena	
						Količina	Iznos	Količina	Iznos
1/1		Platno (Nylon)	m	27 KM/m	75 cm/kom	7500 m	202500	7515 m	202905 KM
½			m	1 KM/m	10 cm/kom	1000	1000	1002	1002 KM
1/3			kom	4 KM/kom	8 kom	8 kom	32	5 kom	20 KM
OBRAČUN RADA									
Br. faze (oper.)	Naziv	Br. rad. lista	Radno mjesto	Kategor.	KONTROLA			Planir. O.D. za jedin.	Datum (primjedba)
					Loša obrada	Loš mat.	Dobri proizvodi		
2	Šivenje	1	CCP	1.	20		10000 kom		
Skladištar		Kalkulant			Rukov. plana			Ruk. proizv.	

Slika 11. Primjer popunjenog radnog naloga [7]

Radni nalog:		Dio:		Br.			
Serija: komada:		Proizvod:					
Početak rada:			Završetak rada:				
Broj oper.	Naziv operacije	Br. Radn. lista	Plan. vrijeme Tpz t <sub>1</sub>	Efekt vrijeme	Nalaz kontrole	Pot. kont.	Vrijeme početka
1							
2							
...							
Br. Potrošnice materijala:				Datum:		Potpis:	
Obračun izvršio:				/Rukovodilac proizvodnog pogona/			
Datum obračuna:							



Naziv preduzeća-sektora ..... Mesto .....

Porudžbina-Ugovor broj ..... od ..... 20 ..... Datum .....

Poručilac usluge .....

Iz .....

**Radni nalog br. ....**

....., rukovodilac pogonske mašine .....

..... marke, ..... inv.broj ..... priključne mašine .....

....., inv.broj ..... **IZVRŠICE sledeće radove:**

Vrsta radova	Jed. mere	Poručilac	Potrebno goriva po normi (kg.)	Izvršeno	Utrošeno glavnog goriva (kg.)	Vrednost izvršenog rada		Tehničko staranje (časova)	Utrošak časova rada motora			Naziv rudine (potesa)
						Cena po jed.	Ukupno		za obav.	za pri-premu	ukupno	

Slika 12. Primjeri radnih naloga [13, 14,15]

- da se odredi posao koji treba biti izvršen,
- da se evidentira stvarno izvršenje rada i
- kao dokument za obračun ličnih dohodaka.

Primjer popunjenog radnog lista od strane radnika na određeni datum, prikazan na Slici 13.

Na Slici 14 dati su još neki primjeri radnih listova.

RADNA LISTA							
Datum	Ime i prezime	Proizvod	Mašina	Izrađeno		Kontrolor	Napomena
				I. kl.	II kl.		
11.07.2017	Paula Obadić	CGL 025 GLI	CCP 24	1480	20	Ivana Kareži	
11.07.2017	Monika Mijatović	CGL NCP	CCP 23	1200	50	Ivana Kareži	Senzor ne očitava čarapu
11.07.2017	Katica Rabuzin	CGLN 024 GLI	CCP 20	2400		Ivana Kareži	
11.07.2017	Maja Šinjori	MODC 0023	CCP 17	3600	10	Maja Domislović	
11.07.2017	Nenica Baljuk	MODC 1000	CCP 18	1500		Maja Domislović	Počela šivati od 19:30

Slika 13. Primjer popunjenog radnog lista [7]

Radni list		br.:		Operacija:		br.:	
Ime i prezime radnika:				Dio br.:			
RN br.:				Serijski broj komada:			
Kategorija rada:				Serijski broj komada:			
Radno mjesto:				Odjeljenje:			
Planir. vrijeme		Ostvar. vrijeme		Izvršenje norme		Nalaz kontrole	
Tip	tz			dobri	Loše ob.	Loš mat.	dorada
Početak rada:				Završetak rada:			
Potpis:				Potpis:			
Obračun OD izvršio:				Iznoš OD:			
Datum:							

TPR RADNI LIST		PROIZVODNI NALOG		BESPLATNI BROJ LISTA	
NAZIV ENTITETA		ODJELJEVANJE		BROJ	
NAZIV BAZISNOG MJESTA		CJENKA STROJA		ILI TRUŠKA	
LANSERANO		BIAST		SIBNO	
IMENAR		KODIRKA		SPEKTEVA	
IZVRSIO		LANSER		IZVRSIO	
DATUM		POLUPROIZVOD		KONTROLOR	
POTPIŠ					

Slika 14. Primjeri radnih listova [13]

**Trebovnica materijala** služi za izuzimanje potrebnog materijala, koji je naznačen u operacionom listu i sastavnici materijala, Slika 15. Radi se obično u četiri primjerka: za materijalno knjigovodstvo radi knjiženja troškova, za skladište kao potvrda o izlazu materijala, za radnu jedinicu izvršioca posla i za operativno planiranje. Kopije su obično u raznim bojama.

One treba da su iste na svim dokumentima za istu vrstu posla. Ako se slučajno izuzme više materijala nego što treba ili ako se prekida posao materijal se vraća u skladište preko povratnice materijala.

**Izdatnica materijala i izdatnica poluproizvoda** – izdaje se zajedno s ostalom radnom dokumentacijom u proizvodnju prilikom početka proizvodnog ciklusa. Glavna svrha joj je omogućiti izdavanje potrebnih materijala iz skladišta materijala, te izdavanje poluproizvoda iz skladišta poluproizvoda, i doprema istih na radna mjesta. U tu svrhu neophodno je popuniti osnovne podatke – za koji radni nalog se materijal izuzima, količina izuzetog materijala, vrsta materijala, datum izdavanja, te navesti nadležne osobe koje su materijal izdale i osobe nadležne za zaprimanje izuzetog materijala iz skladišta u standardnom formularu izdatnice, kako je





Nalog za alat br. <u>1</u> Za dio <u>CCA</u>				Šifra dijela CCA 0-25		Proizvod CLN 025 GLI		Mašina CCP 17-28	
STANDARDNI ALAT				SPECIJALNI ALAT					
Br. alata	Naziv	Dimenz.	Oper.	Br. alata	Naziv	Dimenz.	Operacija		
1	Pločica	12x7x0,3	2						
2	Remen zupčasti	1,2x3x0,7	2						
Datum: <u>30.09.2017.</u>									
Skladištar					Rukov. proizvodnje				

Slika 19. Primjer popunjenog naloga za alat [7]

**Popratnica** prati materijal kroz sve faze rada. Ista je kao operacioni list osim što ima prostor za upisivanje podataka o izvršenom poslu na svakoj operaciji. Time se kontroliše šta je urađeno na prethodnoj operaciji. Popratnica služi i kao dokument primopredaje posla između radnih jedinica kad nastavljaju rad međusobno, kao i između izvršilaca na pojedinim radnim mjestima.

**Predatnica** služi kao dokument o predaji proizvoda ili poslova skladištu ili primaocu usluge. Sadrži podatke o predmetu i količini proizvoda koji se predaju.

**Popratna karta** – služi za praćenje toka predmeta rada od trenutka ulaska materijala u proizvodni proces, do izlaska gotovog proizvoda iz proizvodnog pogona i uskladištenja u skladište gotovih proizvoda. Ukratko, ovim dokumentom se evidentiraju sve provedene radne operacije prema redoslijedu kojim su izvedene, kao što je dano primjerom na Slici 20. Ovaj dokument obično je prijepis operacijskog lista.

POP RATNA KARTA										
Radni nalog: 1		Količina (kom): 10000			Datum izdav.: 01.10.2017.			Rok završet.: 27.10.2017.		
Materijal-kvaliteta, dimenzija: Nylon, elastin, I klasa					Kol. za 1 kom: 75 cm/kom			Stvarni termin: 27.10.2017.		
R.b.	Pogon	Radno mjesto	Opis operacije	Alat	Tipz	t <sub>1</sub>	kom	Dobrih	Loših	Kontrolor
1	Šivaona	01-2: 19:28	Navlačenje čarape	CCP	4 s	4 s	10000	9980	20	I.Kereži
2	Šivaona	01-2: 19:28	Šivenje prstiju	CCP	4 s	3 s	10000	9980	20	I.Kereži

Slika 20. Primjer popunjene popratne karte [7]

**Terminska karta** – služi za praćenje izvršenja rokova izvedbe svake pojedine radne operacije. Ona je izgledom identična popratnoj karti, no u nju se dodatno upisuju ukupni sati utrošenog rada i rok završetka radne operacije.

**Predatnica gotovih proizvoda** – dokument, koji se izdaje u trenutku kada se gotovi proizvodi predaju u skladište gotovih proizvoda nakon završetka posljednje radne operacije u proizvodnom procesu. Predatnicu ispisuje osoba koja predaje gotove proizvode, potpisuje ju skladištar koji gotove proizvode zaprima u skladište, u onolikom broju u kojem su izdane i izdatnica i povratnica materijala ili poluproizvoda. Primjer popunjene predatnice gotovih proizvoda prikazana na Slici 21.

PREDUZEĆE (Naziv, logo)				Radni nalog br.			
<b>PREDATNICA Br.</b>							
R.b.	Šifra	Naziv gotovo proizvoda ili poluproizvoda	Jed. mjere	Kol.	Jed. cijena KM	Ukupna vrijednost KM	
1.	1/1/I	Ženska hulahopka – CLN 025 GLI (I klasa)	kom	10000	20 KM/kom	200000 KM	
2.	2/1/II	Ženska hulahopka – CLN 025 GLI (II klasa)	kom	20	12 KM/kom	240 KM	
3.							
Tehnička kontrola		Isporučio	Primio		Knjižio		
Kristina Koačko		Smiljana Novak	Robert Bednjarić				

Slika 21. Primjer popunjene predatnice gotovih proizvoda [7]

**Izveštaj o škartu** – ovaj dokument se izdaje u izuzetnim situacijama kada kontrola proizvodnje uoči povećanu količinu proizvoda, koji su loše izrađeni. Navedeni dokument šalje se u jednom primjerku službi OPP-e, koja mora odlučiti da li je moguće nastali škart popraviti bez prevelikih dodatnih troškova materijala i utroška vremena ili će se raditi nadoknada potrebne količine kroz druge proizvodne serije. [5]

Sva radna dokumenta ulažu se u radionički dosije, kompletiraju i odlažu.

Budući da se skoro sva radna dokumentacija radi u više primjeraka treba riješiti problem njenog umnožavanja. Za veći broj radnih naloga to svakako nije moguće raditi ručno. U praksi je razvijeno više tehnika koje imaju odgovarajuću opremu.

Radna dokumentacija je izvor informacija o izvršenom radu i radi toga ima trajniju vrijednost, a njeno kretanje treba da je utvrđeno organizacionim propisima (hodogram).

Neobično je važno da se rad izvodi na način kako je to propisano u radnoj dokumentaciji. To je tehnološka disciplina. U praksi se dešavaju greške i mogu se naći i bolja rješenja. Međutim izmjene u dokumentaciji mogu se vršiti samo po određenom postupku i na određenom mjestu. Inače će nastati nered u poslovnom sistemu. Način i postupak izmjena treba propisati organizacionim propisima.

## 6. PRIPREMA RADNIH MJESTA

Priprema radnih mjesta obuhvata sve poslove koji će omogućiti da izvršenje određenog zadatka (izrada proizvoda) može da prođe u planiranom roku. U zavisnosti od:



- vrste proizvoda,
- tipa proizvodnje,
- načina kretanja proizvoda kroz radionicu,
- veličine poslovnog sistema,
- organizacione strukture poslovnog sistema i
- vrste radnog mjesta.

Ovi poslovi mogu biti manjeg ili većeg obima i mogu da ih izvode veći ili manji broj izvršilaca i organizacionih jedinica.

Dio pripreme radnog mjesta obavezno vrši sam izvršilac bez obzira kakvi su gore navedeni elementi kao čišćenje radnog mjesta, uključivanje elektromotornog napajanja, priprema alata koji samo koristi taj radnik, odnosno radno mjesto.

Drugi dio pripreme ovisi od toga koliko je to radno mjesto otvoreno, odnosno zatvoreno. Tako kod potpuno zatvorenog radnog mjesta neposredni izvršilac više ne radi nikakve pripreme osim osnovnih radnji koje se odnose na mašinu, odnosno prostor radnog mjesta. Sve ostalo rade drugi izvršioци iz jedne ili više organizacionih jedinica:

- oštrenje i popravak alata, donošenje i odnošenje na radno mjesto obavlja priprema alata i naprava,
- priprema materijala i unutrašnji transport dovoze materijal i odvoze izradak,
- lansiranje obezbjeđuje dokumentaciju,
- kontrolor dolazi i pregleda kvalitet proizvoda i
- održavanje dolazi za slučaj kvara mašine na poziv poslovođe.

Ako je radno mjesto potpuno otvoreno sve navedene radnje izvodi neposredni izvršilac izuzev popravaka kvarova mašine, pa ponekad i to radi.

Između ova dva ekstrema postoje različite kombinacije, čiji oblik i struktura ovise od konfiguracije uticajnih faktora.

## **7. MJESTO PRIPREME RADA U ORGANIZACIONOJ STRUKTURI**

Poslovi pripreme rada su brojni i raznovrsni. Svi oni postoje u svim poslovnim sistemima samo u različitom obimu i međusobnim odnosima.

Uticaj pripreme rada na efikasnost odvijanja proizvodnog i poslovnog procesa je veliki. Zato je značajna i njena organizacija, odnosno mjesto u organizacionoj strukturi poslovnog sistema. Osnovni faktori koji utiču na organizaciju pripreme rada su:

- obim i složenost zadatka pripreme rada,
- homogenost proizvodnog programa,
- veličina poslovnog sistema,
- prostorni razmještaj dijelova poslovnog sistema.

Osnovni kriterijumi za opredjeljenja mjesta pripreme rada u organizacionoj strukturi poslovnog sistema su:

- priprema rada treba da bude što bliže mjestu izvođenja rada (efikasnost),
- treba da obuhvati što više aktivnosti pripreme rada (sveobuhvatnost),
- što veća koncentracija zajedničkih aktivnosti (racionalnost).

Prvi i treći kriterijum su međusobno protivrječni i rješenje će biti neki kompromis, koji odgovara konkretnim uslovima poslovnog sistema.

U osnovi priprema rada može biti organizovana:

- centralizovano za čitav poslovni sistem,
- decentralizovano po pojedinim proizvodnim sistemima poslovnog sistema i
- kombinovano gdje se neke aktivnosti rade centralizovano za čitav poslovni sistem (naprimjer konstruisanje proizvoda ili alata), a neke specifične aktivnosti decentralizovano po proizvodnim sistemima (naprimjer lansiranje).

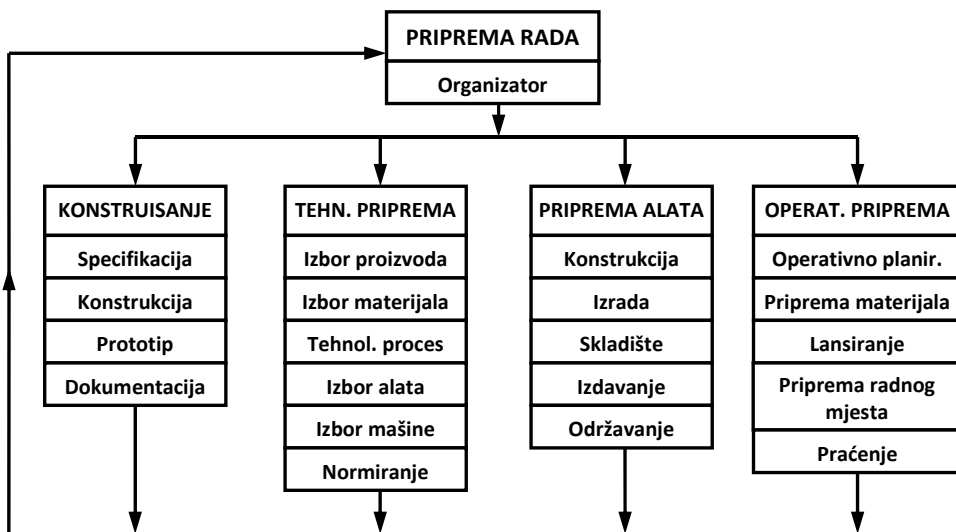
Centralizovani oblik organizacije pripreme rada pogodan je za male poslovne sisteme i homogen proizvodni program.

Decentralizovani oblik organizacije pripreme rada pogodan je za velike poslovne sisteme, nehomogen proizvodni program i razmještaj dijelova poslovnog sistema na velikim prostorima.

Kod kombinovanog oblika centralizuju se aktivnosti, koje su manje frekvencije, traže specijalizovane kadrove i sredstva za rad. Decentralizuju se aktivnosti specifične za pojedine dijelove poslovnog sistema.

Pri izboru nekog od ovih oblika prvo se posmatraju sve aktivnosti pripreme rada, pa tek onda dijelovi poslovnog sistema.

Jedan opšti model organizacije pripreme rada se svim funkcijama prikazan je na Slici 22. Pri ovome pojedine jedinice mogu biti pojedinci ili organizacione jedinice sa većim ili manjim brojem ljudi.



Slika 22. Opšti model pripreme rada sa svim funkcijama [1]

## 8. LITERATURA

- [1] Žugaj, M.; Šehanović, J.; Cingula, M.: Organizacija, Fakultet organizacije i informatike, Varaždin, 1999.
- [2] Brdarević, S.: Organizacija proizvodnje, Mašinski fakultet u Zenici, Zenica, 1986.
- [3] Vila, A.; Leicher, Z.: Planiranje proizvodnje i kontrola rokova, Informator, Zagreb, 1976.
- [4] Brdarević, S.: Projektovanje fabrika, Mašinski fakultet u Zenici, Travnik, 1996.
- [5] Mirković, D.: Projektovanje fabrika, Mašinski fakultet, Sarajevo, 1970.
- [6] Inženjerski priručnik IP4, treći svezak, Školska knjiga, Zagreb, 2002.
- [7] Žaja, M.: Proizvodnja – Uvod u ekonomiku i organizaciju proizvodnih radnih funkcija, Narodne novine, Zagreb, 1979.
- [8] <https://repozitorij.unin.hr/islandora/object/unin:1499/preview> (pristup 19.09.2019.)
- [9] Vila, A.; Štajdl, B.; Čala, I.; Karabaić, I.: Modeli planiranja proizvodnje u industriji, Informator, Zagreb, 1982.
- [10] Majcen, Ž.; Pavlović, J.; Santini, I.: Ekonomika organizacija udruženog rada – Teorija proizvodnje, Informator, Zagreb, 1980.
- [11] <https://vdocuments.site/operacijski-list-tok.html> (pristup 19.09.2019.)
- [12] <http://www2.sts.si/arhiv/cncpro/operacij.htm> (pristup 19.09.2019.)
- [13] Mikac, T.; Blažević, D.: Planiranje i upravljanje proizvodnjom, Tehnički fakultet Rijeka, Rijeka, 2007.
- [14] <http://www.qiqo.hr/index.php/proizvodnja/129> (pristup 19.09.2019.)
- [15] <http://besplatniobrasci.com/radni-nalog-primer/> (pristup 19.09.2019.)
- [16] [http://savpo.rs/shop/index.php?route=product/product&product\\_id=388](http://savpo.rs/shop/index.php?route=product/product&product_id=388) (pristup 19.09.2019.)
- [17] [https://uputstvo.calculus-portal.rs/help/srp\\_sr/trgo/trgo\\_A1.07.html](https://uputstvo.calculus-portal.rs/help/srp_sr/trgo/trgo_A1.07.html) (pristup 19.09.2019)
- [18] <http://www.informaticki-centar.hr/Frame/UPUTE%20ZA%20RMK/Document2.html> (pristup 19.09.2019.)
- [19] <https://www.slavonijapapir.hr/usluge-tiska/tisak-blokovske-robe> (pristup 19.09.2019.)

## VIII KONTROLA I UPRAVLJANJE KVALITETOM

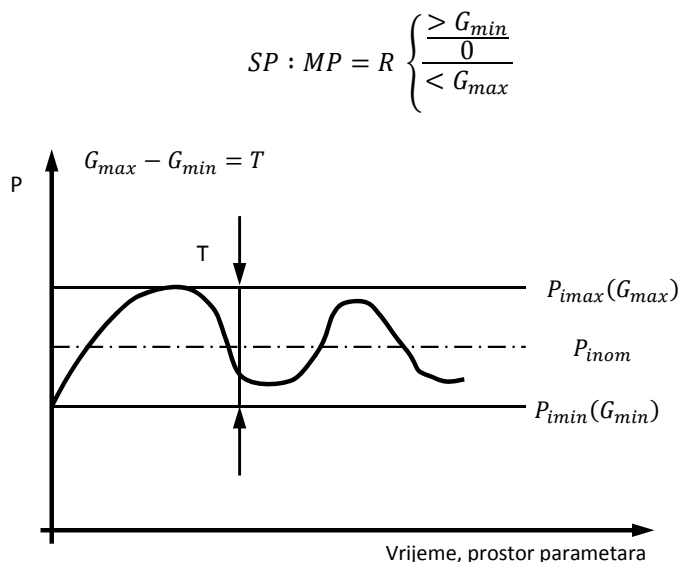
### 1. POJAM I POTREBA KONTROLE

Pod pojmom kvalitet podrazumijeva se skup osobina kojima se ocjenjuje neki proizvod s obzirom na njegovu funkcionalnost, ekonomičnost ili zadovoljstvo koje nam pruža. Osobine proizvoda se cijene prema postavljenim kriterijumima koje nazivamo karakteristikama kvaliteta. Razlikuje se kvalitet koji pruža zadovoljstvo i kvalitet povezan sa upotrebom. Prvi se naziva hedonistički, drugi tehnički kvalitet.

Tehnički kvalitet se dijeli na: fizički i funkcionalni kvalitet. Fizički kvalitet čine mehaničke, termičke, zvučne i slične osobine proizvoda, a funkcionalni kvalitet ispoljava se njegovom pogodnosti za upotrebu (jednostavnost rukovanja, mala potrošnja energije, lahka zamjena dijelova, itd.).

Kontrola kvalitete predstavlja radnju upoređivanja ostvarenih karakteristika proizvoda sa propisanim karakteristikama. Karakteristike se propisuju tehničko – tehnološkom dokumentacijom ili se daju u vidu standarda.

Kontrola je događaj i postupak kojim se u proizvodnom i poslovnom procesu utvrđuje da li se u prethodnim aktivnostima postiglo ili dobilo ono što je planirano, zamišljeno ili projektovano. To je u stvari poređenje jednog stvarnog skupa parametara sa prethodno postavljenim modelom, Slika 1. [1]



Slika 1. Prikaz kontrole [1]

gdje je:

$S$  – stvarni skup vrijednosti parametara  $P_i$ ,

$M$  – model parametara  $P_i$ ,

$R$  – razlika modela i stvarnog stanja,

$T$  – tolerancijsko polje.

U stvarnosti su moguća tri slučaja, odnosno tri odnosa  $R$  i  $T$ :

$$R < T,$$

$$R > T,$$

$$R = 0.$$

Za  $R < T$  parametar se nalazi u dozvoljenim granicama, odnosno proces ili proizvod su u radu.

Za  $R > T$  parametar se nalazi izvan dozvoljenih granica, odnosno proces ili proizvod nisu u radu. Postizanje  $R=0$  je rijetko moguće ili uz velike troškove. U realnom svijetu uglavnom nema potrebe za tim. Na sisteme i procese djeluje čitav niz vanjskih i unutrašnjih negativnih uticaja koji ih odvlače od normalnog i projektovanog stanja. Da bi ih vratili u dozvoljene granice potrebno je da kontrolišemo parametre stanja i upoređujemo sa granicama stanja te donosimo određene odluke. Pri tome kontrolisani parametri mogu biti veoma različiti.

Dozvoljene granice, odnosno tolerancijsko polje se odredjuje na osnovu:

- iskustva iz prošle prakse,
- eksperimenta i
- zahtjeva (potrošača, procesa, mašina, upravljača).

Na veličinu tolerancijskog polja utječu svrha i funkcija elemenata čiji se parametri kontrolišu, mogućnosti elemenata sistema i troškovi držanja parametara u tolerancijskom polju.

Međutim, kvalitet proizvoda ne zavisi samo o kvalitetu izrade, već i o kvalitetu obavljenih radnji u svim fazama koje prethode izradi. Kvalitet se stvara u fazi oblikovanja i tehnološke razrade. U procesu izrade postizanje predviđenog kvaliteta neće prvenstveno zavisiti isključivo o radniku i njegovoj obučenosti, nego i o kvaliteti mašina i alata kojima se radnik služi, fizičkih uslova radne sredine i sl. Jednom rječju, kvalitet je funkcija ukupnog rada kolektiva u svim fazama ciklusa proizvodnje i reprodukcije, koji se ogleda kroz kvalitet nabavljenih materijalnih činilaca, obučenosti radnika, njihovoj imaginaciji i radnoj preciznosti. [2]

Zadatak službe kvaliteta ne iscrpljuje se ocjenom ostvarenog kvaliteta. Njen zadatak je mnogo širi. Savremeno organizovana služba kvaliteta preduzima preventivne mjere na svim nivoima rada i poslovanja radi obezbjeđenja predviđenog kvaliteta. Ukupnost svih mjera koje se preduzimaju u svim fazama stvaranja proizvoda i ocjene ostvarenog kvaliteta nazivaju se upravljanje kvalitetom.

Kontrola kvaliteta ima poseban društveno – ekonomski značaj. Unutar preduzeća djeluje u pravcu stalnog održavanja i poboljšanja kvaliteta proizvoda i rada uopšte što ima za posljedicu smanjenje škrta, naknadne obrade i sl., a izvan zaštićuje kupca time što ne dozvoljava da loš proizvod dođe na tržište.

## 2. PODJELA KONTROLE KVALITETA

U današnjoj savremenoj proizvodnji kontrola (generalno) i kontrola kvaliteta je neizbježna. Kontrola kvaliteta može se promatrati kroz objekt kontrole. Tako je kontrolu kvaliteta moguće provesti kroz kontrolu tehničke dokumentacije, kontrolu uzoraka ili kontrolu cijelog skupa (populacije). Kontrola kvaliteta izlaza iz procesa preko dokumentacije je najmanje pouzdan vid kontrole, ali je zato najbrži i najjeftiniji. [3]

Kontrola kvalitete unutar poduzeća može biti izvedena na tri načina:

- bez kontrole;
- uzorkovanjem i
- 100% kontrola.

**Bez kontrole** – u današnje vrijeme teško je naći preduzeće koje nema uspostavljen barem neki vid kontrole kvaliteta. Koliko je to rizično, toliko je i skupo budući da proizvodi odlaze na tržište bez da su dobili certifikat da su kao takvi ispravni. To je moguće primijeniti u preduzećima s visoko sofisticiranom opremom, gdje je proizvodnja uhodana i dugogodišnja i gdje ima malo mjesta za pogreške, ali to i dalje ne osigurava da će svaki proizvod izaći ispravan.

Osnovna **ideja uzorkovanja** je u cilju ekonomičnosti odustati od kontrole svih proizvedenih jedinica (100%) i kontrolirati samo mali dio slučajno izabranih jedinica. Također, uzorkovanje je mnogo efikasniji oblik kontrole kvalitete od 100% – tne kontrole. Vrijeme i trud koji bi se uložio u 100% – tnu kontrolu može se iskoristiti za kvalitetnije uzorkovanje više uzoraka kao i za kvalitetnije rezultate. [4]

**100% – tna kontrola** – U praksi je dokazano da stopostotna kontrola nije 100% djelotvorna da bi se razdvojili dobri od loših proizvoda. Spoznaja o šteti za preduzeće, koje nastaje prilikom odvajanja dobrih od loših proizvoda kada je greška već nastala, dovodi do orijentacije na preventivu. [4]

100% – tna kontrola uvijek ima, u pravilu, prednost pred uzorkovanjem.

Postoji nekoliko osobina 100% – tne kontrole koje imaju nedostatke u usporedbi s uzorkovanjem:

1. **Skupa je** – Svaki izrađen dio mora se pojedinačno provjeravati. Efikasnost se postiže samo primjenom mjernih (kontrolnih) automata, a ne aktivnošću kontrolora;
2. **Nerazumijevanje značenja (postupka) 100% – tne kontrole** - 100 % – tna kontrola je rijetko, u pravilu nikada, potpuna kontrola svih karakteristika dijela, nego je to provjera samo određenih karakteristika. Izjava "100 % – tna kontrola je potrebna" u pravilu dovodi do pretjerane kontrole pri čemu se propušta ono što je ključno;
3. **Uključuje sortiranje** – U biti, 100 % – tna kontrola znači odvajanje (sortiranje) loših dijelova od dobrih. To je tzv. «brojanje mrtvih», odnosno postupak koji je potpuno stran savremenom (preventivnom) pristupu kontroli kvaliteta;
4. **Može rezultirati prihvatanjem nekih neusklađenih ili oštećenih dijelova** – Brojne nezavisne provjere pouzdanosti 100 % – tne kontrole u odvajanju loših dijelova od dobrih bacili su značajnu sumnju na njenu efikasnost. Monotonija ponavljajućih operacija kontrole može rezultirati nenamjernim prihvatanjem loših dijelova;
5. **Može rezultirati neprihvatanjem dobrih dijelova** – Nekada kontrolori misle da njihov posao nije opravdan od njihovih nadređenih ako stalno prihvataju dijelove. To ponekad

rezultira prekritičnim interpretacijama specifikacija i neprihvatanjem zadovoljavajućih dijelova;

6. **Može biti nepraktično** – U slučajevima gdje su potrebna razorna ispitivanja, 100 % – tna kontrola je, naravno, nemoguća. [5]

Sa stanovišta ciljeva, metoda i sredstava, koje koristi kontrola u poslovnom sistemu može da se podijeli na [1]:

- tehničku i
- ekonomsku.

S obzirom na objekat kontrole razlikujemo:

- a) kontrolu sirovina i ulaznog materijala,
- b) kontrolu operacija,
- c) kontrolu dijelova,
- d) kontrolu gotovih proizvoda,
- e) kontrolu sredstva za rad, postrojenja i uređaja;
- f) kontrolu radnih uslova.

Prema fazama izrade proizvoda razlikujemo:

- a) ulaznu kontrolu (kontrola kvaliteta sirovine i drugog materijala i sredstava za rad prilikom preuzimanja od isporučilaca),
- b) međufazna kontrola (kontrola u toku procesa izrade),
- c) završne kontrole (kontrola kvaliteta gotovih proizvoda ili poluproizvoda prilikom predaje u magacin gotove robe, odnosno kupcu).

Kontrola kvaliteta rezultata rada u procesu prema učestalosti provedbe može biti: stalna (kontinuirana), periodična i povremena [3].

- a) Kontinuirana ili stalna kontrola je primjenjiva u proizvodnim procesima kada je rezultat prethodnih procesa neizvjestan i gdje postoji velika vjerojatnost pojavljivanja neusklađenih proizvoda.
- b) Periodična kontrola kvaliteta proizvoda obično se primjenjuje na izlazu iz vlastitih procesa koji na osnovu iskustva daju neizvjesnu kvalitetu izlaza.
- c) Povremeno kontrolisanje se primjenjuje u rjeđim slučajevima kada vlastiti procesi povremeno daju neizvjesni kvalitet rezultata procesa.

Sa stanovišta stepena obuhvatnosti skupa parametara koji se kontrolišu kontrola se dijeli na:

- ukupnu ili potpunu kontrolu gdje se kontrolišu svaki član skupa parametara. Primjenjuje se u slučajevima kad izlazak kontrolisanih parametara iz dozvoljenih granica može da izazove povredu ljudi, velike materijalne štete, velike poremećaje u poslovnom sistemu, kad to propisuje zakon ili kad zahtijeva kupac. U odnosu na statističku kontrolu izaziva veće troškove i traje duže vremena;
- statističku kontrolu gdje se od ukupnog skupa parametara kontrolišu određeni uzorak i na osnovu njega donosi zaključak o stanju ukupnog skupa u smislu postavljenih zahtjeva. Temelji se na statističkim zakonitostima slučajnih pojava. Na ovim zakonitostima izgrađena je naučna disciplina koja za sada uglavnom tretira proizvod. U odnosu na ukupnu kontrolu statistička kontrola traje kraće, manje košta, ali postoji i šansa da se pogriješi ili propusti loš parametar. Primjenjuje se u serijskoj i masovnoj proizvodnji, na parametre koji ne izazivaju veliku štetu i uglavnom na elemente sistema, a ne na njihove podsisteme.

Sa stanovišta predmeta kontrole u poslovnom sistemu možemo uočiti kontrolu:

- elementa poslovnog sistema i
- procesa u poslovnom sistemu.

Neki autori, u [3] dodaju još neke od podjela kontrola kao što su:

- kontrola kvaliteta prema vrsti dobivenih podataka,
- kontrola kvaliteta prema vrsti uzorkovanja za kontrolu,
- kontrola kvaliteta prema definiranim parametrima za kontrolu,
- kontrola kvaliteta prema nivou kontrole,
- kontrola kvalitete prema vrsti pristupa kontroli,
- kontrola kvalitete prema vrsti plana kontrole i
- kontrola kvalitete prema postupku normizacije.

Ukratko o njima bit će navedeno nekoliko riječi, a detaljnije objašnjenje će biti navedeno uz obradu pojedinih tema u nastavku knjige.

#### Kontrola kvaliteta prema vrsti dobivenih podataka [3]

Kako je tokom kontrole kvaliteta moguće dobiti dvije osnovne vrste podataka i to kontinuirane i diskontinuirane, može se govoriti o kontinuiranoj kontroli kvaliteta i diskontinuiranoj (diskretnoj) kontroli kvaliteta.

Pri kontinuiranoj kontroli kvaliteta dobivaju se numeričke, odnosno mjerne karakteristike kvaliteta proizvoda koji se kontroliše (method of variables). Podaci mogu biti bilo koja veličina između definiranih vrijednosti „a“ i „b“.

Pri diskretnoj kontroli kvaliteta dobivaju se atributni podaci (method of attributes), znači podaci koji nastaju samo prebrojavanjem, a koji mogu biti samo cijeli brojevi između definiranih vrijednosti „a“ i „b“.

U Tabeli 1. prikazane su razlike između kontroliranih mjernih i atributivnih karakteristika (kontinuirane i diskontinuirane varijable).

*Tabela 1. Razlike između kontrolisanja kontinuirane i diskretne veličine [3]*

Karakteristike kontrole kvaliteta preko kontinuirane veličine		Karakteristike kontrole kvaliteta preko diskretne veličine	
+	zadane granice tolerancija	-	nisu definisane tolerancije
+	jednostavnije	-	složenije
+	brže se realizira	-	sporije se realizira
+	na zavisi od oblika statističke raspodjele	-	zavisi od oblika statističke raspodjele
+	zahtijeva jeftinije kontrolne instrumente	-	zahtijeva skuplje kontrolne uređaje
+	općenito ima niže troškove	-	općenito ima veće troškove
-	rezultat kontrole atributi	+	rezultat numerički (bilo koji broj)
-	zahtijeva veće uzorke	+	zahtijeva manje veličine uzoraka
-	rezultat sa manje informacija	+	rezultat sa više informacija



Kontrola kvalitete prema vrsti uzorkovanja za kontrolu

Temeljno pitanje koje se postavlja pri kontroli uzorkovanjem glasi: „Koliki uzorak treba kontrolirati da bi nalaz kontrole bio pouzdan u pogledu procjene nivoa kvaliteta cijele isporuke?“ Taj problem se može efikasno rješavati upotrebom planova uzorkovanja. Planovi uzorkovanja su dodaci u mnogo primjera za sve druge pristupe u kontroli prijema ulaznih materijala i dijelova. Planovi se također široko upotrebljavaju u završnoj kontroli radi provjere kvaliteta isporuke prije isporučivanja kupcu. Ponešto različita i jednako važna potreba za primjenom planova uzorkovanja odnosi se i na kontrolu dijelova i sklopova tokom procesa proizvodnje.

Planovi uzorkovanja se dijele u dvije temeljne skupine:

1. planovi uzorkovanja (prijema) za attribute (rezultat kontrole je atribut: dobro – loše, broj grešaka i sl.). Temelje se na Binomnoj i Poissonovoj raspodjeli;
2. planovi uzorkovanja (prijema) za varijable (rezultat kontrole je mjerni podatak). Temelje se na Normalnoj i Studentovoj raspodjeli.

O uzorkovanju bit će više riječi u nastavku poglavlja.

Kontrola kvaliteta prema definiranim parametrima za kontrolu

Kontrola kvalitete prema definiranim parametrima može biti na osnovu: AQL, LQL, LQ i IQL.

Oblik kontrole kvalitete prema prihvatljivom nivou kvaliteta (AQL). Vrijednost AQL (engl. *acceptable quality level*) je oznaka procenta neusklađenih jedinica (ili broja neusklađenosti na 100 jedinica) koji će shemom uzorkovanja biti primljen najveći broj puta. Očekuje se da će prosjek procesa biti manji od vrijednosti AQL-a ili jednak toj vrijednosti da bi se izbjeglo prekomjerno odbijanje na temelju ovog sistema kontrole.

Oblik kontrole kvalitete prema LQL (engl. *limiting quality level*), primjenjuje granicu LQL odbijanja proizvoda s rizikom korisnika. Pogodna je za kontrolisanje ulaza, koji slijede sa zahtjevom otkrivanja neusklađenih proizvoda.

Oblik kontrole kvalitete prema LQ (engl. *limiting quality*), granični kvalitet. To je nivo kvaliteta, čija se vjerojatnoća prihvatanja ograničava na malu vrijednost kad se, radi kontrole uzorkovanjem, količina (partija) razmatra izdvojeno.

Oblik kontrole kvalitete prema ILQ (engl. *indifference quality level*), primjenjuje srednju granicu neispravnosti IQL i pogodan je za kontrolu izlaza isporučitelja, sa nizom proizvedenih partija i sa zahtjevom ispravnosti, uz jednake vjerojatnoće prijema i odbijanja.

Kontrola kvaliteta prema nivou kontrole

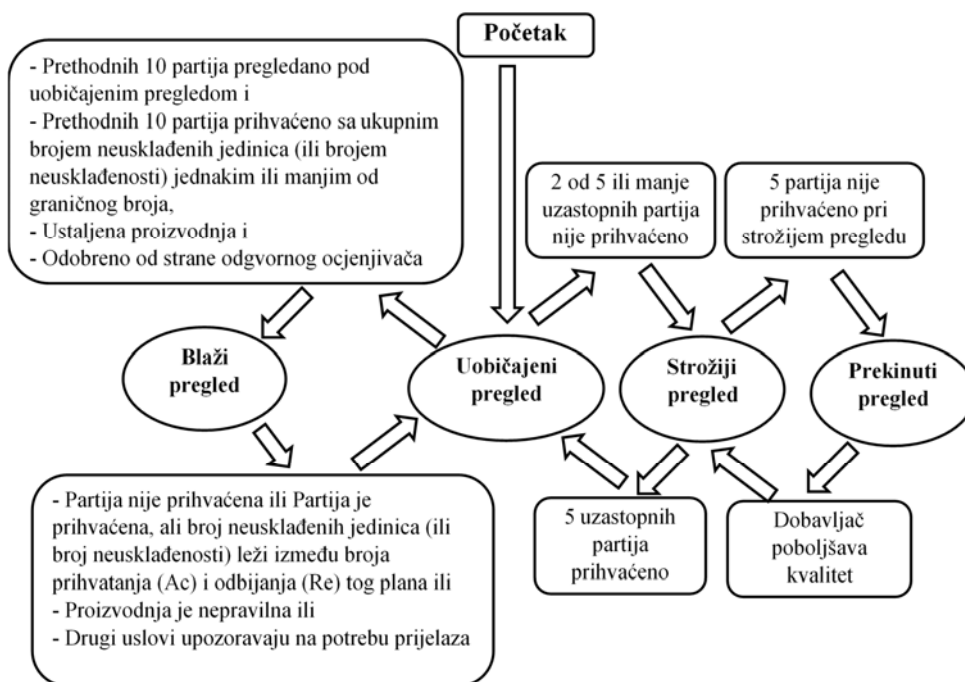
Odgovorni ocjenjivač u procesu propisuje zahtijevani nivo kvalitete za svaku posebnu primjenu. Izbor nivoa kontrole odvojen je od planova uzorkovanja. Razlikuju se tri nivoa pregleda (I, II, III) za opći nivo upotrebe. Ako nije drugačije određeno, upotrebljava se nivo kontrole II. Kad se zahtijeva manje razlikovanje može se upotrebljavati nivo pregleda I, a kad se zahtijeva veće razlikovanje, nivo kontrole III. Općenito se ovaj nivo koristi pri kontrolisanju uobičajenih i manje problematičnih rezultata procesa.

U primjeni nivoa kontrole razlikuju se još četiri specijalna nivoa kontrole (S-1, S-2, S-3, S-4), a koje se koriste kad su nužne srazmjerno male veličine uzoraka, a mogu se ili će se dopustiti

ili se dopuštaju veliki rizici uzorkovanja. Ovaj specijalni nivo kontrole primjenjuje se za kontrolu složenih, skupih ili općenito kritičnih rezultata procesa (naprimjer, sa razaranjem ili uništavanjem).

### Kontrola kvalitete prema vrsti pristupa kontroli

Prema pristupu kontroli kvalitete razlikuje se uobičajeni, stroži i blaži pregled. Na početku kontrole, ako nije drugačije odlučeno, provodi se uobičajeni pregled. Primjenjuje se za uobičajenu veličinu uzoraka i uobičajen kriterij za prijem ili odbijanje proizvoda. Blaži pristupi kontroliranju primjenjuju se kod većih uzoraka ili blažeg kriterija za preuzimanje ili odbijanje serije ili neke pošiljke. Stroži pristup kontroliranju primjenjuje se pri manjim veličinama uzoraka i kad je strožiji kriterij za prijem ili odbijanje serije ili pošiljke. Slika 2. pokazuje općenita pravila prelaza pregleda.



Slika 2. Općeniti prikaz pravila prelaza [3]

### Kontrola kvaliteta prema vrsti plana kontrole

Ovisno o primijenjenom planu uzorkovanja odluka o prihvaćanju (odbijanju) proizvoda može se donijeti nakon:

1. kontrole jednog slučajno odabranog uzorka (jednostruko uzorkovanje),
2. kontrole najviše dva slučajna uzorka (dvostruko uzorkovanje),
3. kontrole više od dva slučajna uzorka (višestruko uzorkovanje).

Jednostruki plan kontrole (*single sampling plan*) je najjednostavniji plan kontrole, sa najnižim jediničnim troškovima kontrole ali s najvećim brojem primjeraka u jednom uzorku. Dvostruko

uzorkovanje (*double sampling plan*) je složenije uzorkovanje od prethodnog. S manjim ukupnim brojem primjeraka u dva uzorka ali s većim jediničnim troškovima kontrole.

Višestruko uzorkovanje (engl. *multiple sampling plan*) je najslabije uzorkovanje, s najmanjim ukupnim brojem primjeraka u sedam uzoraka ali s najvećim jediničnim troškovima kontrole.

Odluka o vrsti plana obično se temelji na usporedbi između administrativnih poteškoća i prosječnih veličina uzorka za dostupne planove. Primjerice, za uzorkovanje prema ISO 2859 (prema atributima) prosječna veličina uzorka za planove višekratnog uzorkovanja manja je od prosječne veličine uzorka za planove dvostrukog uzorkovanja, a svaki od tih prosječnih veličina obično je manja od prosječne veličine uzorka za jednostruke planove uzorkovanja.

### Kontrola kvaliteta prema postupku standardizacije

Kontrola kvaliteta prema normama može biti klasična i standardizirana. Klasična kontrola kvaliteta nastala je kao rezultat doprinosa mnogih naučnika i gurua kvaliteta, primjerice: Gaussa, Shewharta, Dodgea, Romiga, Walda Gosseta, Hamakera itd. i kao takva je znatno složenija od standardizirane i zasnovana je na statističkim principima, odnosno teoriji raspodjela i teoriji uzoraka.

Standardizirana kontrola kvaliteta svoje korijene vuče iz većih svjetskih korporacija kao interne postupke kontrole, primjerice: Western Elektrik, General motors, Philips, Ford, Simens, Boieng, itd. koji su poslije preuzeti od strane nacionalnih i međunarodnih organizacija kao nacionalni ili međunarodni standard, kao npr.: DIN, BAS, ISO, IEC, EN i dr. Postupci su jednostavniji od klasičnih postupaka, te dovoljno tačni i precizni.

Neki autori kontrolu izdvajaju i definišu kao posebnu funkciju poslovnog sistema. Međutim to je dio upravljanja sistemom koji daje podloge za donošenje odluka.

## **2.1. Tehnička kontrola**

Tehnička kontrola je upoređivanje stvarnih vrijednosti skupa tehničkih parametara elemenata poslovnog sistema i njegovih procesa sa modelima tih parametara u vremenu i uslovima.

Skup parametara koji se kontroliše najčešće čine sljedeći parametri: dimenzije, količine, mehaničke karakteristike, hemijske karakteristike, struktura proizvoda, funkcionalne karakteristike, estetske karakteristike i uslovi rada.

Ciljevi tehničke kontrole su da [1]:

- utvrdi postoje li odstupanja kontrolisanog parametra izvan dozvoljenih granica,
- locira mjesto odstupanja (proizvod, operacija, radno mjesto),
- ukaže na uzroke odstupanja,
- ukaže na metode otklanjanja odstupanja.

S obzirom na elemente poslovnog sistema koji se kontrolišu tehnička kontrola može se podijeliti, odnosno obuhvata kontrolu [1]:

- predmeta rada, proizvoda,
- sredstava za rad i
- uslova rada.

Ovako shvaćena tehnička kontrola često se naziva kontrola kvaliteta, što je uži sadržaj od sadržaja termina tehnička kontrola.

I pored vidljivog doprinosa tehničke kontrole kvalitetu procesa poslovnog sistema i njegovog izlaza, ona nije organ upravljanja procesom, prvenstveno proizvodnjom. Tehnička kontrola prvenstveno odvaja proizvode, predmete rada, sredstva za rad i uslove rada koji ne zadovoljavaju propisane norme ili ugovorene uslove.

### **2.1.1. Kontrola kvaliteta proizvoda**

Veoma je teško dati definiciju kvaliteta proizvoda koja bi bila opšte prihvatljiva. Jedna od definicija kvaliteta proizvoda glasi: "Kvalitet proizvoda predstavlja skup njegovih fizičkih i hemijskih karakteristika koje određuju funkcionalna svojstva, oblik, dimenzije, sastav, boje i estetski izgled proizvoda. Kvalitet treba da obezbijedi upotrebu proizvoda prema njegovoj namjeni. Ukoliko proizvod ispunjava osnovni uslov sa stanovišta cilja kome je namijenjen, znači da je obezbijeden povoljan kvalitet proizvoda".

Ovoj definiciji treba dodati zahtjeve kvaliteta koji se pojavljuju u novije vrijeme i to u pogledu:

- ujednačenosti funkcije,
- zamjenjivosti dijelova,
- prilagođenosti svrsi i
- cijene.

Ukupan kvalitet proizvoda može da se posmatra kao:

- hedonistički kvalitet, kao zadovoljstvo koje nam pruža upotreba i posjedovanje konkretnog proizvoda. Najčešće se odnosi na funkciju i estetski izgled proizvoda;
- tehnički kvalitet koji se odnosi na funkcionalnost i fizičke karakteristike proizvoda i
- ekonomski kvalitet koji se odnosi na ekonomske koristi od upotrebe i posjedovanja proizvoda.

Inače postoje razlike u shvatanju kvaliteta između:

- potrošača, koji posebnu pažnju obraća na prilagođenost cijeni i mogućnosti isporuke i
- proizvođača, koji kod definicije kvaliteta polazi od želja i mogućnosti korisnika kvaliteta, te od ekonomskog aspekta kvaliteta, tačnije odnosa troškova kvaliteta i prihoda nastalog poboljšanjem kvaliteta.

Kontrola kvaliteta proizvoda ima zadatak da utvrdi da li je ostvaren planirani kvalitet proizvoda. Da bi ovo obavila kontrola se koristi uglavnom sa dvije grupe metoda:

- kontrola pojedinačnih proizvoda i
- statistička kontrola.

Za kontrolu kvaliteta pojedinih proizvoda služe razne metode čiji izbor zavisi od tipa proizvodnje, tipa djelatnosti i organizacije proizvodnog procesa. U praksi se najčešće pojavljuju sljedeće kontrole:

- **kontrola ključne operacije** vrši se u toku rada ili po završetku operacije od koje najviše ovisi kvalitet. Obično je to skupa ili složena operacija;
- **retrospektivna kontrola** primjenjuje se kod naročito osjetljivih proizvoda ili dijelova.

- U svakoj narednoj operaciji radnik provjerava šta se uradilo u prethodnim operacijama;
- **kontrola prije montaže** primjenjuje se u nekim osjetljivim situacijama da bi se još jednom prije montaže provjerilo da li svi dijelovi odgovaraju konstrukcionim karakteristikama;
  - **funkcionalna kontrola** gdje se provjerava da li proizvod zadovoljava uzajamno funkcionisanje dijelova;
  - **završne kontrola** predstavlja kompleksnu kontrolu sa ciljem da se utvrdi da li proizvod odgovara konstrukciji, specifikaciji i standardima;
  - najzad **proba je kontrola proizvoda u korištenju** za izvjestan period vremena pod određenim uslovima, pri čemu se ispituju i posmatraju njegovi kvaliteti. To je naprimjer probna vožnja automobila, lokomotiva i probni rad valjaonica, koksare itd.

U konkretnim slučajevima često se pojavljuju kombinacije ovih metoda kao naprimjer završna i funkcionalna.

Kontrola ključne operacije, retrospektivna kontrola, kontrola prije montaže i funkcionalna kontrola čine kontrolu procesa. Kontrola procesa osim ovoga obuhvata kontrolu parametara procesa rada kao kontrola temperature, brzine valjanja, brzine proticanja fluida, sila na mašinama i postrojenjima, koncentracija određenih elemenata u hemijskim procesima itd. Naročito je značajna u tzv. procesnoj industriji kakva je metalurgija i petrohemija.

Statistička kontrola kvaliteta sastoji se u kontroli uzoraka, na osnovu čijih se karakteristika u skladu sa određenim statističkim zakonitostima zaključuje o kvalitetu čitavog skupa proizvoda. Kod ove metode se određuju granice preko kojih se ne može ići u varijacijama kvaliteta. Za statističku kontrolu rade se kontrolni dijagrami sa granicama. Statistička kontrola ima određenih prednosti:

- mogućnost djelovanja na kvalitet u toku procesa proizvodnje,
- efikasna kontrola standardnih proizvoda i
- manje vrijeme i troškovi kontrole.

Po izvršenoj kontroli, nalaz kontrolnih organa se unosi u odgovarajuću dokumentaciju kao što je recimo radni list, radni nalog, popratnica i predajnica.

Nalaz kontrole treba da je jasan i nedvosmislen, utvrđen neposredno po završenoj proizvodnji i na vrijeme dostavljen nadležnim organima.

### **2.1.2. Kontrola predmeta rada [1]**

Kontrola predmeta rada vrši se u količinskom i kvalitetnom smislu. Kontrolni organi treba da utvrde:

- da li nabavljeni materijali, poluproizvodi i proizvodi odgovaraju u pogledu kvaliteta i količine potrebama proizvodnje, odnosno ugovoru, narudžbi ili tovarnom listu,
- stanje zaliha polaznih elemenata za proizvodnju i poluproizvoda,
- stanje izlaza zaliha i
- stanje poluproizvoda i proizvoda na prelazu iz faze u fazu proizvodnog procesa, odnosno između organizacionih jedinica poslovnog sistema.

Kontrola predmeta rada je potrebna iz više razloga:

- spriječava pojave gubitaka, koji bi nastali unošenjem početnih oblika predmeta rada sa greškama u proizvodni proces,
- olakšava regulisanje poslovnih odnosa sa dobavljačem i regulisanje odnosa između organizacionih jedinica u poslovnom sistemu,
- olakšava upravljanje u poslovnom sistemu, posebno u nekim njegovim funkcijama kao što su nabava, proizvodnja i održavanje i
- spriječava zloupotrebe, vezane za predmete rada.

Obzirom da se najveći dio aktivnosti kontrole predmeta rada obavlja na ulazu u poslovni sistem često se zove i ulazna kontrola. Kod velikih količina predmeta rada često se kontrola vrši kod isporučioaca ako to tehnički i drugi uslovi dozvoljavaju. Na ovaj način se smanjuju troškovi transporta i prostor za manipulaciju i skladištenje. Kod kontrole predmeta rada često trebaju laboratorijska ispitivanja. U ovom slučaju možemo imati sljedeće pristupe:

- koriste se atesti proizvođača. Ovaj pristup je optimalan kad se radi o renomiranom proizvođaču i provjerenom poslovnom partneru;
- traže se usluge specijalizovanih laboratorija. Ovaj pristup se koristi ako se radi o rijetkim potrebama kontrole, specijalnim postupcima kontrole, ako takvih laboratorija ima i ako se usluge mogu dobiti pod zadovoljavajućim uslovima (cijene, rokovi);
- formiraju svoje laboratorije za ispitivanja predmeta rada.

Ovaj pristup se primjenjuje kad se radi o velikim potrebama laboratorijskih ispitivanja kao što je slučaj u metalurgiji.

Osnovni kriterijum kod izbora jednog od ova tri pristupa je minimum ukupnih troškova kontrole predmeta rada (troškovi kontrole + troškovi lošeg proizvoda zbog lošeg predmeta rada).

### **2.1.3. Kontrola sredstava za rad**

Ova kontrola obuhvata kontrolu:

- mašina i uređaja,
- alata i pribora.

Kontrola mašina i uređaja obuhvata kontrolu tehničkih karakteristika:

- kod nabave u smislu utvrđivanja da li nabavljene mašine i uređaji imaju tehničke karakteristike u skladu sa narudžbom, ugovorom i tehničkom dokumentacijom. Ova kontrola najbolje se vrši kroz probni rad mašine i postrojenja;
- nakon popravka kvara ili remonta u smislu utvrđivanja da li su radne karakteristike dovedene na željeni nivo;
- u toku eksploatacije u smislu utvrđivanja stanja tehnoloških karakteristika (npr. peći – ravnomjernost zagrijavanja, strug-centričnost obrade),
- kao sigurnosna kontrola određenih parametara da ne bi došlo do nesreća. Ovu kontrolu određuje zakon za posebno osjetljiva sredstva (dizalice, posude pod pritiskom, nuklearna tehnika).

Kontrola alata i pribora vrši se u istim fazama i sa istim ciljevima kao i kontrola mašina i uređaja. Može se dodati još kontrola alata kao proizvoda kad se izrada alata vrši u istom sistemu.

Kontrola sredstava za rad u toku eksploatacije može da se obavlja:

- svakodnevno što se primjenjuje kod važnih i skupih sredstava za rad i kod sredstava kod kojih postoji opasnost od povreda ljudi,
- sistematski u unaprijed planiranim terminima što je slučaj kod primjene politika korektivnog održavanja (plansko održavanje, održavanje po stanju) i
- povremeno kad neke indikacije ukazuju na kvar postrojenja.

Kontrola sredstava za rad može da se vrši:

- direktno, odnosno kontrolišući parametre stanja sredstava za rad i
- indirektno, odnosno kontrolišući parametre stanja proizvoda izrađenih na tim sredstvima.

Indirektna kontrola teška je za realizaciju pa ponekad i nemoguća jer je teško razdvojiti uticaj stanja sredstava za rad na kvalitet proizvoda od drugih uticaja.

### 3. STATISTIČKA KONTROLA KVALITETA

Matematička statistika našla je veliku primjenu u industrijskoj praksi, a naročito u kontroli kvaliteta. Prvi teorijski radovi i praktični pokušaji primjene matematičke statistike u kontroli kvaliteta datiraju još iz 1923. godine u SAD, kada je uveden pojam rizika kupca i rizika potrošača, što je obradio Hari Dodge. [4]

Do 1931. godine u SAD su metode statističke kontrole kvaliteta potpuno razrađene. Tu je naročito poznat Walter Shewhart, koji je istovremeno i tvorac kontrolnih karata. Međutim, praktična primjena ovih metoda u američkoj industriji je gotovo nezatna sve do Drugog svjetskog rata. U Engleskoj je situacija vrlo slična.

U Evropi, u Čehoslovačkoj je prvi put donesen standard o metodama statističke kontrole kvaliteta 1936. godine, ali je on za industriju prošao gotovo nezapažen. Ruski matematičari su također pokušali da matematičku statistiku primjene u kontroli kvaliteta i tu se naročito istakao Kantarov. Ruski matematičari su pokazali da odlično vladaju komplikovanim zakonima vjerovatnoće ali praktično, u ono vrijeme, za industriju ništa nije urađeno. [4]

Značajnija primjena statističkih metoda unapređenja kvaliteta u industriji počinje u SAD za vrijeme Drugog svjetskog rata.

Tada je postavljen problem kontrole kvaliteta u masovnoj proizvodnji ratnog materijala.

Problem je bio kako obezbijediti visoke zahtjeve kvaliteta za potrebe rata, kada je pored nestašice radne snage bilo i drugih otežavajućih okolnosti. Rješenje ovog problema je nađeno u primjeni statističkih metoda.

Da bi statističke metode i tehnike bile što bolje prihvaćene, bilo je potrebno riješiti sljedeće [4]:

- prilagoditi matematičku statistiku i metode unaprijeđenja kvaliteta nivou direktnih učesnika u proizvodnom procesu, tako da ne prelaze znanja elementarne matematike,
- objasniti nov pristup u gledanju na kvalitet i učiniti ovo shvatanje prihvatljivim za radnike i organe odgovorne za kvalitet,

- sprovesti ozbiljan program obrazovanja učesnika, da bi se upoznali sa metodama i tehnikama koje će se primjenjivati.

Iza Drugog svjetskog rata statističke metode doživjele su veoma široku primjenu na svim poljima društvene aktivnosti. Primjenjuje se u ekonomiji, tehnici, medicini, sociologiji, psihologiji i dr., jednom rječju, primjenjuju se kao naučne metode u svim slučajevima gdje se ne mogu koristiti tzv. eksperimentalne metode.

Vjerovatno je da su statističke metode u oblasti tehnike rada najšire i najuspješnije primjenjene u sferi kontrole kvaliteta. Za to ima više razloga [2]:

- a) sve veća produktivnost ljudskog rada ogleda se u stalno rastućoj količini najrazličitijih dobara, koja se svakodnevno nude na tržištu. Skoro je nemoguće postići da se svaki komad kontroliše prije napuštanja proizvođača i stavljanja na tržište. Takva kontrola zahtijevala bi mnogo vremena i velike troškove;
- b) kontrola kvaliteta je područje sa visokim stepenom aplikativnosti statističkih metoda i
- c) statističke metode omogućavaju dinamično praćenje tehnološkog postupka otkrivajući svaku pojavu faktora, koji su strani procesu i koji remete njegov prirodan tok.

### 3.1. Kontrola u toku procesa

Proizvodnja dobara predstavlja u statističkom smislu masovnu pojavu sastavljenu od velikog broja jedinica (proizvoda), koje se međusobno razlikuju prema određenoj karakteristici. Veliki broj jedinica i razlike koje među njima postoje u odnosu na zajedničku karaktistiku koju posmatramo omogućava primjenu zakona velikih brojeva i teorije vjerovatnoće.

Primjena zakona velikih brojeva na području kontrole kvaliteta upućuje na zaključak da se o kvalitetu proizvedenih komada ne može suditi na osnovu kvaliteta jednog ili malog broja komada, već na osnovu većeg broja jedinica.

Na taj način gubi se karakter slučajnosti u ocjenjivanju, pa nađeni kvalitet predstavlja objektivnu ocjenu stanja.

Iz ovoga proizilazi da će ocjena kvaliteta biti utoliko objektivnija ukoliko se ispita veći broj komada. Potpuno objektivna ocjena kvaliteta može se dobiti ispitivanjem svih proizvedenih komada.

Zahvaljujući naučno utvrđenoj činjenici da se svi komadi, prema određenoj karakteristici kvaliteta rasipaju unutar tačno utvrđenih granica u mogućnosti smo da donosimo ocjenu kvaliteta svih proizvedenih komada na osnovu jednog manjeg broja primjeraka, koje nazivamo uzorkom. Broj primjeraka u uzorku zavisen je od tačnosti sa kojom želimo ocjenjivati kvalitet i od broja komada na koji želimo protegnuti našu ocjenu kvaliteta (interval vjerovatnoće).

Pri poređenju određene karakteristike kvaliteta dva ili više komada koji pripadaju istoj seriji, naći ćemo da se vrijednosti karakteristika međusobno razlikuju u većoj ili manjoj mjeri.

Varijabilitet određene karakteristike je naizbjeжан. Iz više razloga je nemoguće postići da svi proizvedeni komadi budu međusobno identični. Na postojanje djeluje više faktora koji se mogu grupisati u faktore vezane za sredstva za rad, radnika, metod rada, materijal i radnu okolinu. U nekim industrijama veoma važan faktor je vrijeme.



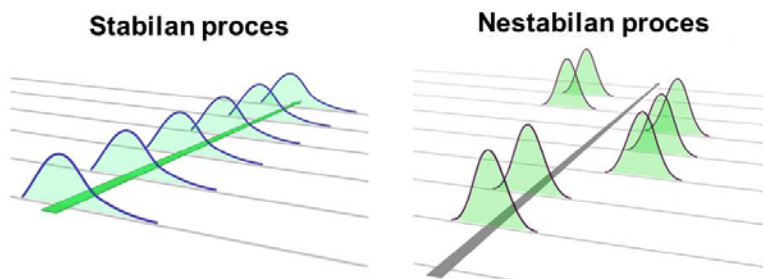
Nijedna mašina se ne može napraviti tako da se njenim radom postiže uvijek ista vrijednost određene karakteristike na svim proizvedenim komadima. Još manje je moguće podesiti čovjeka da tako radi. Ili, dovoljno je samo da dođe do neznatne promjene u zagrijavanju pojedinih komada pri obradi pa da se vrijednost karakteristike razlikuje od komada do komada. Pošto su navedeni faktori uvijek prisutni u procesu nejednakim intenzitetom, to je varijabilitet kvaliteta njihova prirodna posljedica.

Ukoliko ne dođe do bitnije promjene u djelovanju navedenih faktora inherentnih svakom procesu, odnosno ukoliko se proces odvija u relativno stabiliziranim tehničko – tehnološkim i organizacionim uslovima, varijabilitet karakteristika kvaliteta kretaće se u određenim granicama. Granice varijabiliteta predstavljaju u ovom slučaju prirodne granice rasipanja. Rasipanje komada prema određenoj karakteristici unutar tako određenih granica smatrat će se neizbježnim, jer je obuzdavanje promjene u faktorima koji izazivaju raspisanje van domašaja naše moći. Odstupanja koja se ne mogu izbjeći nazivaju se u statistici slučajni faktori. Za radni proces, koji se odvija isključivo pod uticajem slučajnih faktora kažemo da je stabilan. Varijabilitet karakteristika kvaliteta pod uticajem slučajnih faktora obrazuje model normalne distribucije. Kada se normalni model rasipanja nalazi unutar granica tolerancije kažemo da je proces tačan. Statističke metode nam, dakle, pružaju da putem varijabiliteta karakteristika kvaliteta ocjenjujemo tehnološki proces sa stanovišta njegove stabilnosti i tačnosti.

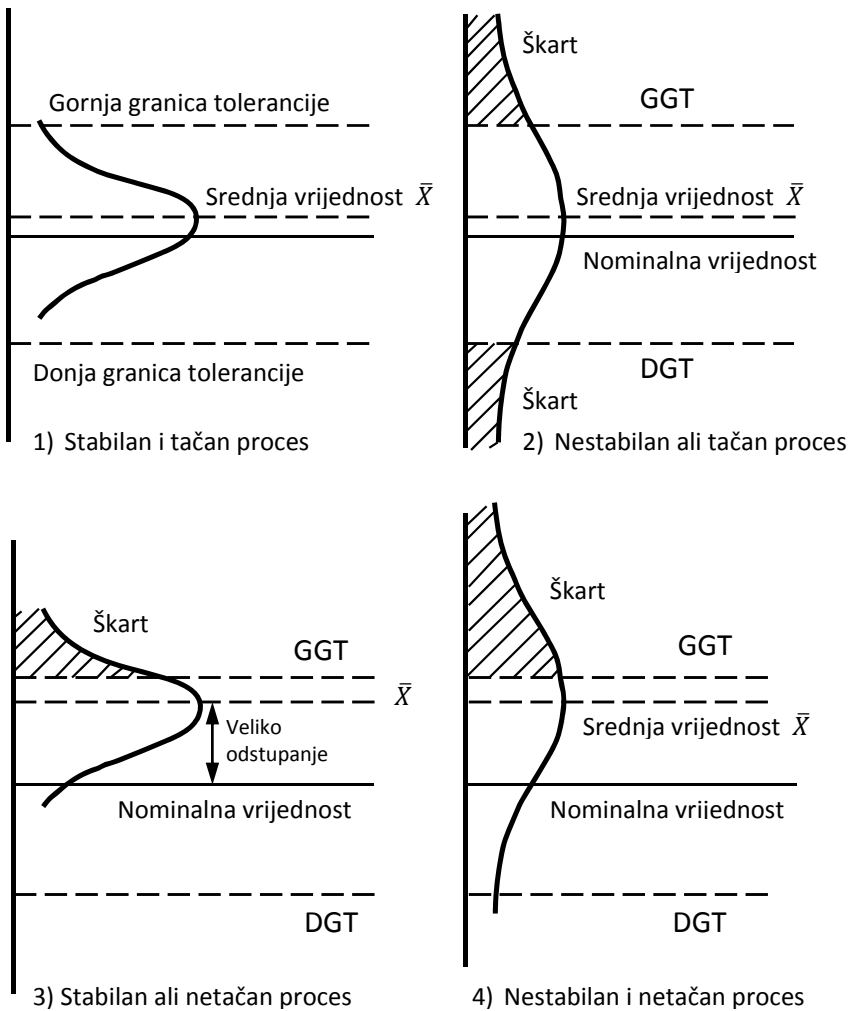
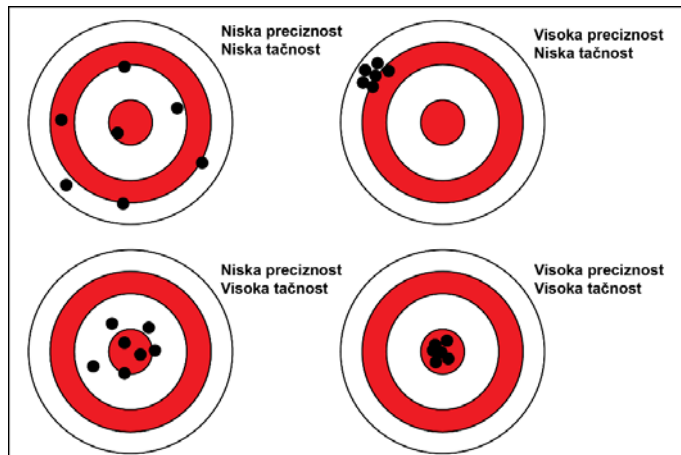
Ovdje se mogu pojaviti sljedeće kombinacije:

- a) proces je stabilan i tačan,
- b) proces je stabilan i netačan,
- c) proces je nestabilan i tačan,
- d) proces je nestabilan i netačan.

Prikaz stabilnog i nestabilnog procesa dat je na Slici 3., a na Slici 4. je ilustrativno prikazana stabilnost i tačnost procesa.



Slika 3. Stabilan (pod kontrolom) i nestabilan proces (izvan kontrole) [5]



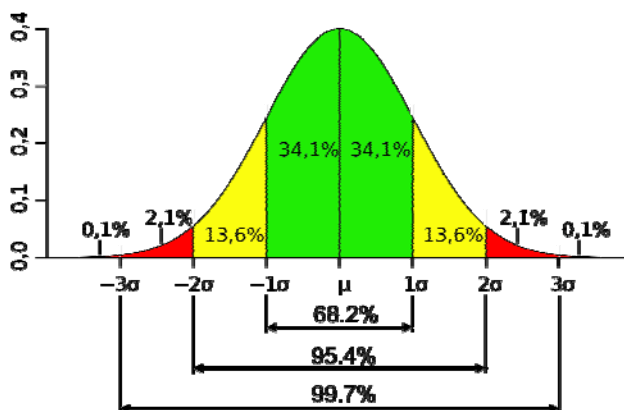
Slika 4. Ilustracija preciznosti i tačnosti [5,1]

Proces izlazi iz stanja stabilnosti pod utjecajem bitnih promjena u djelovanju faktora. Bitne promjene su naprimjer: prelaz sa jedne mašine na drugu, izmjene radnika, promjena tehnološke metode i sl. Pod utjecajem bitnih promjena, varijacije određenih karakteristika kvaliteta neće obrazovati normalan model, već neki model koji manje ili više odstupa od normalnog modela. Ove promjene daju sasvim novi kvalitet djelovanju faktora, pa ih, za razliku od slučajnih faktora nazivamo signifikantni faktori. Budući da ovi faktori ne proizilaze iz prirode procesa, već su procesi „natureni“ sa strane, nazivaju se još „doznačeni“ faktori.

Varijabilitet kvaliteta tretiran statističkim metodama omogućava nam da:

- utvrdimo postojanje „doznačenih“, odnosno signifikantnih faktora i da preduzmemo mjere radi njihovog otklanjanja u svrhu stabilizacije procesa;
- utvrdimo nedozvoljeni broj „iskakanja“ karakteristike kvaliteta van dozvoljenih granica i da preduzmemo mjere u svrhu održavanja tačnosti procesa;
- preduzimanjem mjera navedenih pod a) i b) stalno utječemo na poboljšanje nivoa kvaliteta.

Već je rečeno da se pod utjecajem slučajnih faktora varijabilitet određene karakteristike kvaliteta pokorava modelu normalne raspodjele. To nam omogućava da izvodimo zaključke o njegovom ponašanju na osnovu matematičkih zakonitosti koje vrijede za normalan raspored (Slika 5.).



Slika 5. Vrijednosti vjerovatnoća za  $\mu \pm 1\sigma$ ,  $\mu \pm 2\sigma$  i  $\mu \pm 3\sigma$  [6]

U intervalu  $\bar{x} \pm 3\sigma$  ispod normalne krive naći će se 99,73% svih jedinica skupa, u intervalu  $\bar{x} \pm 2\sigma$  njih 95,45% i td. Drugim riječima 95,45% svih komada neke serije ( $n$ ) prema određenoj karakteristici kvaliteta ( $x$ ), treba da se nađu u intervalu  $\bar{x} \pm 2\sigma$  pod uslovom da se radni proces odvija isključivo pod utjecajem slučajnih faktora.

U praktičnom odstupanju, međutim, ne pratimo sve komade jedne serije, već kontrolu vršimo na jednom relativno malom broju komada. Budući na osnovu kvaliteta utvrđenog za uzorak cijenimo kvalitet čitave mase komada (serije), potrebno je da uzorak bude određenog obima. Već pri broju komada u uzorku od  $n=100$  komada postiže se sasvim zadovoljavajuća procjena kvaliteta čitavog skupa. Umjesto da uzimamo uzorak veličine  $n=100$  jedinica bolje je uzeti 20 uzoraka po  $n=5$  ili 25 uzoraka po  $n=4$  jedinice. Ovo stoga što su odnosi između karakteristika uzoraka i osnovnog skupa toliko pouzdani da o kvaliteti mase možemo rasuđivati sa više sigurnosti.

Karakteristike uzorka srednje vrijednosti ( $\bar{x}$ ), standardna devijacija ( $\sigma$ ) i raspon ( $R$ ) stoje u određenom odnosu prema istim karakteristikama osnovnog skupa. Upravo ova zakonitost omogućava da se na bazi uzorka može ocijenjivati kvalitet u osnovnom skupu.

### 3.2. Kontrola po završetku procesa

Za razliku od prethodnih metoda statističke kontrole kod kojih se vršila kontrola pojedinih mjernih i atributivnih karakteristika kvaliteta u toku procesa rada, ovdje ćemo se upoznati sa statističkim metodama kontrole po završenom procesu.

Kontrola završenih operacija dijelova ili proizvoda statističkim metodama može da se izvrši na više načina. Od svih njih najšire se koristi metoda poznata pod nazivom „Planovi prijema“.

Ova kontrola može se raditi i kao ulazna, za proizvode ili materijale koje preduzeća moraju nabavljati izvana za potrebe svoje proizvodnje. Naime, svaka proizvodna industrija mora kupovati materijal ili određene dijelove proizvoda od dobavljača kako bi uspješno proizveli svoje proizvode. Osiguravanje dovoljne kvalitete materijala ili dijelova iz vanjskih izvora oduvijek je bio izazov. Proizvodno poduzeće se moralo osigurati da su nabavljeni materijali dobrog kvaliteta kako bi i njihovi završni proizvodi bili kvalitetni. Bilo je mnogo pristupa rješavanju ovog problema. Dok su neki zahtijevali 100% – tnu kontrolu, neki su od dobavljača tražili certifikate da je dobavljeni materijal prošao razne testove i inspekcije koji osiguravaju njegovu kvalitetu, a neki čak nisu zahtijevali nikakvu dodatnu kontrolu. Nijedan od tih pristupa nije u potpunosti zadovoljio ni dobavljače ni proizvođače, te su se iz tog razloga okrenuli novom načinu kontrole kvalitete, a to je uzorkovanje ili planovi prijema.

Uzorkovanje je procjena nekog osnovnog skupa na temelju jednog ili više uzoraka. Tako se u kontroli kvaliteta na temelju uzoraka prima roba od dobavljača, kontrolira sam proces, te se kontrolira proizvod koji je njihov rezultat.

Kod korištenja metode uzorkovanja treba poštovati opće principe uzimanja uzoraka, a to su:

- reprezentativnost,
- nezavisnost,
- slučajnost,
- nepristranost. [7]

Ispitivanje uzoraka je važan dio statističke kontrole kvaliteta koja je postala popularna od strane Dodgea i Rominga i prvobitno primijenjena od strane vojske SAD-a za testiranje municije tokom Drugog svjetskog rata. Ukoliko bi se svaki metak testirao unaprijed, nijedan metak ne bi dospio na ratište. S druge strane, ukoliko se nijedan ne bi ispitivao, postojala je mogućnost otkaza na samom ratištu sa potencijalno katastrofalnim ishodom.

## 4. METODA UZORAKA

Pojava koja se želi upoznati ili istražiti metodom uzorka zove se populacija ili osnovni skup, a njezin dio koji se u tu svrhu ispituje zove se uzorak. Da bi zaključci o čitavoj masi na osnovu uzorka bili validni, uzorak treba biti reprezentativan. Uzorak će biti reprezentativan ako je po svojim osnovnim karakteristikama nalik na osnovni skup, odnosno ako je uzorak umanjena slika osnovnog skupa. Reprezentativnost uzorka postiže se ispravnim izborom elemenata osnovnog skupa. Ispituju se samo izabrani elementi za uzorak. Podaci dobiveni opažanjima,

odnosno mjerenjima, obrađuju se tako da bi se dobile karakteristike uzorka pomoću kojih će se procijeniti karakteristike osnovnog skupa. Uzorkom se dolazi do procjene karakteristika osnovnog skupa, a statističkom metodom određuje se pouzdanost i preciznost te procjene.

Populacija je cjelokupna kolekcija objekata u kojoj se može vršiti ispitivanje neke karakteristike, tj. nekog obilježja. Ukoliko je populacija malobrojna ona se može ispitivati u cjelini. Međutim, ako ona sadrži veliki broj elemenata, ispitivanje cijele populacije je skupo, dugotrajno, i u nekim slučajevima može biti destruktivno, a ponekad je čak i principijelno nemoguće. Iz tog razloga se obično bira podskup populacije koji se naziva uzorak, na kome se vrši ispitivanje. Ideja je da pokušamo da izvedemo zaključak o cijeloj populaciji na osnovu analize izabranog uzorka.

Postoje mnogobrojne tehnike i načini odabira uzorka, a samim tim i razne vrste uzoraka. Ispitivanje čitave populacije je, u opštem slučaju, nemoguće kada je riječ o brojnim populacijama. Usljed nedostatka vremena i novca ili uslijed brojnosti populacije, najčešće nismo u stanju da ispitamo svakog stanovnika jedne države. Sa druge strane, istraživanje svih geografskih područja na Zemlji je fizički nemoguće. Iz tog razloga, radi dobijanja željenih informacija o čitavoj populaciji, istraživači se oslanjaju na uzorkovanje. Uzorkovanje predstavlja proces selekcije podskupa jedinica iz cijele populacije radi ocjenjivanja karakteristika čitave populacije.

#### **4.1. Plan uzorkovanja**

Plan uzorkovanja je detaljna shema mjerenja koja trebaju biti izvršena u određeno vrijeme, na kojem materijalu, na koji način i od strane koga. Planovi uzorkovanja trebaju biti kreirani tako da rezultati sadrže reprezentativan uzorak parametara od interesa i da pružaju odgovore na sva pitanja, koja su postavljena kao cilj ispitivanja.

Koraci u izradi plana uzorkovanja su sljedeći [7]:

- definisanje osnovnog skupa,
- utvrđivanje okvira uzorka,
- odluka o vrsti uzorka,
- utvrđivanje veličine uzorka i
- provođenje uzorkovanja.

Za pravilno definisanje osnovnog skupa važno je da se poznaju zahtjevi statističkog istraživanja koji obezbjeđuju ispravnost i pouzdanost zaključaka o osnovnom skupu. S tog gledišta, statistički skup treba da bude homogen u pogledu konstitutivnih osobina, cjelovit i izdiferenciran u pogledu posmatranih karakteristika. Statistički skup je homogen ako su izabrane jedinice skupa istovrsne i uporedive, odnosno ako pripadaju prostoru i vremenu koje smo uzeli kao konstitutivne elemente za određivanje statističkog skupa.

Osnovni zahtjev koji mora biti ispunjen da bi okvir uzorka uopšte postojao je da se precizno odredi lokacija ili adresa jedinica. Okvir uzorka je najčešće formiran od lista, imenika, spiskova ili od mapa područja iz kojih se mogu izabrati jedinice uzorka. Osnovna uloga okvira je da omogući izbor probabilističkog uzorka. Okvir izbora uzorka vrlo često ne sadrži sve elemente osnovnog skupa ali ima praktičnu vrijednost jer pomoću njega riješavamo praktične probleme.

Metoda uzoraka ima svoje prednosti i nedostatke koji su dati u Tabeli 2.

Tabela 2. Prednosti i nedostaci metode uzorka [11]

Prednosti metode uzorka	Nedostaci metode uzorka
<ul style="list-style-type: none"> <li>- veća brzina prikupljanja podataka i dobivanja rezultata,</li> <li>- niži troškovi u odnosu na troškove ispitivanja cjelokupne populacije,</li> <li>- veća pouzdanost rezultata jer istraživanje vrše statističari i specijalno pripremljeni kontrolori</li> <li>- veća fleksibilnost u vidu različitih vrsta podataka koji se mogu prikupiti,</li> <li>- moguće je optimizirati veličinu uzorka uz odgovarajući rizik koji su istraživači spremni prihvatiti.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- rezultati sadrže grešku uzorka (<i>sampling error</i>),</li> <li>- neophodna je specijalna obuka kadrova i rukovođenje statističara,</li> <li>- uzorak ne daje podatak za svaku jedinicu posmatrane populacije,</li> <li>- kod neprobabilističkih uzoraka ne mogu se donositi procjene parametara populacije u strogo naučnom smislu.</li> </ul>

#### 4.2. Dizajn uzorka [11]

Dizajn uzorka obuhvata metod selekcije, strukturu uzorka, te planove za analizu i interpretaciju rezultata. Dizajn uzorka može varirati od jednostavnog do složenog i zavisi od tipa potrebnih informacija i načina na koji je uzorak izabran. Dizajn utječe na veličinu uzorka i na način na koji će se izvesti analiza. Jednostavnije rečeno, što je veća preciznost potrebna to je složeniji dizajn i veći uzorak.

Dizajn koristi karakteristike populacije, ali to ne znači da je proporcionalno reprezentativan. Može biti neophodno uzeti veći uzorak nego što se očekuje od određenih dijelova populacije, npr. izabrati više iz manjinskih grupa da bi se osiguralo dovoljno informacija potrebnih za analizu takvih grupa.

Mnogi dizajni su izvedeni na osnovu slučajnog izbora. To dozvoljava opravdano zaključivanje na osnovu uzorka o populaciji, pri količinskim nivoima preciznosti. Uz uvažavanje ostalih aspekata dizajna, slučajni odabir spriječava da dođe do predrasuda na način na koji procjena i pogodnost ne mogu. Ipak, slučajni odabir nije uvijek moguć ili nije uvijek ono što je potrebno i u tom slučaju potrebno je oprezno postaviti ciljeve ispitivanja za dizajn uzorka kako bi se spriječilo neželjeno uvođenje predrasuda. Cilj dizajna je da se postigne ravnoteža između zahtjevanje preciznosti ispitivanja i raspoloživih resursa.

#### 4.3. Veličina uzorka

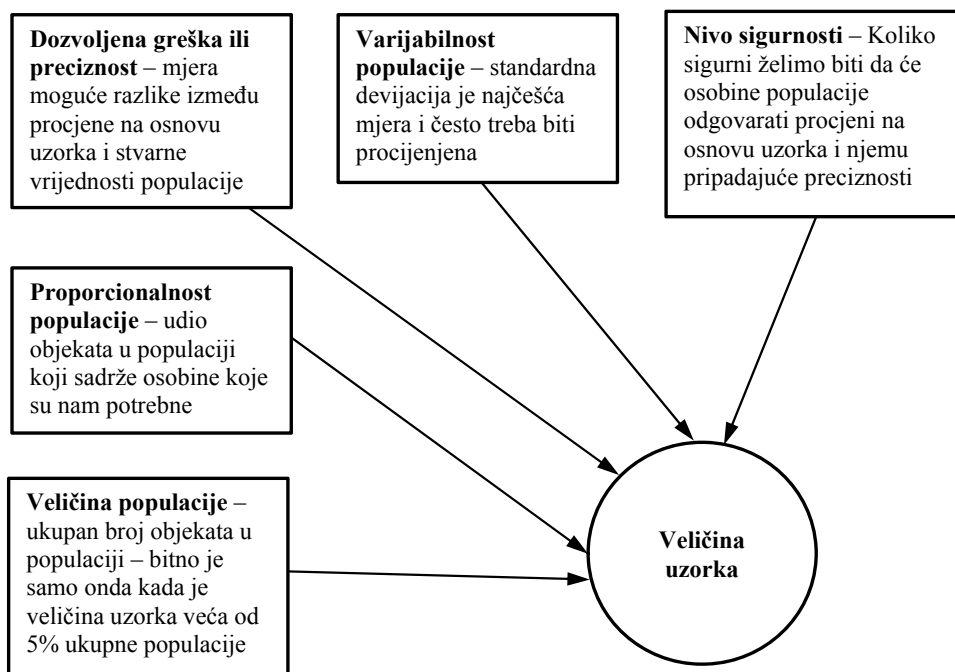
Za bilo koji dizajn uzorka, definisanje veličine uzorka zavisi od pet ključnih faktora koji su prikazani na Slici 6. Veoma je važno u obzir uzeti ove faktore zajedno da bi se postigla odgovarajuća ravnoteža i da bi se postigli ciljevi uzorka.

Od procjena koje su dobijene na osnovu uzorka se ne očekuje da budu tačne, zaključak o populaciji će imati određenu dopuštenu grešku. Što je bolji dizajn, manja je dopuštena greška i veća je preciznost ali u većini slučajeva i sam uzorak je veći.

Varijabilnost populacije, tj. raspon vrijednosti ili mišljenja, će također utjecati na preciznost pa samim tim i na veličinu uzorka potrebnog prilikom procjene vrijednosti. Što je veća varijabilnost manja je preciznost procjene i veći je uzorak koji je potreban.

Nivo sigurnosti je vjerovatnost da će rezultati dobijeni na osnovu ispitivanja uzorka biti u okviru zadate preciznosti. Što je veći nivo sigurnosti, tj. što sigurniji želimo biti da rezultati nisu atipični, veći je uzorak.

Veličina populacije generalno ne utječe na veličinu uzorka. Naprotiv, što je veća populacija proporcionalno manji dio populacije je potrebno uzeti kao uzorak da bi bio reprezentativan. Samo kada je pretpostavljeni uzorak 5% od ukupne populacije, cjelokupna populacija postaje dio formula za računanje veličine uzorka.



Slika 6. Faktori koji utječu na veličinu uzorka [11]

#### 4.4. Vrste uzoraka

Prema [12] osnovna podjela uzoraka je na uzorke bazirane na teoriji vjerojatnoće (slučajni) te na uzorke koji nisu bazirani na teoriji vjerojatnoće (namjerni).

Kod slučajnih uzoraka, svaka jedinica populacije ima poznatu i pozitivnu vjerojatnoću da bude uzorak, neovisno o utjecaju ili prosuđivanju istraživača. Suprotno tome, namjerni uzorci su rezultat utjecaja istraživača.

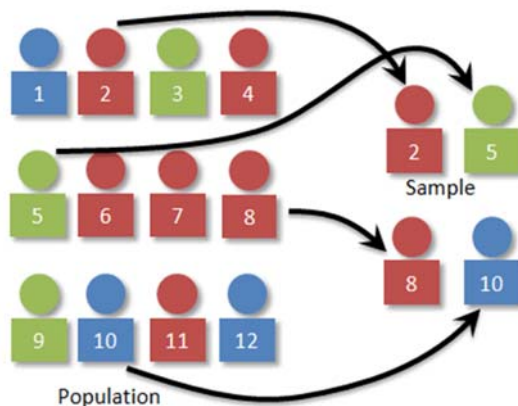
Nama su od interesa slučajni uzorci koji mogu biti:

- a) jednostavni slučajni,
- b) sistemski,
- c) stratificirani,
- d) uzorak skupina.

#### 4.4.1. Jednostavni slučajni uzorak

Jednostavni slučajni uzorak ima značajne prednosti ali i praktične nedostatke kada se radi o njegovoj primjeni u praktičnim istraživanjima. U njemu je sadržana suština slučajnog izbora i može pomoći u razumijevanju ostalih metoda izbora.

Jednostavni slučajni uzorak veličine  $n$  elemenata dobit će se iz osnovnog skupa, koji ima  $N$  elemenata, ako se izbor obavlja tako da svaki uzorak veličine  $n$  koji se može izabrati iz tog osnovnog skupa ima istu vjerojatnost da bude izabran, Slika 7.

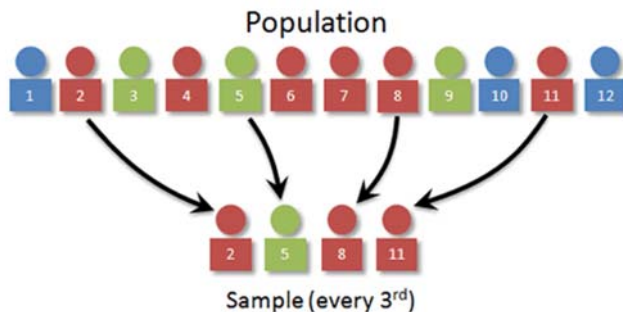


Slika 7. Slučajni uzorak [12]

Ova metoda je vrlo dobra i korisna za objašnjavanje suštine metode uzoraka. Međutim, ova metoda se rijetko može primijeniti u praktičnim istraživanjima. Iako jednostavni slučajni uzorak ne zahtijeva znanje o karakteristikama populacije i strukturi iste, u tom slučaju istraživači ne mogu iskoristiti svoja znanja na konkretnom slučaju.

#### 4.4.2. Sistemski uzorak

Sistemski uzorak se primijenjuje kada su elementi osnovnog skupa poredani po određenom principu, npr. osobe po abecedi ili nekakva vrsta popisa. Za uzorak se tada uzima npr. svaki peti, deseti ili  $k$ -ti element. Brojanje rednog broja elementa od kojeg se počinje određuje se slučajnim izborom od brojeva između 1 i  $k$ . Kod sistemskog određivanja uzorka za svaki element osnovnog skupa postoji jednaka mogućnost da bude izabran za uzorak, Slika 8.



Slika 8. Sistemski uzorak [12]



#### 4.4.3. Stratificirani uzorak

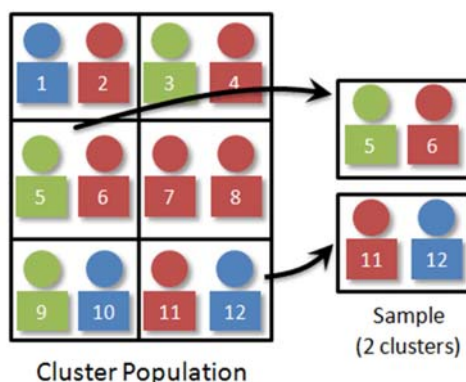
Stratificirani uzorak koristi se kada populacija ima različita značajna obilježja koja su predmet istraživanja. Kada su takve populacije u pitanju, teško je na temelju slučajnog odabira uzorka dobiti zadovoljavajuće i dovoljno precizne rezultate. Pomoću stratificiranog uzorka dovodi se do značajnog poboljšanja preciznosti.

Stratificirani uzorak temelji se na razdiobi osnovne populacije na slojeve (stratume) koji imaju sličnija obilježja, a dalje se iz tih manjih populacija, tj. slojeva biraju slučajni uzorci koji su ustvari poduzorci, Slika 9.

Prilikom stratificiranja uzorka bitno je da razlike između pojedinih stratuma budu što veće kako bi se što više razlikovali, dok su sami stratumi što sličniji, tj. homogeniji.



Slika 9. Stratificirani uzorak [12]



Slika 10. Uzorak skupina [12]

#### 4.4.4. Uzorak skupina

Uzorak skupina koristi se u slučajevima kada ne postoji cijela lista svih jedinica osnovnog skupa koja bi služila kao osnova za formiranje uzorka. Ocjena karakteristike osnovnog skupa na osnovu uzorka skupine su preciznije koliko je unutrašnja raznolikost skupine veća, a vanjska raznolikost manja.

Uzorak skupina je kada umjesto pojedinačnih elemenata neke populacije biramo određene skupine elemenata. Uzorak skupine se koristi kao prvi korak prilikom dizajniranja uzorka, pritom se podrazumijevaju dodatni zahtjevi odabira unutar izabranih skupina, Slika 10.

U praksi je izbor skupina najčešće definiran prirodnim grupisanjem, ali pritom treba voditi računa o greškama koje se pojavljuju prilikom grupisanja.

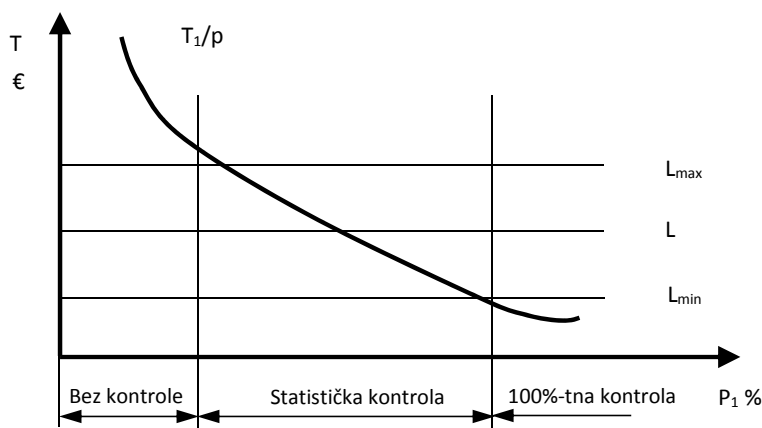
### 4.5. Izbor slučajnog uzorka

#### 4.5.1. Ispitivanje uzorka

U današnje vrijeme tržište je sve zahtjevnije, preduzeća posluju u iznimno nesigurnoj okolini, svjetski trend je biti najbolji, a ne samo uspješan. Iz tih razloga sve više preduzeća se okreću programima potpunog upravljanja kvalitetom (**eng. Total Quality Management – TQM**). Prema TQM-u, nijedan proizvod s određenim defektom ne smije doći do potrošača, odnosno nijedan neusklađen komad ne smije izaći iz preduzeća.

Osnovna ideja ispitivanja uzorka je da uzorak mora biti slučajno odabran. Ukoliko to nije tako, koncepcija uzorkovanja gubi svaki smisao.

Često se prilikom uzorkovanja postavlja pitanje kako u toj masi (populaciji) pronaći loše (neusklađene) komade, odnosno koliko će se novaca potrošiti da bi se u toj masi komada našao loš komad. Odgovor na ovo pitanje leži u krivulji pronalazjenja loših komada koja je prikazana na Slici 11.



Slika 11. Krivulja pronalazjenja loših komada [7]

gdje je na ordinati  $T$  – trošak kontrole, a na apscisi izbor načina kontrole.

$T_1$  – jedinični trošak;

$T_1/p$  – trošak pronalaska jednog neusklađenog komada;

$L$  – procijenjena šteta nastala propuštanjem lošeg komada;

$L_{max}$  – procijenjena najveća šteta zbog propuštanja lošeg komada i

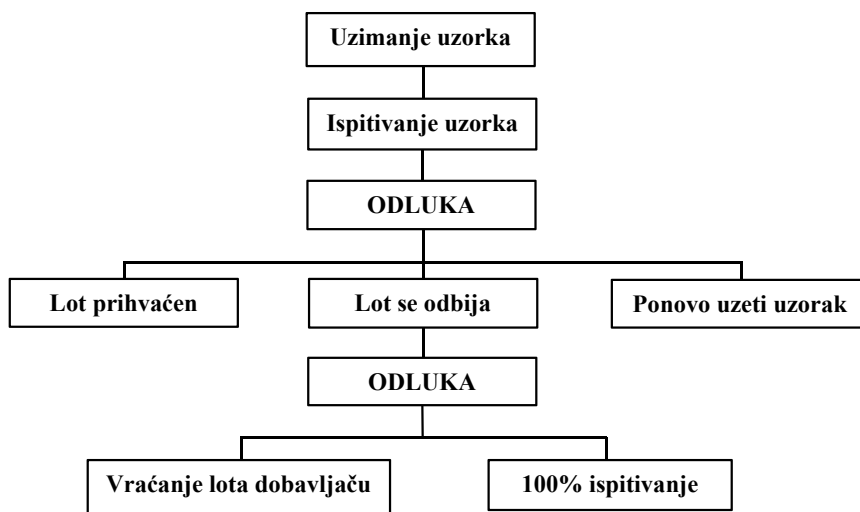
$L_{min}$  – procijenjena najmanja šteta zbog propuštanja lošeg komada.

Iz dijagrama se vidi da je statistička kontrola, odnosno uzorkovanje najekonomičniji način kontrole kvaliteta. Pouzdan postupak uzorkovanja može biti relativno jeftiniji u odnosu na 100% – tnu kontrolu i može značajno smanjiti monotoniju kontrole. Kod nekih ispitivanja kvaliteta, primjerice u slučaju razornih ispitivanja, uzorkovanje je jedina mogućnost. [13]

Osnovna procedura kod ispitivanja proizvoda se sastoji od sljedećeg:

- uzorak se uzima iz većeg broja objekata (lotaova) i zatim se podvrgava ispitivanju kako bi se dobile mjerodavne karakteristike,
- ako uzorak zadovoljava postavljene kriterije, cijeli lot se prihvaća,
- ako uzorak ne zadovoljava postavljene kriterije: (a) cijeli lot se podvrgava 100% ispitivanju i svi defektni objekti se popravljaju ili izbacuju iz lota, (b) lot se vraća dobavljaču.

Ova procedura se može predstaviti i pomoću sheme na Slici 12.



Slika 12. Shema procedure ispitivanja uzoraka [13]

**Prihvatanjem** isporuke (lota), ona odlazi u 'ulazno skladište' iz kojeg se uzimaju dijelovi potrebni za proizvodnju.

Ukoliko dođe do **odbijanja**, prema ugovoru se poduzimaju daljnji postupci. Ugovorom može biti dogovoreno vraćanje dobavljaču ili sortiranje isporuke. Sortiranjem isporuke ona se 100 % kontrolira i odvajaju se loši proizvodi od dobrih. Naravno, to nije slučaj ukoliko se obavljaju razorna ispitivanja. Loše jedinice dobavljač zamjenjuje ispravnim.

Ispitivanje proizvoda uključuje i proizvođača (ili dobavljača) objekata i potrošača (ili kupca). Potrošaču je potrebno ispitivanje uzoraka kako bi ograničio rizik odbijanja proizvoda zadovoljavajućeg kvaliteta ili prihvatanja proizvoda neprihvatljivog kvaliteta. Stoga, potrošač, ponekada u saradnji sa proizvođačem kroz ugovorne stavke, definiše parametre plana ispitivanja uzoraka.

#### 4.6. Planovi uzorkovanja (planovi prijema)

Temeljno pitanje koje se postavlja prilikom kontrole uzorkovanjem glasi:

**Koliki uzorak treba kontrolisati da bi nalaz kontrole bio pouzdan u pogledu procjene nivoa kvaliteta cijele isporuke?** [9]

Taj problem može se efikasno riješavati upotrebom planova uzorkovanja. Planovi uzorkovanja nadomještaju u mnogo primjera sve druge pristupe u kontroli prijema ulaznih materijala i dijelova. Planovi se također široko upotrebljavaju u završnoj kontroli radi provjere kvalitete isporuke prije isporučivanja kupcu. [3]

Postoje dvije temeljne skupine planova uzorkovanja:

1. **planovi uzorkovanja za attribute** – rezultat kontrole je atribut: dobro- loše. Temelje se na Binomnoj i Poissonovoj raspodjeli,
2. **planovi uzorkovanja za varijable** – rezultat kontrole je mjerni podatak. Temelje se na Normalnoj i Studentovoj raspodjeli.

Dobavljač u saradnji s proizvođačem kroz ugovorene stavke, definiira plan uzorkovanja i plan ispitivanja uzorka. [3]

Ovisno o primijenjenom planu uzorkovanja odluka o prihvaćanju/ odbijanju isporuke može se donijeti nakon:

1. Kontrole jednog slučajno odabranog uzorka (jednostruko uzorkovanje ili jednoetapni planovi); Jedan uzorak iz lota je izbran metodom slučajnog odabira i sastav lota se ocjenjuje na osnovu dobijenih informacija. Ovi planovi se najčešće označavaju kao  $(n, c)$  planovi gdje se uzorak veličine  $n$  odbacuje ako sadrži više od  $c$  defektnih objekata. Ovo je najčešće korišteni plan iako nije najefikasniji sa aspekta broja potrebnih uzoraka.
2. Kontrole najviše dva slučajno odabrana uzorka (dvostruko uzorkovanje, dvoetapni planovi); Nakon što se prvi uzorak ispita, na raspolaganju su tri opcije:
  - a. lot se prihvata,
  - b. lot se odbija,
  - c. nema odluke.
3. Ako se uzme opcija (c), i ako se drugi uzorak uzme, kombinuju se rezultati dva uzorka da bi se dobila konačna odluka.
4. Kontrole više od dva slučajno odabrana uzorka (višestruko uzorkovanje). Ovo je proširena verzija dvoetapnog plana (dvostrukog uzorkovanja) gdje je više od dva uzorka potrebno da bi se donijela konačna odluka. Prednost višestrukih planova je manja veličina uzorka.

Planovi se također široko upotrebljavaju u završnoj kontroli radi provjere kvalitete isporuke prije isporuke kupcu.

Ponešto različita i jednako važna potreba za primjenom planova uzorkovanja, odnosi se i na kontrolu dijelova i sklopova tokom procesa proizvodnje. [5]

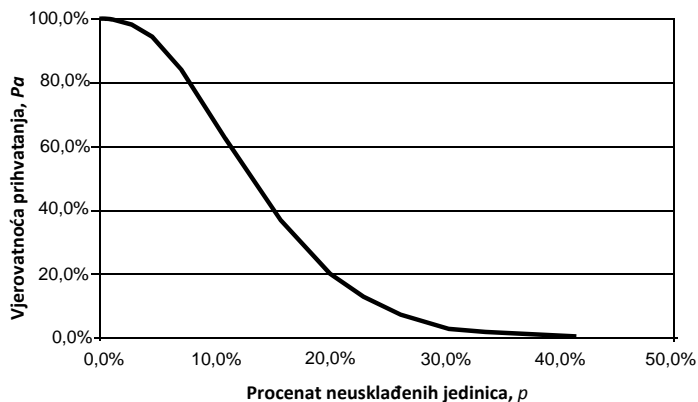
Dva nivoa kvaliteta se razmatraju prilikom izvođenja planova ispitivanja uzorka. Prva je prihvatljivi nivo kvaliteta (engl. *Acceptable Quality Level – AQL*) ili nivo kvaliteta sa stanovišta potrošača. AQL je najveći procenat defektnih objekata u procesu koji se može prihvatiti kao zadovoljavajući prosjek procesa. Interes proizvođača je da koristi takav plan pri kojem će postojati veća vjerovatnoća prihvatanja lota koji ima nivo defekata manji ili jednak AQL-u.

Nivo kvaliteta neprihvatljive populacije (engl. *Lot Tolerance proportion defective – LTPD*) ili RQL – (engl. *Rejectable Quality Limit*), je određeni nivo defekata koji je neprihvatljiv za potrošača. Interes potrošača je da planovi uzorkovanja imaju manju vjerovatnoću prihvatanja lota sa nivoom defekata koja dostiže LTPD.

Nakon donošenja odluke o primjeni „planova prijema“ ide se na utvrđivanje operativne krive. Kakva je ta kriva i čemu služi bit će objašnjeno u tekstu koji slijedi.

#### 4.7. Operativna (radna) krivulja plana uzorkovanja

Prema [15] operativna radna krivulja (engl. *Operating Characteristic curve – OC*) prikazuje vjerovatnoću prihvatanja serije u funkciji kvaliteta isporuke. Slika 13. prikazuje tipičnu OC krivulju.



Slika 13. Karakteristična operativna krivulja [15 – prilagođeno]

gdje je:

$p$  % – postotak neusklađenih jedinica u isporuci;

$p$  – omjer neusklađenih jedinica u isporuci;

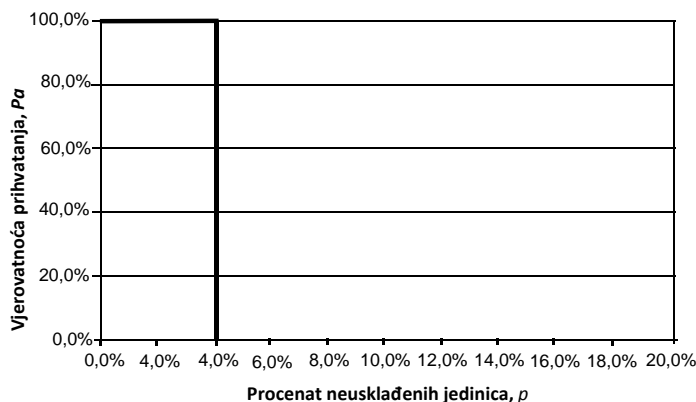
$P_a$  % – vjerojatnoća prihvatanja isporuke (0–100%);

$P_a$  – vjerojatnoća prihvatanja isporuke (0-1).

Ono što se prvo primjećuje na Slici 13. jest oblik same krivulje. Krivulja nije ravna linija već poprma oblik slova 'S'. Kako postotak odbijanja raste, vjerojatnoća prihvatanja pada.

Uzorkovanje se temelji na ideji da proizvodi dolaze iz procesa koji imaju određeni postotak neprihvatanja. Koncept je takav da će potrošač prihvatiti sve isporuke proizvođača ukoliko je postotak neprihvatanja procesa ispod definisanog nivoa.

Na osnovu takvog koncepta nastala je idealna operativna krivulja čiji je primjer dat na Slici 14.

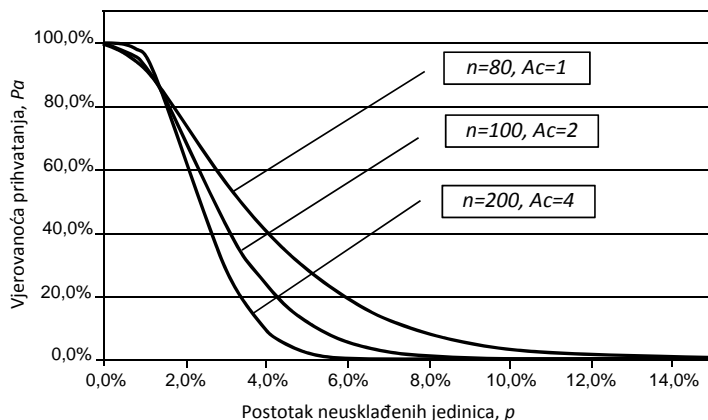


Slika 14. Idealna operativna krivulja [15 – prilagođeno]

Kada je postotak neprihvatanja  $p$  ispod definisanog nivoa, u ovom slučaju 4 %, vjerojatnoća prihvatanja je 100 %. Za postotke neprihvatanja veće od definiranog nivoa (4%), vjerojatnoća prihvatanja pada na 0 %. Linija koja odvaja 100% i 0% prihvatanja se naziva prihvatljivi nivo kvaliteta.

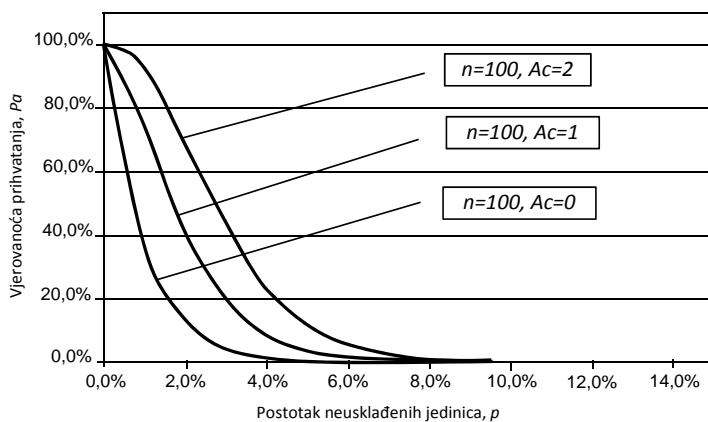
Idealna OC krivulja ne može se ostvariti osim sa 100% – tnom inspekcijom. Sa uzorkovanjem joj se može približiti, ali se nikada neće moći ostvariti idealni oblik.

Kako se povećava veličina uzorka, uz održavanje broja za prihvatanje proporcionalnim, OC krivulja se približava idealnoj OC krivulji, kao što se može vidjeti na Slici 15.



Slika 15. Približavanje idealnoj operativnoj krivulji [15 – prilagođeno]

Ujedno, kako se broj za prihvatanje  $Ac$ , povećava za određenu veličinu uzorka  $n$ , OC krivulja se približava idealnoj kako i prikazuje Slika 16.



Slika 16. Približavanje idealnoj operativnoj krivulji [15-prilagođeno]

#### 4.8. AQL – Prihvatljivi nivo kvaliteta

Prihvatljivi nivo kvaliteta najčešće je korišten i najznačajniji ugovorni zahtjev za kvalitet. Šta on predstavlja? Kada kupac u ugovoru specificira iznos AQL-a, isporuka će biti prihvaćena dokle god je postotak neusklađenih jedinica manji od dogovorenog AQL-a.

Ukoliko dobavljačev proces proizvodnje proizvede postotak neusklađenih jedinica koji je veći od dogovorenog AQL-a, dobavljač nije ispunio zahtjev za kvalitet te se isporuka odbija.

Najveći nedostatak AQL-a je taj što je njegova vrijednost uvijek veća od nule.

Prilikom određivanja AQL nivoa treba biti upoznat s tri parametra:

- veličina uzorka,
- vrsta uzorkovanja ( jednostruki, dvostruki, višestruki planovi prijema),
- nivo AQL-a koji je prihvatljiv za određeno tržište.

##### 4.8.1. LQ – Granični kvalitet

Granični kvalitet (**eng. Limiting Quality – LQ**) je nivo kvaliteta čija se vjerojatnoća prihvatanja ograničava na malu vrijednost prilikom uzorkovanja.

Granični kvalitet značajno je lošiji od prihvatljivog nivoa kvaliteta. On se definiše na nivou vjerojatnoće prihvatanja isporuke od 5% ili 10%.

LQ se koristi samo u slučajevima kontrole prihvatanja pojedinačnih isporuka. [4]

##### 4.8.2. Rizik $\alpha$ i $\beta$

Kao što je prije navedeno, uzorkovanjem se ne može postići idealna OC krivulja i iz tog razloga potrebno je uzeti u obzir i određene rizike.

Prvi rizik je da će potrošač odbiti isporuku koja zadovoljava propisane zahtjeve, tj. dobavljaču će dobra isporuka biti odbijena. Potrošač bi mogao odbiti isporuku iako je kvalitet procesa prihvatljiv ali zbog nasumičnog odabira uzorka, previše je neusklađenih elemenata u uzorku. Takav rizik se naziva **rizik dobavljača** ili kraće  **$\alpha$  rizik**.

Drugi rizik je da će potrošač prihvatiti isporuku koja ne zadovoljava propisane zahtjeve. Potrošač bi mogao prihvatiti isporuku iako je značajno lošijeg kvaliteta od zahtijevane, ali uslijed nasumičnog odabira u uzorku je bilo manje neusklađenih elemenata od dozvoljenog propisanog broja.

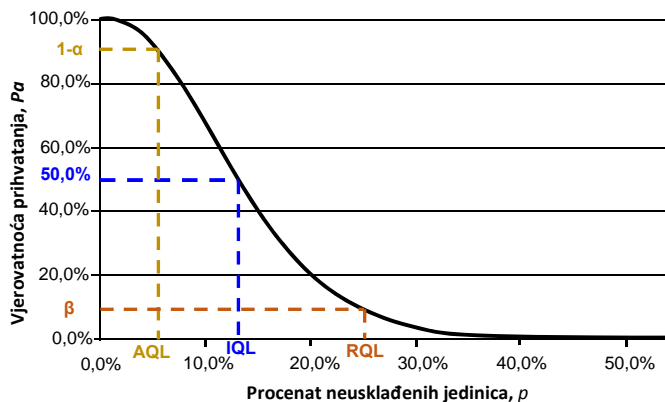
Takav rizik se naziva **rizik potrošača** ili kraće  **$\beta$  rizik**.

Kada pronađemo ove tačke na OC krivulji, izražene preko vjerojatnoće prihvatanja, možemo locirati i vrijednost  $1 - \alpha$  kao što se i vidi na Slici 17.

Ove tačke odgovaraju određenim vrijednostima kvaliteta uzorka i imaju različite nazive. Tačka koja je vezana za  $1 - \alpha$  se naziva *Acceptable Quality Limit* ili AQL. [17]

Slično tome, tačka vezana uz  $\beta$  rizik se često naziva neprihvatljivi nivo kvaliteta (**eng. Rejectable Quality Limit – RQL**). [17]

Također, neki od autora razmatraju kvalitet procesa gdje uzorci imaju 50 % vjerojatnoću prihvatanja. Takav oblik kvaliteta naziva se srednji nivo kvaliteta (engl. *Indifference Quality Level – IQL*). Ovaj oblik kontrole primjenjuje srednju granicu neispravnosti i pogodan je za kontrolu izlaza isporučitelja, s nizom proizvedenih serija i sa zahtjevom ispravnosti, uz jednake vjerojatnoće prijema i odbijanja. [11]



Slika 17. AQL [5]

#### 4.9. Prosječan izlazni kvalitet – AOQ

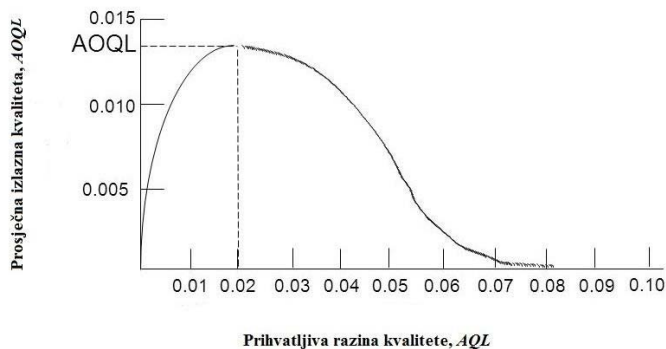
Veoma važna karakteristika plana uzorkovanja je vrijednost maksimalnog postotka škarta na ulaznom skladištu koja se naziva granična vrijednost prosječnog izlaznog kvaliteta (**eng. Average Outgoing Quality Limit – AOQL**). Kada se isporuke uspješnim uzorkovanjem prihvaćaju ili odbijaju, prihvaćene isporuke će imati određen postotak škarta koji je ostao nakon pregleda te nakon izbacivanja neusklađenih elemenata i zamjene s dobrim.

Odbijene isporuke će se cjelovito pregledati i sortirati, a neusklađeni elementi će biti zamijenjeni dobrim. Nakon sortiranja i zamjene neusklađenih elemenata, sve pristigle isporuke sada će imati neki prosječni izlazni kvalitet koji zavisi od ulaznog kvaliteta i od plana uzorkovanja. Ako je ulazni kvalitet s postotkom škarta jednak nuli, tada će i prosječni izlazni nivo škarta biti jednak nuli. S porastom škarta na ulazu, porast će i prosječni izlazni nivo škarta. [7]

Prosječni izlazni kvalitet (**eng. Average Outgoing Quality – AOQ**) je prosječan postotak škarta na ulaznom skladištu dok je **AOQL** najveći postotak škarta koji može biti na ulaznom skladištu nakon dovoljno velikog broja pristiglih isporuka. Iz tog slijedi da je **AOQL** uvijek veći od **AOQ**-a, što je jasno vidljivo na Slici 18.

Često se u ugovorima zahtjev za kvalitetom iskazuje preko **AOQL**-a. [4]





Slika 18. AOQ i AOQL [5]

## 5. KONTROLNE KARTE

### 5.1. Uvod

Može se slobodno reći da kontrola kvaliteta (engl. *quality control* – *QC*) ima dugu istoriju. Međutim, statistička kontrola kvalitete (engl. *statistical quality control* – *SQC*) relativno je nova metoda. Počela se uspješno primijenjivati dvadesetih godina prošloga vijeka, kao rezultat prihvatanja teorije uzoraka. Koncept kontrole kvalitete u proizvodnji prvi je uveo **dr. Walter A. Shewhart**, koji je 1924. godine izumio kontrolne karte. Za svoj rad nikada nije dobio zaslužen priznanje, ali su na osnovu njegovih saznanja *Deming*, *Juran*, *Ishikawa* i mnogi drugi tokom dvadesetog vijeka, razvijali i konstantno unaprjeđivali koncept statističke kontrole kvalitete. Od Shewhart-a do danas praktički nije objavljena niti jedna knjiga iz područja kvalitete u kojoj značajno mjesto ne zauzimaju i kontrolne karte. Primjena kontrolnih karata je posljednjih dvadesetak godina značajno porasla. Ponajprije je uzrok tome otvorena mogućnost integriranja SPC (engl. *Statistical proces control*) softvera u proizvodne procese, te sve šira primjena u postupcima procjenjivanja i dokazivanja sposobnosti procesa. One također zauzimaju značajno mjesto i u metodologiji „6 Sigma“, statističkim tolerancijama i dr. Može se reći da se svi moderni pristupi kontroli i poboljšavanju kvaliteta u prvom redu oslanjaju na kontrolne karte, koje se bez ikakve sumnje smatraju najznačajnijim alatom kontrole i poboljšavanja kvaliteta.

Kontrolne karte spadaju u statističke metode kontrole kvaliteta. U suštini to je grafik na kome apscisa predstavlja redoslijed kontrolisanja, a na ordinatu se bilježe vrijednosti parametra, koje kontrolišemo preko uzoraka određene veličine. Pomoću kontrolne karte utvrđujemo variranje kvaliteta, a s tim u vezi stabilnost i sposobnost procesa proizvodnje u odnosu na utvrđene kontrolne granice.

Dr. Shewhart, koji se može smatrati tvorcem kontrolnih karata, kaže da je njihov zadatak:

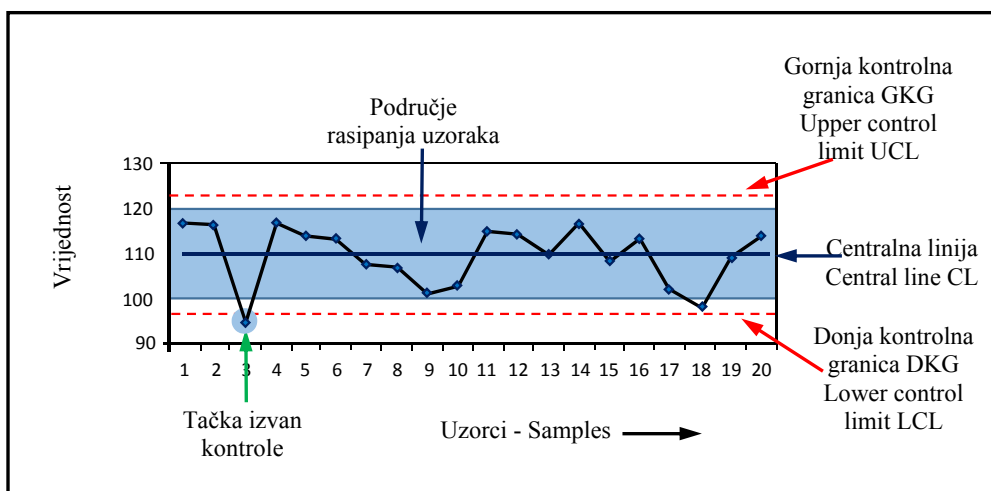
1. da održavaju proces proizvodnje u stanju kontrole,
2. da dovedu proces proizvodnje u stanje kontrole,
3. da pokažu da li je postignuto stanje kontrole.

Po Dr. Shewhart-u "za neku pojavu se kaže da je pod kontrolom ako na osnovu dosadašnjih podataka možemo predvidjeti bar u izvjesnim granicama, kako će se pojava mijenjati u budućnosti. Ovdje se pod predviđanjem unutar izvjesnih granica podrazumijeva da možemo utvrditi bar približno, vjerovatnoću da će se pojava naći unutar datih granica".

## 5.2. Šta su kontrolne karte?

Kontrolna karta je u prvom redu „slika“ procesa. Kontrolna karta pokazuje kako se mjerni podaci (karakteristike procesa, proizvoda i sl.) kreću u vremenu i šta treba poduzimati u cilju poboljšavanja kvalitete. Osnovni su instrument pomoću kojega se provodi statistička kontrola proizvoda ili proizvodnoga procesa. Osnovna uloga kontrolnih karata je u otkrivanju i vizualizaciji poremećaja kvalitete proizvoda.

Kontrolna karta je dijagram gdje na vertikalnoj osi unosimo vrijednosti karakteristike kvaliteta čije variranje proučavamo. Svaku kontrolnu kartu karakterišu centralne linije (prosjeci) i kontrolne granice, gornja i donja, Slika 19. Kada se variranje procesa odvija u okviru kontrolnih granica, onda se za proces kaže da je pod kontrolom. U suprotnom nije pod kontrolom.



Slika 19. Osnovne veličine na kontrolnim kartama

Kada je proces pod kontrolom to znači da je variranje kvaliteta normalno i da je proces proizvodnje stabilan. Kad proces nije pod kontrolom imamo nenormalno variranje kvaliteta, čija je posljedica nestabilnost procesa proizvodnje.

Kontrolne granice izračunavaju se na tri načina:

- na temelju snimljenih podataka tehnološkog procesa (nepoznat proces – najčešći slučaj),
- na temelju zadane tolerancije karakteristike kvalitete koja se prati,
- na temelju poznavanja sposobnosti tehnološkog procesa ( $6\sigma$ ).

Najčešći način konstrukcije kontrolnih karata i izračunavanja pripadajućih kontrolnih granica je za prethodno nepoznati proces. Takav proces potrebno je najprije snimiti, te na temelju prikupljenog seta podataka izračunati pripadajuće kontrolne granice. Kada su kontrolne granice izračunate moguće je ocjenjivati stabilnost procesa na temelju prikupljenih podataka i njihovom „izgledu“ u vremenu.

Ovdje je jako bitno naglasiti kako su kontrolne granice statističke granice i one **nisu povezane** s granicama zahtjeva definiranih od strane kupaca. U praksi se, nažalost, kod primjene kontrolnih karata neopravdano velika pažnja posvećuje kontrolnim granicama i nepotrebnoj

„filozofiji“ da li je podatak unutar ili izvan istih. Statistički značajna varijacija procesa uvijek je uočljiva, te iziskuje brzu akciju u otkrivanju njenog uzroka. Stoga je važno razumijeti isključivo statističko značenje kontrolnih granica i nepovezanost s granicama zahtjeva. Nadalje, središnja linija procesa predstavlja liniju aritmetičke sredine statističkog parametra koji se prati kontrolnom kartom. Ona predstavlja prosječnu vrijednost datog parametra karakteristike kvalitete koja odgovara stanju "pod kontrolom" kada su prisutni samo slučajni izvori varijabilnosti u procesu. Kontrolne se granice (donja i gornja) postavljaju, odnosno računaju na granice rasipanja ( $\pm 3\sigma$ ) statističkog parametra ( $\bar{x}, R, \sigma$  i *drugo*), koji se prati kontrolnom kartom, tj. računa iz uzorka. Pored kontrolnih granica mogu se koristiti i tzv. granice upozorenja, koje se postavljaju na  $\pm 2\sigma$  ili  $\pm 1\sigma$ .

Kod novog proizvoda najznačajnije je ustanovljavanje tolerancija. Konstruktor određuje tolerancije koje često proces proizvodnje nije u stanju da zadovolji. Konstruktor je preko kontrolnih karata upoznat sa stvarnom sposobnošću procesa i tako može da "optimizira" međusobni odnos tolerancija i sposobnost raspoloživih sredstava za proces izrade. Uloga kontrolne karte u ovom slučaju je koordinatorska između radnika, kontrolora, tehnologa i konstruktora, što je veoma značajno u sistemu upravljanja kvalitetom.

Pored svega toga, kontrolne karte pružaju objektivnu informaciju o stanju kvaliteta rukovodećem osoblju u proizvodnji. One imaju i psihološko dejstvo, jer proizvodni radnik, podešivač, kontrolor, poslovođa i tehnolog dobijaju vizuelnu predstavu o valjanosti i sposobnosti procesa proizvodnje pa doživljavaju ličnu satisfakciju za uspješno obavljene poslove, ili osećaju potrebu da preduzmu ili pokrenu korektivnu aktivnost za otklanjanje uzroka lošeg kvaliteta.

Karakteristike kvaliteta se prema načinu ocenjivanja dijele na:

- numeričke i
- atributivne.

Numeričke karakteristike kvaliteta su takva svojstva koja se ocenjuju brojnim vrijednostima kao naprimjer: temperatura, pritisak, dužina, gustina, snaga itd. Obično se pri tome koristi odgovarajuća mjerno – kontrolna i ispitna oprema.

Atributivne karakteristike kvaliteta su takva svojstva koja se ocenjuju opisno pa se kaže da je nešto dobro ili loše, da odgovara ili ne, da ide ili ne ide itd. Vizuelna kontrola kvaliteta je tipično atributivno ocenjivanje. Međutim i kod atributivnih svojstava kvaliteta postoje mogućnosti ocenjivanja putem odgovarajuće mjerno – kontrolne i ispitne operne.

### **5.3. Područje primjene**

Kontrolne karte imaju primjenu u ulaznoj kontroli kvaliteta, u toku tehnološkog i procesa, u kontroli kvaliteta gotovog proizvoda, u laboratorijama, na ispitnim stolovima, kod osvajanja novih proizvoda, u ocjeni sposobnosti procesa i kod istraživačko – razvojnih poslova. Sve ove aktivnosti su sastavni dio procesa koji se odvija u raznim segmentima i na raznim nivoima.

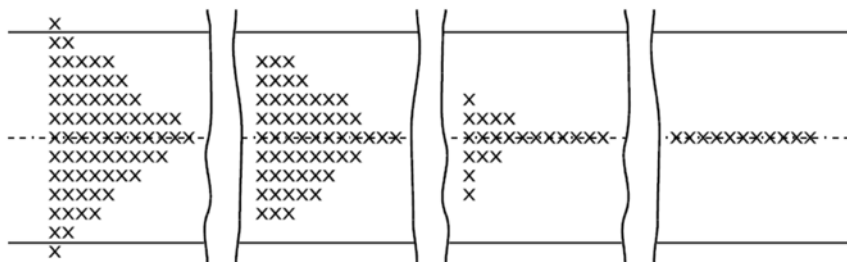
Kontrolna karta predstavlja vrlo efikasan alat za reguliranje i upravljanje kvalitetom proizvoda i procesa rada. Koristi se kako u proizvodnim, tako i u uslužnim djelatnostima. Neke osnovne mogućnosti ovog alata su sljedeće:

- upravljanje kvalitetom procesa rada na bazi prostorne i vremenske slike stanja procesa, a u cilju spriječavanja proizvodnje nesukladnih proizvoda,
- kontrola kvalitete proizvoda u pojedinim fazama proizvodnje, fazi pripreme i fazi završetka,
- stabilizacija procesa na osnovu otkrivanja nedopuštenih faktora i njihovog isključenja iz toka procesa,
- analiza tačnosti i stabilnosti procesa rada,
- usavršavanje tehnoloških procesa rada s gledišta kvalitete,
- analiza grešaka obrade u toku odvijanja tehnoloških procesa,
- primjena u svim fazama nekog procesa (ulazna, procesna, izlazna kontrola i kontrola u eksploataciji) i svim tipovima proizvodnje (maloserijskoj, srednjeserijskoj i masovnoj proizvodnji). [1]

Kontrolne karte podrazumijevaju izvjesno predznanje iz statistike što obuhvata prikupljanje, predstavljanje i interpretiranje podataka.

Procesi se najprije dovode pod kontrolu, a zatim poboljšavaju smanjenjem varijabilnosti na nominalnu vrijednost ili u pogodnim slučajevima na smanjenje nivoa odbacivanja neispravnih jedinica do nule.

Kako se zahtijeva stalno poboljšanje kvaliteta to kontrola sama za sebe nije dovoljna nego predstavlja samo dio ciklusa kontinualnog procesa poboljšavanja. U praksi postoje praktična i finansijska ograničenja do kojih je moguće ići sa poboljšanjima, ali konačni cilj je perfekcija, odnosno rad bez greške, Slika 20.



Slika 20. Proces smanjenja variranja karakteristika oko nominalne vrijednosti [4]

Postoje četiri glavna razloga koja opredjeljuju organizaciju prilikom donošenja odluke o uvođenju kontrolnih karata, a to su:

- spoljašnji pritisak – kupci zahtijevaju uvođenje programa kao preduslov saradnje,
- interna korist – korisne implikacije su različite, mnogobrojne i u većini slučajeva očigledne,
- opstanak – tržišna konkurencija zahtijeva stalne promjene unutar preduzeća, a prvi preduslov opstanka je prepoznavanje potrebe za primjenom kontrolnih karata i
- troškovi kvaliteta – uvođenje kontrolnih karata pretpostavlja povećane preventivne troškove (troškovi vezani za planiranje kvaliteta, projektovanje i obuku), koji u krajnjoj instanci imaju za posljedicu smanjenje ukupnih troškova kvaliteta.

Umjesto "gašenja požara" ili "izdvajanja živih od mrtvih" aktivnosti treba da su usmjerene na preventivu, odnosno na sistem, koji onemogućava pojavljivanja grešaka (težiti otklanjanju problema na samom izvoru njegovog nastanka).

Naime, određene procjene ukazuju da su oko 30 % dnevnih aktivnosti beskorisne. Gubi se vrijeme na provjeru tuđeg rada, pronalaženju dijelova koji nisu na svom pravom mjestu unutar sistema, popravljanju karakteristika koje nisu u granicama dozvoljenih odstupanja, izvinjavanju učesnicima u daljem procesu rada, itd. Ova lista je duga i predstavlja gubitak vremena, sredstava i napora. U tom smislu smanjenje entropije procesa u direktnoj je proporciji sa smanjenjem predmetnih gubitaka.

Iz svega ovoga se da zaključiti da se kontrolne karte odnose na sve procese sistema.

Ključni aspekt kontrolnih karata je da se dobije predvidljiv proces a time predvidljiv rezultat. Polaznu osnovu za donošenje suda o predvidljivosti procesa predstavljaju podaci, izdvojeni i obrađeni na način koji omogućava donošenje relevantnih zaključaka.

Cilj istraživanja sposobnosti procesa je ocjena saglasnosti procesa sa zadatim zahtjevima kvaliteta (na crtežima, specifikacijama, procesnim parametrima, probanjem proizvoda itd.) i to primjenom matematičko – statističkog instrumentarija. Ispitivanje sposobnosti procesa obično se obavlja prije početka serijske proizvodnje.

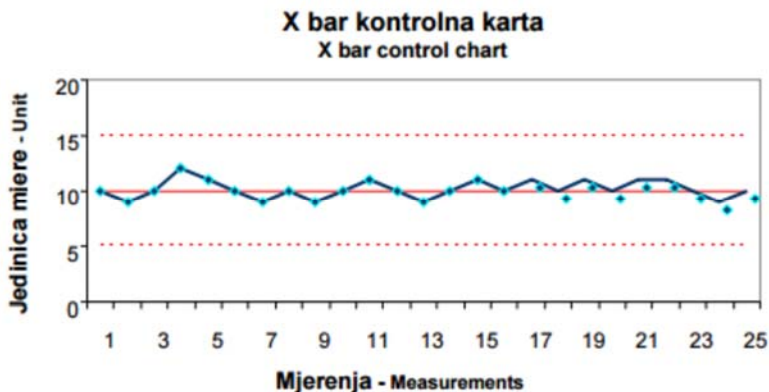
Nakon što je kontrolna karta završena, sa ucrtanim kontrolnim granicama, središnjom linijom, te podacima dobivenim iz uzoraka, može se preći na analizu stabilnosti procesa. Tada se može pojaviti jedan od ovih slučajeva:

- Sve tačke su unutar kontrolnih granica, simetrično naizmjenično raspoređene oko (CL). Proces je stabilan (pod kontrolom);
- Sve tačke su unutar kontrolnih granica, ali su tačke raspoređene većinom u nizu iznad ili ispod (CL). Proces je stabilan, ali treba vidjeti zašto je nastao ovaj pomak;
- Jedna (ili dvije) tačke nalaze se izvan kontrolnih granica. U ovom slučaju pojedinačna tačka (podatak) se izbacuje, a proračun (CL) i (KG) se vrši ponovo, bez nje. Ako se tada nijedna tačka ne nalazi izvan KG, proces je pod kontrolom. Ako neke tačke izlaze izvan novih KG, proces nije pod kontrolom;
- Više tačaka je izvan KG. Proces je nestabilan.

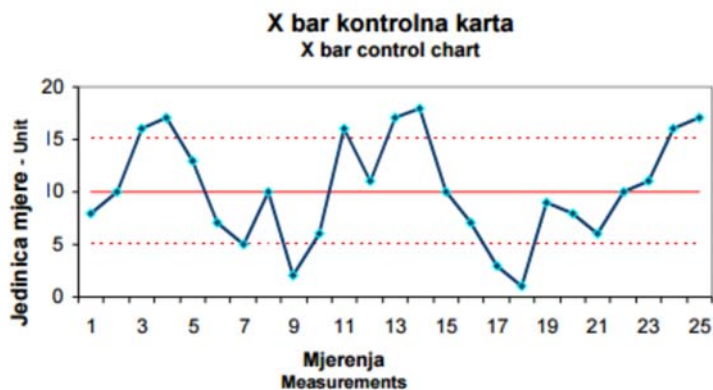
Podatak izvan kontrolne granice (iznad UCL ili ispod LCL) pokazuje da se u procesu, statistički promatrano, dogodio ne slučajan nego značajan uzrok varijacije (odstupanja). Pritom je bitno naglasiti da u slučaju podataka izvan kontrolnih granica, to nipošto ne znači da proces daje neusklađene jedinice (proizvode), upravo iz prije navedenog razloga što kontrolne granice nemaju veze sa granicama specifikacije, nego su to statističke granice. Kad varijacija prelazi statističke kontrolne granice, to je znak da su posebni uzroci ušli u proces i da proces treba ispitati kako bi se oni utvrdili. Za takav proces kažemo da je „izvan kontrole“. Najefikasniji postupak poboljšavanja kvalitete praćenog procesa je promptno otkrivanje uzroka značajnih varijacija i provođenje popravni radnji. Niti jedno poboljšavanje procesa ne odvija se preko noći. Poboljšavanja se sastoje od „sitnih koračića“ u dugom vremenskom razdoblju, te je važno znati kojim redom koračati (izbor prioriteta).

U slučaju kad nema podataka izvan kontrolnih granica onda se koristi termin „*pod kontrolom*“. To je dakle, statistički termin kojim se samo pokazuje da proces varira isključivo pod utjecajem

slučajnih, procesu svojstvenih uzroka. Na sljedećim slikama (Slika 21. i Slika 22.) dan je primjer ovih dvaju navedenih slučajeva.

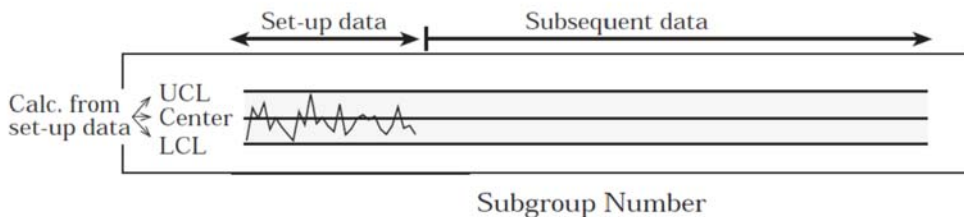


Slika 21. Proces je u „stanju statističke kontrole“ [5]



Slika 22. Proces je „izvan statističke kontrole“ [5]

Iz prethodno iznesenog valja naglasiti primarnu ulogu kontrolnih karata, te njihovu primjenu u toku odvijanja procesa primarno iz preventivnih razloga i pravovremenog podešavanja procesa (izmjene alata i sl.). Iz tog razloga, konstrukcija kontrolne karte na temelju mjerenja proizvoda sa skladišta i primjena takve karte za daljnje odvijanje procesa ne bi imala nikakvog smisla, jer ona u tom slučaju ne bi prikazivala trenutno stanje i „sliku“ procesa i ne bi bila adekvatna za korištenje. Za pravilnu konstrukciju i primjenu kontrolnih karti, potrebno je na temelju mjerenja posljednje proizvedenih jedinica izračunati kontrolne granice i ocijeniti stabilnost samog procesa, te nadalje, kartu s takvim kontrolnim granicama koristiti kao preventivni alat za buduće odvijanje procesa, kao što je to prikazano na Slici 23.



Slika 23. Kontrolna karta kao preventivni alat [5]

Dinamiku korištenja kontrolnih karata treba prilagoditi učincima, mogućnostima poboljšavanja, preventivi i slično. Dakle, **glavni ciljevi** primjene kontrolnih karata jesu [4]:

- dovođenje procesa u stanje statističke kontrole,
- utvrđivanje trendova i pomaka procesa u cilju zaštite od neželjenih rezultata (pojave dijelova lošije kvalitete, neusklađenih dijelova itd.),
- utvrđivanje potreba za remontom ili nabavom nove opreme, elemenata procesa i sl.,
- dobivanje svih saznanja o mogućnostima poboljšavanja procesa i mogućnostima postizanja zahtijevane kvalitete proizvoda (procjenjivanje sposobnosti procesa).

#### 5.4. Vrste kontrolnih karata

Uzevši u obzir vrstu podataka, na osnovu kojih izrađujemo kontrolnu kartu, razlikujemo dva osnovna tipa kontrolnih karata:

1. **kontrolne karte za mjerljive (numeričke) karakteristike,**
2. **kontrolne karte za atributivne karakteristike.**

U nastavku će se ukratko dati pregled pojedinih kontrolnih karata, kako bi se dobio bolji uvid šta koja vrsta kontrolnih karata predstavlja. [4]

##### 5.4.1. Kontrolne karte za mjerljive (numeričke) karakteristike

Numeričke karakteristike kvaliteta su takva svojstva koja se ocjenjuju brojnim vrijednostima kao naprimjer: temperatura, pritisak, dužina, gustoća, snaga itd. U ovu grupu kontrolnih karti pripadaju:

- $\bar{x} - R$  kontrolna karta,
- $\bar{x} - \sigma$  kontrolna karta,
- $X-MR$  kontrolna karta za individualno praćenje kvaliteta (kontrolna karta sa pomičnim rasponom).

Neki autori ovome dodaju i statistički izvještaj mjera (raboš kontrolna karta).

Matematička podloga ovih karata je **normalna raspodjela**.

**$\bar{x} - R$  kontrolna karta** – Pomoću ove kontrolne karte prate se prosjeci  $\bar{x}$  i rasponi  $R$  za izmjerene vrijednosti u uzorku. Prvi podatak daje uvid u centriranost procesa, dok drugi  $R_i$  govori o njegovom rasipanju. Uzorak za ovu kontrolnu kartu je mali, što znači  $n < 25$ , a u praksi se najčešće uzima  $n = 5$ ,  $n = 10$  ili između 5 i 10. Ona je naročito pogodna u procesima gdje je komadna proizvodnja i gdje se proizvodi na posmatranoj operaciji pojedinačno tretiraju, ali se također uspješno primjenjuje i u procesnoj industriji. Kontrolnom tehnologijom se definiše veličina uzorka i učestalost kontrolisanja. Kontrolor vrši obilaske kako je to propisano i mjeri karakteristiku kvaliteta čije se variranje posmatra. Rezultati mjerenja bilježe se u formular  $\bar{x}R$  – kontrolne karte.

Da bi ovu kontrolnu kartu mogli podvrći statističkoj analizi potrebno je da broj posmatranja bude barem 20 ( $k \geq 20$ ). Kontrolor u svakom posmatranju evidentira pojedinačne vrijednosti –  $x$  za posmatranu karakteristiku kvaliteta na uzorku  $n$  koga ispituje. Iz ovih vrijednosti se za svako posmatranje izračunava prosjek  $\bar{x}$  i raspon  $R$ , kao u Tabeli 3.

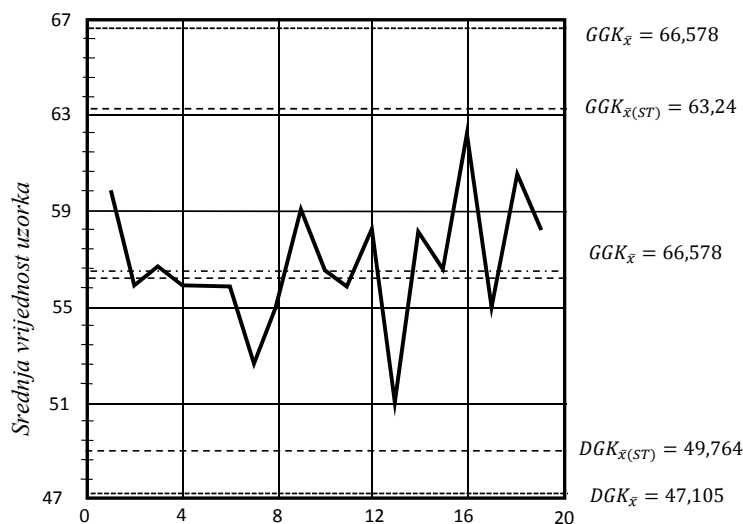
Tabela 3. Mogući izgled tabele za prikupljanje podataka za  $\bar{x} - R$  kontrolnu kartu [4]

$i (1-k)$	Broj posmatranja				
	1	2	3	...	k
$j (1-n)$					
Vrijednost mjerenja uzorka $n$	$x_1$	$x_1$	$x_1$	....	$x_1$
	$x_2$	$x_2$	$x_2$	....	$x_2$
	...	...	...	....	...
	$x_n$	$x_n$	$x_n$	....	$x_n$
Srednja vrijednost	$\bar{x}_1$	$\bar{x}_2$	$\bar{x}_3$	....	$\bar{x}_n$
Raspon	$R_1$	$R_2$	$R_3$	...	$R_k$

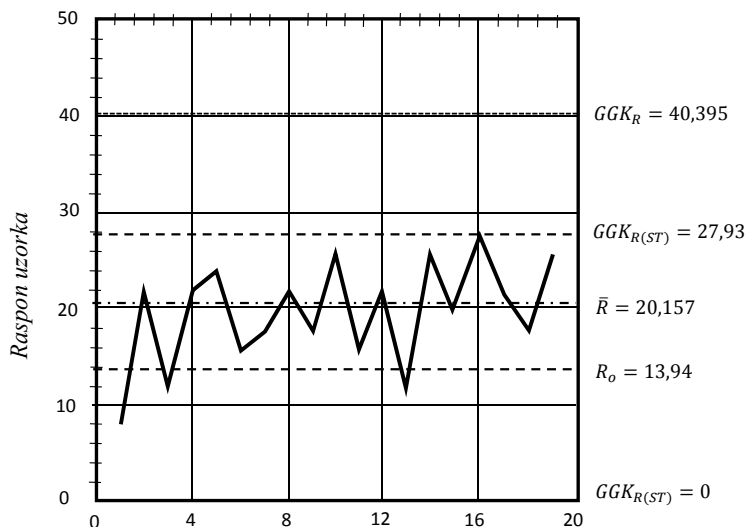
$$\bar{x} = \frac{x_1 + x_2 + \dots + x_n}{n} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n}$$

$$R_i = x_{j \max} - x_{j \min}$$

Na osnovu ove tabele i formula izračunavaju se ostali elementi kontrolne karte i ista se crta. Jedan primjer dat je na Slici 24.







Slika 24. Primjer  $\bar{x} - R$  kontrolnih karti [4]

**$\bar{x} - \sigma$  kontrolna karta.** Pomoću ove kontrolne karte se prati variranje karakteristike kvaliteta preko srednje vrijednosti uzoraka i njihove standardne devijacije. U principu nema razlike između ove karte i prethodne i interpretacija je analogna.

Ova karta se koristi kada su uzorci veći, po pravilu više od 15, a to znači da se koristi za male  $n < 25$  i velike uzorke  $n > 25$ . Naročito se koristi u tehnološkim procesima, gdje se na posmatranoj operaciji istovremeno tretira veći broj jedinica proizvoda. Ovo je slučaj u procesima termičke obrade, površinske zaštite i slično. Tamo gdje se na opremi radi jedan po jedan proizvod, ova kontrolna karta se ne koristi, izuzev kod automatskih brzih procesa. Također se koristi i na kontroli kvaliteta gotovih proizvoda.

Kontrolnom tehnologijom se definiše veličina uzorka i učestalost kontrolisanja. Kontrolor vrši obilaskе kako je to za taj proces propisano i mjeri karakteristiku kvaliteta čije se variranje posmatra. Rezultati mjerenja se bilježe u izvještaj mjera u kome se za svako posmatranje izračunava srednja vrijednost  $\bar{x}$  i standardna devijacija uzorka.

Izračunate vrijednosti  $\bar{x}$  i  $\sigma$  za svako posmatranje unose se u  $\bar{x} - \sigma$  kontrolnu kartu. Da bi se kontrolna karta mogla podvrći statističkoj analizi potrebno je izvršiti najmanje 15 posmatranja ( $k > 15$ ). Kod ove kontrolne karte uzorak je često promijenljiv, odnosno  $n \neq \text{const}$ .

U kontrolnoj karti je evidentno  $n$ ,  $\bar{x}$  i  $\sigma$  u svakom posmatranju i iz ovih podataka slijedi postupak proračuna, Tabela 4.

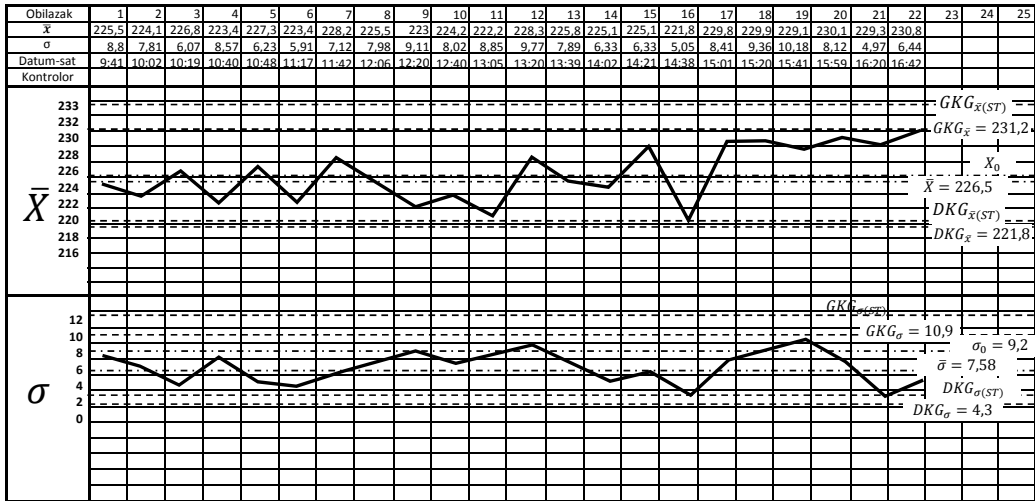
Tabela 4. Mogući izgled tabele za prikupljanje podataka za  $\bar{x} - \sigma$  kontrolnu kartu [4]

Broj posmatranja	1	2	....	k
Veličina uzorka n	$n_1$	$n_2$	....	$n_k$
Srednja vrijednost $\bar{x}$	$\bar{x}_1$	$\bar{x}_2$	....	$\bar{x}_k$
Standardna devijacija $\sigma$	$\sigma_1$	$\sigma_2$	....	$\sigma_k$

$$\bar{x} = \frac{x_1 + x_2 + \dots + x_n}{n} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n}$$

$$\sigma = \sqrt{\frac{(x_1 - \bar{x})^2 + (x_2 - \bar{x})^2 + \dots + (x_n - \bar{x})^2}{n}} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n}}$$

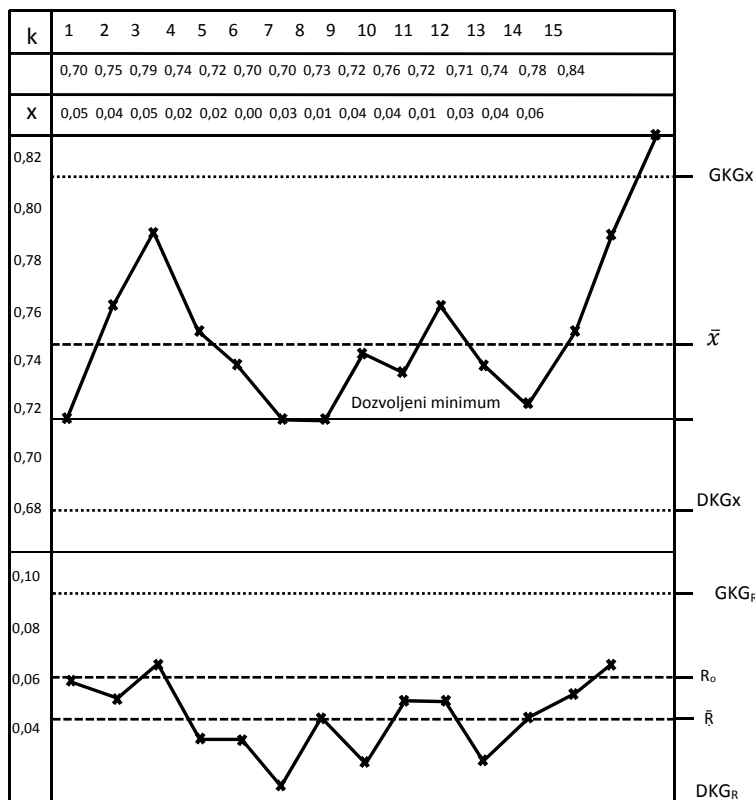
Na osnovu ove tabele i formula izračunavaju se ostali elementi kontrolne karte i ista se crta. Jedan primjer dat je na Slici 25.



Slika 25. Primjer  $\bar{x} - \sigma$  kontrolne karte [4]

**$\bar{X}$ -MR kontrolna karta** – ova kontrolna karta se upotrebljava u situacijama kada se ne može omogućiti statistički uzorak, odnosno kada je veličina uzorka jednaka jedinici ( $n=1$ ). Kod sprovođenja 100% kontrole kvaliteta, npr. kod složenih proizvoda, skupih agregata (turbine, generatori, pumpe), koje se rade u malim količinama, registriraju se parametri kvalitete i prate uz pomoć ove kontrolne karte. Pored toga, ima i takvih tehnoloških procesa gdje je dovoljno izvršiti jedno ispitivanje da bi se ocijenila čitava proizvedena masa. Ovaj slučaj se javlja u procesnoj i hemijskoj industriji, npr. u proizvodnji piva, alkoholnih pića i hemikalija. Naziv karti sa pomičnim rasponom dat je zbog toga što se raspon izračunava između dva uzastopna ispitivanja, tako da je broj raspona za jedan manji od broja izmjerenih veličina.

Primjer ove karte dat je na Slici 26.



Slika 26. Primjer  $\bar{X}$  – MR kontrolne karte [4]

#### 5.4.2. Kontrolne karte za atributivne karakteristike

Atributivne karakteristike kvalitete su takva svojstva koja se ocjenjuju opisno pa se kaže da je nešto dobro ili loše, da odgovara ili ne, da ide ili ne ide itd. Vizualna kontrola kvaliteta je tipično atributivno ocjenjivanje. Međutim i kod atributivnih svojstava kvaliteta postoje mogućnosti ocjenjivanja putem odgovarajuće mjerno – kontrolne i ispitne opreme. U ovu grupu kontrolnih karti pripadaju [4]:

- np kontrolna karta,
- p kontrolna karta,
- c kontrolna karta,
- u kontrolna karta.

Matematička podloga ovih karata je **Binomna** i **Poissonova raspodjela**.

**np – kontrolna karta** – neposredno prikazuje broj pronađenih škart jedinica u uzorku. Ova je karta primjenjiva kada je veličina uzorka konstantna,  $n = \text{const}$ .

Ova kontrolna karta se koristi za praćenje proporcije loših proizvoda. Kod ocjenjivanja kvaliteta proizvodi se razvrstavaju na dobre i loše, bez obzira na razlike koje postoje na njihovim kvalitativnim karakteristikama. Proporcija loših se obilježava sa  $p$  i predstavlja:

$$np = \frac{\text{broj loših}}{\text{pregledana količina}} = \frac{m}{n}$$

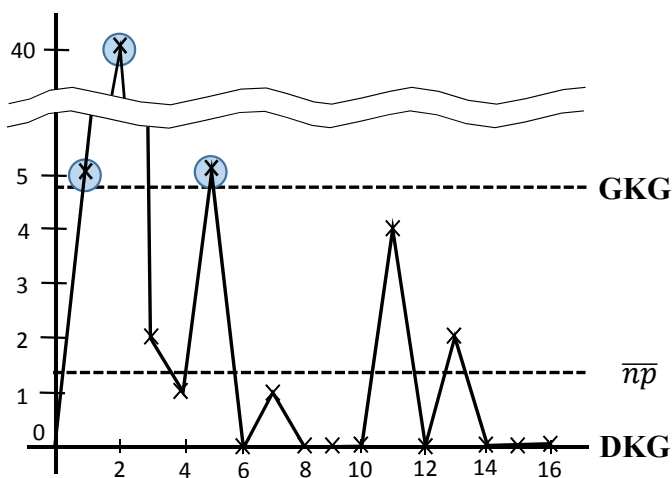
Broj loših se označava sa  $m$ , a pregledana količina nije ništa drugo nego uzorak  $n$ .

Kod ove kontrolne karte polazi se od toga da je najadekvatniji binomni raspored, jer je nesimetričan, što defakto u praksi i odgovara, pod uslovom da je uzorak tako veliki da se u prosjeku nalazi iznad 4 loša proizvoda.

Kontrolor u svakom posmatranju iz uzorka izdvaja loše proizvode i to evidentira u kontrolnu kartu. Na osnovu podataka evidentiranih u kontrolnoj karti (vidi Tabelu 5.), vrši se proračun i crta kontrolna karta, Slika 27:

Tabela 5. Mogući izgled tabele za sakupljanje podataka za np kontrolnu kartu [4]

Broj posmatranja	$k$	1	2	....	$k$
Pregledana količina	$n$	$n_1$	$n_2$	....	$n_k$
Broj loših	$m$	$m_1$	$m_2$	....	$m_k$
Proporcija	$np$	$np_1$	$np_2$	....	$np_k$



Slika 27. Primjer np kontrolne karte [4]

**p – kontrolna karta** – prikazuje grafičko kretanje proporcije loših komada u uzorcima. Veličine uzorka pri tome mogu biti različite. Matematička osnova je binomna raspodjela.

Kod ocjenjivanja kvaliteta proizvodi se razvrstavaju na dobre i loše, bez obzira na razlike koje postoje na njihovim kvalitativnim karakteristikama. Proporcija loših se obilježava sa  $p$  i predstavlja:

$$p = \frac{\text{broj loših}}{\text{pregledana količina}} = \frac{m}{n}$$

Broj loših se označava sa  $m$ , a pregledana količina nije ništa drugo nego uzorak  $n$ .

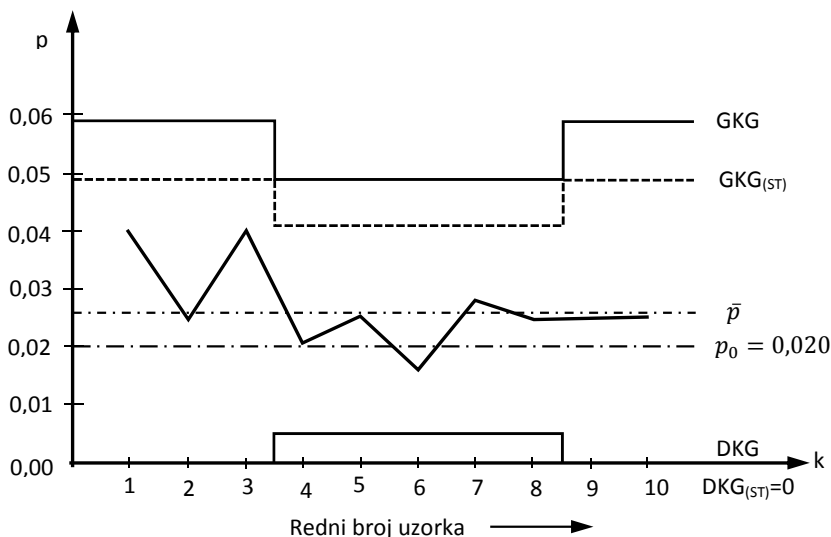
Ova kontrolna karta polazi se od toga da je najadekvatniji binomni raspored, jer je nesimetričan, što defakto u praksi i odgovara, pod uslovom da je uzorak tako veliki da se u uzorku u prosjeku nalazi iznad 4 loša proizvoda.

Broj posmatranja  $k$  treba da iznosi najmanje 15 ( $k > 15$ ) da bi se izvršila statistička analiza. Uzorak u opštem slučaju ne mora biti konstantan  $n \neq \text{const}$ . Kontrolor u svakom posmatranju iz uzorka izdvaja loše proizvode i to evidentira u kontrolnu kartu.

Na osnovu podataka evidentiranih u kontrolnoj karti (vidi Tabelu 6.), vrši se proračun i crta kontrolna karta, Slika 28.

Tabela 6. Mogući izgled tabele za sakupljanje podataka za  $p$  kontrolnu kartu [4]

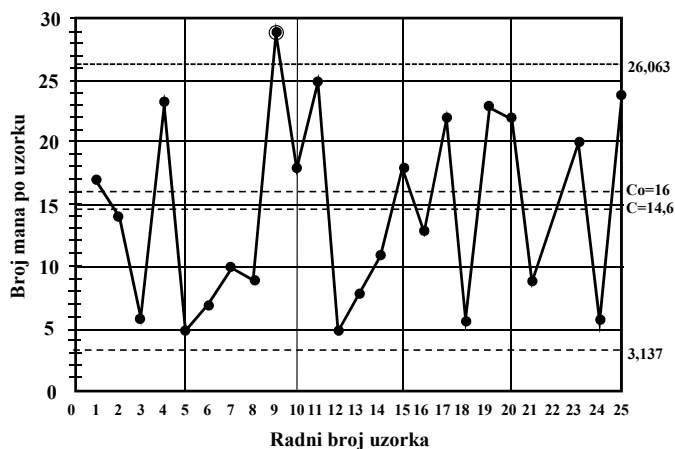
Broj posmatranja	$k$	1	2	....	$k$
Pregledana količina	$n$	$n_1$	$n_2$	....	$n_k$
Broj loših	$m$	$m_1$	$m_2$	....	$m_k$
Proporcija	$p$	$p_1$	$p_2$	....	$p_k$



Slika 28. Primjer  $p$  kontrolne karte [4]

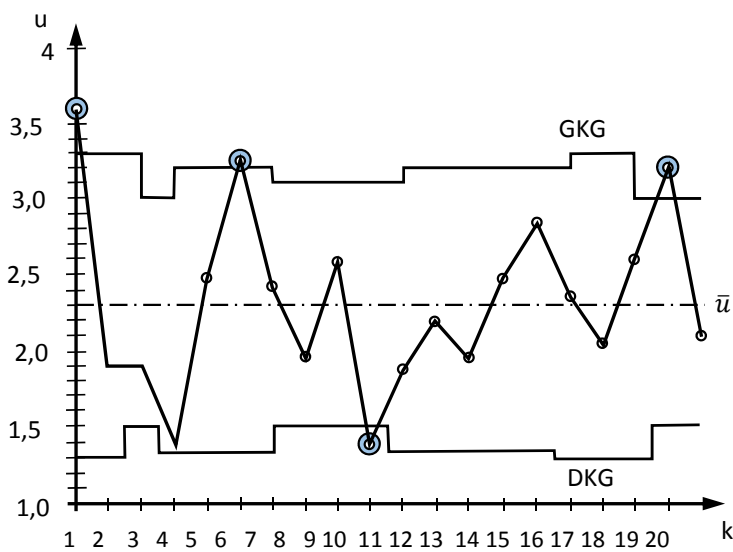
**c – kontrolna karta** – prati broj grešaka na jednom proizvodu ili uzorku. Uzorci moraju biti iste veličine, odnosno  $n = \text{const}$ .

Na osnovu podataka evidentiranih u kontrolnoj karti, vrši se proračun i crta kontrolna karta, Slika 29.



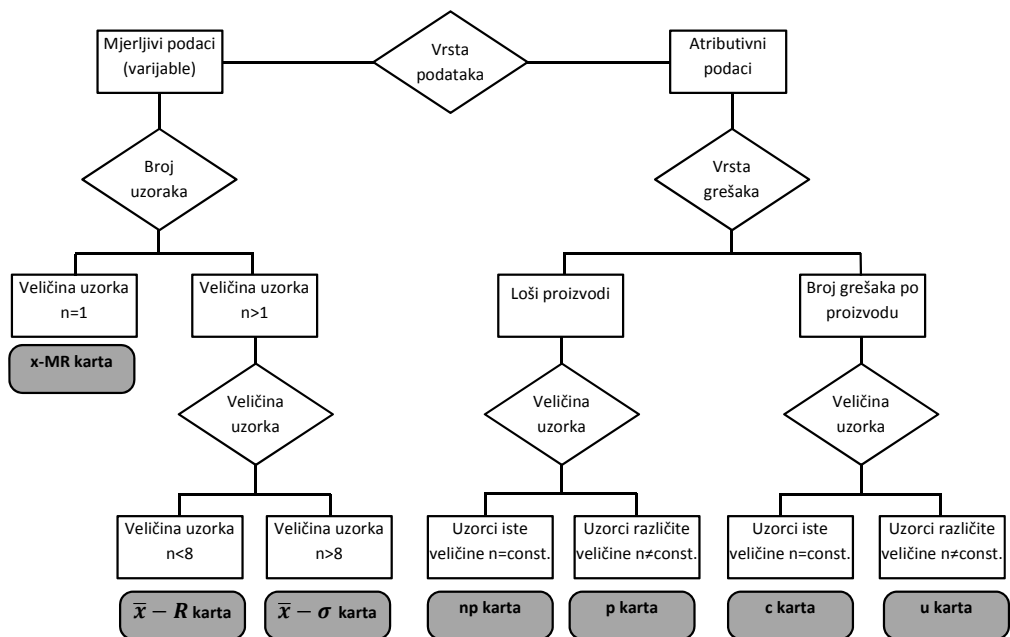
Slika 29. Primjer c - kontrolne karte [4]

**u – kontrolna karta** – prikazuje prosječan broj grešaka iskazan na jedinicu proizvoda pronađenih u isporuci (uzorku). Veličine uzoraka pri tome mogu biti različite, odnosno  $n \neq \text{const}$ . Ista je kao c kontrolna karta, Slika 30.



Slika 30. Primjer u kontrolne karte [4]

Na Slici 31. dat je shematski prikaz izbora pojedine Shewhart-ove kontrolne karte.



Slika 31. Izbor kontrolne karte [4]

### 5.5. Analiza sposobnosti procesa

Kontrolne karte pružaju potpune informacije o stanju procesa. U slučaju kada se sve tačke dijagrama nalaze u okviru kontrolnih granica procesa, a sve to unutar granica izračunatih iz zadatog standarda (propisa), onda se za takav proces kaže da je pod kontrolom, da je "ovladan" i zadovoljavajući. Potpuno idealan proces ne postoji, ali treba težiti ka njemu. Internacionalna zajednica za standarde usvojila je pravila prema kojima se donosi odluka o stabilnosti procesa. Ta pravila su:

- od posljednjih 25 tačaka svaka se mora nalaziti unutar kontrolnih granica,
- među posljednjih 35 tačaka jedna smije izaći izvan kontrolnih granica,
- od posljednjih 100 tačaka najviše dvije tačke smiju izaći izvan kontrolnih granica.

Međutim, tu se javljaju razni slučajevi koji se analizom kontrolnih karata mogu utvrditi. Analizom kontrolnih karata je moguće:

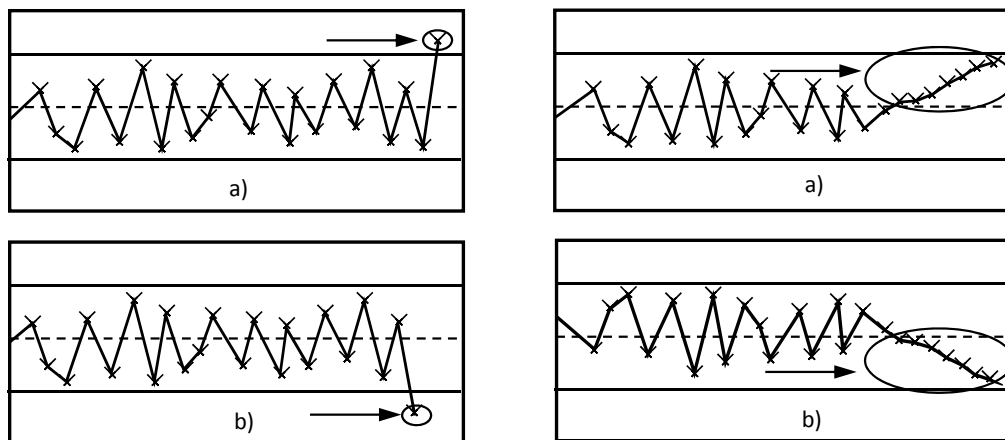
- otkriti sistemske utjecaje i
- ocijeniti sposobnost procesa (preciznost i tačnost).

#### 5.5.1. Otkrivanje sistemskih utjecaja [4]

Postupak otkrivanja sistemskih utjecaja primjenom kontrolnih karata podrazumijeva korištenje određenih pravila. Uobičajena je upotreba četiri pravila. Pravila se obično koriste na prvih 20 do 25 uzoraka kako bi se moglo izvesti početno ispitivanje procesa.

**Pravilo I: Bilo koja tačka izvan kontrolnih granica**

Pozicija kontrolnih granica obično se određuje vodeći računa o nivou vjerovatnoće od približno 1/1000. Drugim riječima, od hiljadu unijetih vrijednosti u kontrolnu kartu, pri nepromijenjenim uslovima u procesu, može se očekivati da samo jedna vrijednost padne izvan kontrolnih granica. Stoga, ukoliko se nešto tako dogodi, a prikazano je na slici pod (a) ili (b), to znači da je prisutan poseban utjecaj i kao takav treba biti otkriven, Slika 32.



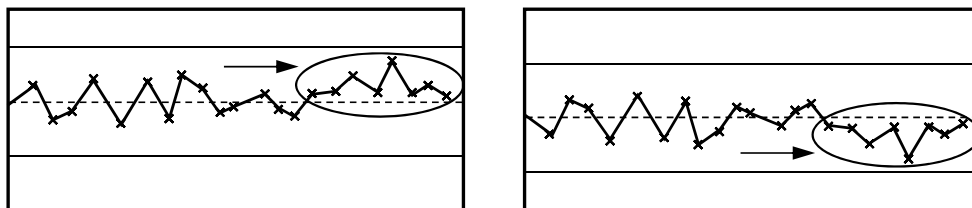
Slika 32. Pravilo 1. Bilo koja tačka izvan kontrolnih granica [4]

Ako razlog ovom utjecaju nije pronađen, onda mora biti prihvaćeno da je ta vrijednost dio skupa vrijednosti na osnovu koga se formiraju granice. Ako je razlog ovom utjecaju i/ili uzroku pronađen, onda se dotična tačka uklanja iz skupa od 20 odnosno 25 uzoraka, a kontrolne granice se ponovo preračunavaju koristeći preostalih 19, odnosno 24 uzorka.

Ukoliko postoji tačka ispod  $DKG_R$ , onda je ovo saglasno poboljšanju, a ne pogoršanju. Prisustvo takve tačke najavljuje potencijalnu promjenu na bolje koja se ogleda u smanjenju varijabilnosti. Ako je moguće, ovaj utjecaj i/ili uzrok bi trebalo pronaći i pripojiti ga kao stalnu karakteristiku sistema.

**Pravilo II: Pravilo sedam tačaka**

Pravilo sedam tačaka, primjenjuje se onda kada postoji sedam uzastopnih tačaka, bilo da su sve sa jedne strane centralne linije, ili da su sve u rastućem ili opadajućem trendu. Ove različite alternative su prikazane na Slici 33.



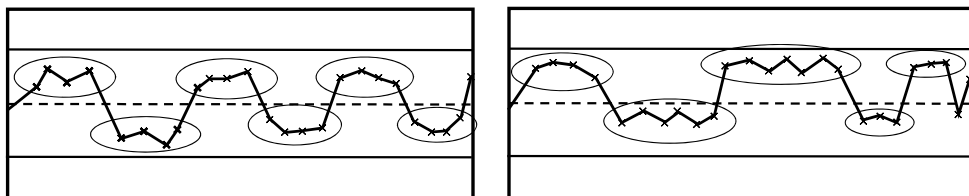
Slika 33. Pravilo 7 tačaka [4]



Broj sedam je usvojen zato što je vjerovatnoća realizacije takvog događaja mala (to je ekvivalentno događaju da se u sedam bacanja novčića sedam puta pojavi "pismo", što je ravno vjerovatnoći od  $1/128$ ). U slučaju prisustva ovakvog primjera može se sumnjati u prisustvo posebnog uticaja i/ili uzroka. Svakako, zbog razlike u nivoima vjerovatnoća, ovo je izvjesniji događaj nego događaj vezan za prvo pravilo. Kao i za prvo pravilo, razlog utjecaja i/ili uzroka trebalo bi otkriti, eliminisati ili pripojiti sistemu za stalno, zavisno od toga kako utiče na proces.

Prvo i drugo pravilo su više zasnovani na statistici nego III pravilo.

### Pravilo III: Neobični primjeri u okviru kontrolnih granica



a) *pojava periodičnosti*

b) *pojava grupisanja*

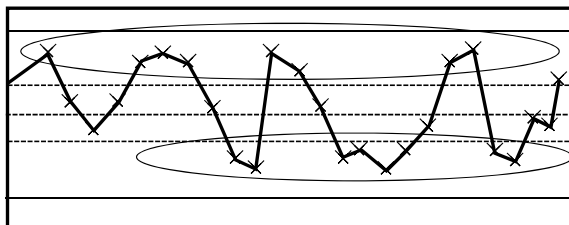
Slika 34. Pravilo III: Neobični primjeri u okviru kontrolnih granica [4]

Mogući su primjeri kontrolnih karata na koje se ne mogu primijeniti prvo i drugo pravilo. Primjer na Slici 34a) ukazuje na pojavu periodičnosti. Ne bi trebalo da bude isuviše teško da se pronade razlog periodičnosti. Slično tome, na Slici 34b) nalazi se mnoštvo tačaka blizu jedne od granica (najčešći uzrok ovakve pojave je pomješanost materijala različitih dobavljača), Slika 34.

### Pravilo IV: Pravilo srednje trećine

Ukoliko je broj tačaka u srednjoj trećini, po cijeloj dužini između kontrolnih granica, bilo mnogo veći ili mnogo manji od svih prisutnih tačaka u preostale dvije trećine, tada se primjenjuje pravilo srednje trećine. Slika 35., ilustruje takav slučaj.

Ovo pravilo zasnovano je na svojstvima normalne raspodjele. Kao prvi korak, rastojanje između kontrolnih granica dijeli se na šest područja jednake širine, a linije povučene na karti odgovaraju po jednom području sa obje strane centralne linije.



Slika 35. Pravilo IV: Pravilo srednje trećine [4]

Budući da su kontrolne granice postavljene na udaljenosti od tri standardne devijacije, sa obje strane u odnosu na centralnu liniju, tada ove linije odgovaraju po jednoj standardnoj devijaciji sa obje strane centralne linije. Poznato je da kod normalne raspodjele 68,3% (približno  $2/3$ ) od svih slučajeva leži u granicama ovog dijela krive što je i osnova za primjenu četvrtog pravila.

### 5.5.2. Ocjena sposobnosti procesa

Ocjenju sposobnosti procesa vršimo na osnovu:

- relativne širine procesa,
- indeksa preciznosti i
- indeksa tačnosti.

### 5.5.3. Relativna širina rasipanja procesa

Relativna širina rasipanja procesa  $f_p$  ne bi trebala u normalnim prilikama da iznosi više nego 75 % od tolerancije. Relativna širina rasipanja procesa izračunava se prema sljedećem obrascu:

$$f_p = \frac{6 \cdot S}{GGT - DGT} \cdot 100(\%)$$

gdje su:

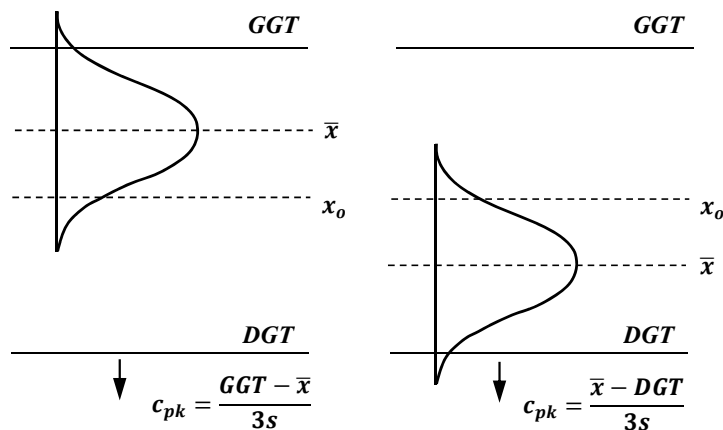
- GGT/DGT – gornja odnosno donja granica tolerancije i
- $S$  – standardna devijacija uzorka.

Pored relativne širine rasipanja procesa  $f_p$  uvode se indeksi  $C_p$  i  $C_{pk}$  kao pokazatelji za ocjenu sposobnosti procesa. Uzima se u obzir rasipanje samo jednog obradnog sistema i/ili procesa a izračunava se prema sljedećem obrascu:

$$C_p = \frac{GGT - DGT}{6 \cdot S}$$

Indeks preciznosti definiše sistem i/ili proces prema sljedećim kriterijumima, Slika 36:

- neprecizan,  $C_p < 1$ ,
- kritično precizan,  $1 < C_p \leq 1,33$ ,
- precizan,  $C_p \geq 1,33$ .



Slika 36. Određivanje indeksa tačnosti –  $C_{pk}$  [4]

Indeks tačnosti uzima u obzir pored rasipanja obradnog procesa i položaj srednje vrijednosti uzorka u odnosu na granicu tolerancije. Indeks se računa po obrascu:

$$C_{pk} = \frac{\Delta_{krit}}{3 \cdot S}$$

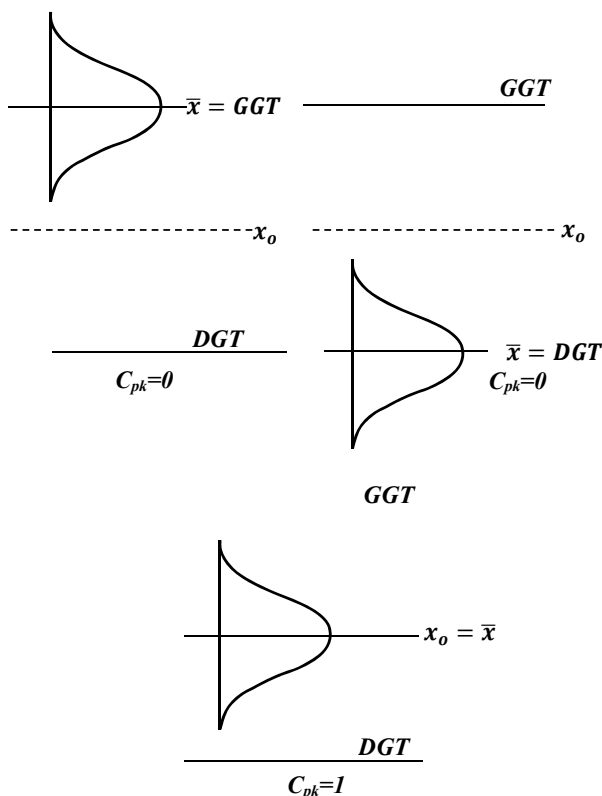
gdje je:

$\Delta_{krit}$  – kritično rastojanje srednje vrijednosti u odnosu na granice tolerancije ( $GGT - X$  ili  $X - DGT$  saglasno slici).

Indeks tačnosti definiše sistem i/ili proces prema sljedećim kriterijumima:

- netačan,  $C_{pk} < 1$ ,
- kritično tačan,  $1 < C_{pk} \leq 1,33$ ,
- tačan,  $C_{pk} \geq 1,33$ .

Karakteristični slučajevi su dati na Slici 37.



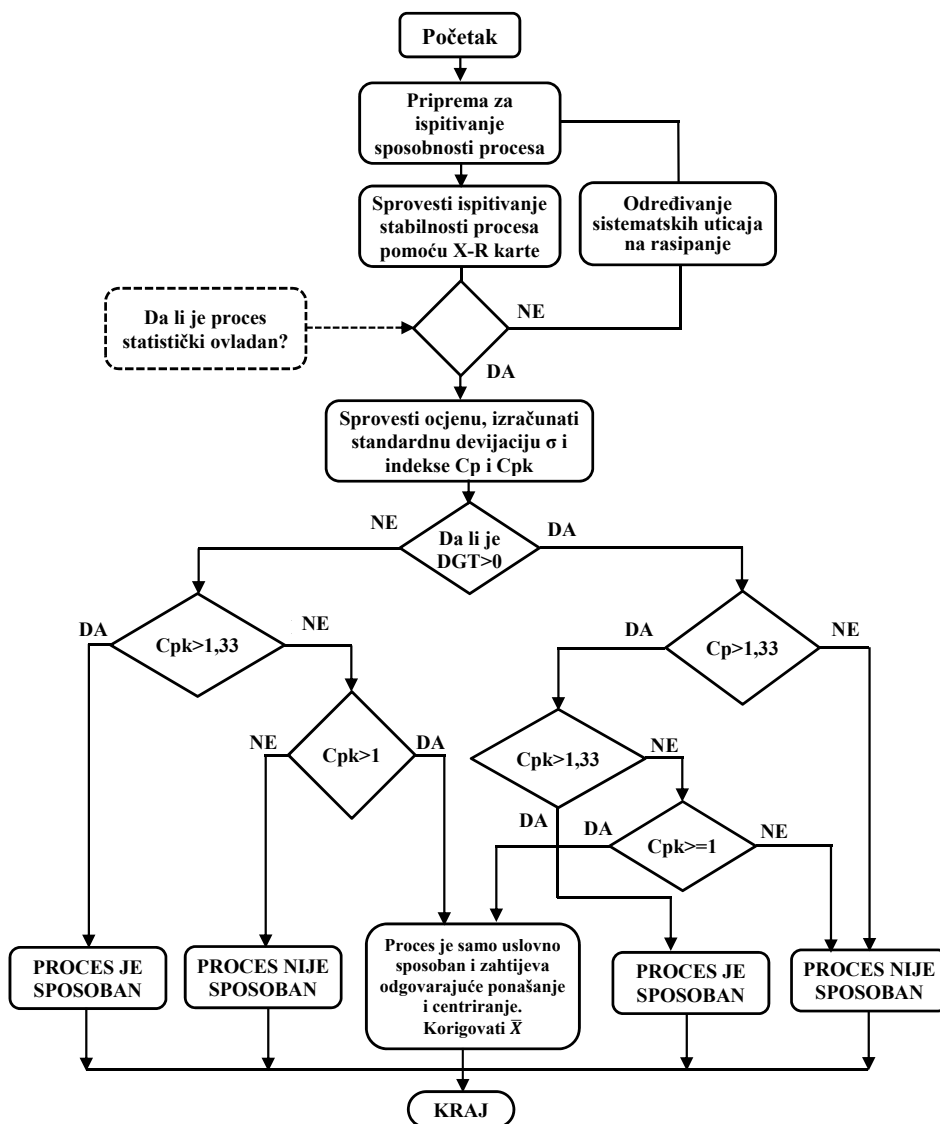
Slika 37. Karakteristični slučajevi indeksa tačnosti [4]

Sistem i/ili proces se označava kao sposoban, ako su ispunjeni sljedeći uslovi: .

1.  $fp \leq 75 \%$  ili  $C_p \geq 1,33$  i
2.  $C_{pk} \geq 1,33$ .

Pored odluka dobijenih na osnovu algoritma datog na Slici 38., produbljena analiza (u opštem slučaju) može rezultirati i donošenjem sljedećih odluka o procesu:

- prekid procesa zbog velikog procenta nepopravljivih predmeta,
- potrebno je regulisanje za veličinu  $\Delta$  jer proces nije tačan,
- potrebna je naknadna dorada zbog velikog procenta popravljivih predmeta ili
- proces treba nastaviti.



Slika 38. Odlučivanje o sposobnosti procesa [2]

## 6. METODE I SREDSTVA TEHNIČKE KONTROLE

U tehničkoj kontroli se primjenjuje veliki broj metoda koji se povećava razvojem nauke i tehnike posebno. Metode tehničke kontrole mogu se klasificirati sa različitim stanovišta. Za naša razmatranja od posebnog su interesa klasifikacije sa stanovišta obuhvatnosti objekata kontrole i odnosa prema integritetu tih objekata.

Sa stanovišta odnosa prema integritetu objekta, metode tehničke kontrole mogu da se podijele na metode:

- sa razaranjem objekta kontrole kao što su kontrole čvrstoće, tvrdoće, žilavosti, hemijskog sastava, strukture materijala itd. Ove metode se primjenjuju kao statistička kontrola jer se samo uzorak može razoriti a da ekonomski efekti budu zadovoljavajući;
- bez razaranja gdje se objekat kontrole ne razara kao što su kontrole dimenzija, upotrebom penetronata, ultra zvuka, magnetofluksa, rentgena, mjerenje vibracija, ferografija ulja, mjerenja električnog napona, otpora itd. Ove metode su ekonomski povoljnije i mogu da se koriste kod kontrole čitavog skupa koji se kontroliše.

Sa stanovišta obuhvatnosti objekata kontrole mogu se uočiti metode:

- statističke kontrole preko uzoraka,
- ukupna kontrola svih elemenata skupa.

Saglasno metodama tehničke kontrole postoji i veliki broj sredstava za tehničku kontrolu neposredno vezanih za metode kontrole, odnosno karakteristike parametara koji se kontrolišu kao što su mehaničke, hemijske, električne, magnetske i optičke karakteristike. I sredstva za tehničku kontrolu se mogu klasifikovati na različite načine, a od interesa za organizaciju je klasifikacija sa stanovišta složenosti i tehničkih mogućnosti gdje se mogu uočiti:

- jednostavna sredstva, kao što su pomična mjerila, termometar, metar, različiti šabloni, profili itd.,
- uređaji za kontrolu kao što su komparateri za dimenzije, dinamometri, ampermetri, vage itd.,
- mjerni sistemi kao što su spektrometri, uređaji za mjerenje vibracija, sistemi za optičku kontrolu profila (recimo profila zupčanika:), sistemi za mjerenje koncentracije metana u rudarskim jamama itd.,
- inteligentni mjerni sistemi koji predstavljaju u stvari robote koji u skladu sa datim programom automatski i samostalno vrše određene postupke kontrole.

Osnovne karakteristike razvoja sredstava za tehničku kontrolu su:

- sve su brža i preciznija odnosno sa većim mogućnostima, sve su složenija i skuplja i
- traže sve veće znanje i obuku izvršilaca.

Ove karakteristike upućuju na zahtjev za povećanom efikasnošću njihovog korištenja, odnosno racionalne organizacije.

## 7. TROŠKOVI TEHNIČKE KONTROLE

Tehnička kontrola angažuje ljude i sredstva u vremenu, pa prema tome izaziva i određene troškove.

U poslovnim sistemima mašingradnje troškovi tehničke kontrole u prosjeku iznose oko 8% [1] od cijene koštanja proizvoda. Visina troškova tehničke kontrole zavisi od brojnih faktora od

kojih su osnovni:

- vrsta proizvoda,
- zahtjevi kvaliteta (tolerancijsko polje posebno, Slika 34.),
- stanje na tržištu izlaza (konkurencija, potražnja),
- faza osvojenosti proizvoda,
- stručnost zaposlenih,
- motivacija zaposlenih u odnosu na kvalitet i
- organizacioni nivo poslovnog sistema.

Intenzitet tehničke kontrole treba podesiti tako da korist od nje bude veća od troškova, odnosno ukupni troškovi kvaliteta ( $T_{kv}$ ) budu minimalni. Izraženo funkcijom cilja, Slika 39.:

$$[\min]T_{kv} = T_{tk} + T_{lp}$$

$$T_{tk} = T_r + T_{sr} + T_e + T_m + T_o$$

$$T_{lp} = T_s + T_d + T_g + T_{gk}$$

gdje je:

$T_{tk}$  – troškovi tehničke kontrole,

$T_{lp}$  – troškovi lošeg proizvoda,

$T_r$  – troškovi rada tehničke kontrole,

$T_{sr}$  – troškovi sredstava za rad tehničke kontrole,

$T_e$  – troškovi energije tehničke kontrole,

$T_m$  – troškovi materijala tehničke kontrole,

$T_o$  – ostali troškovi tehničke kontrole,

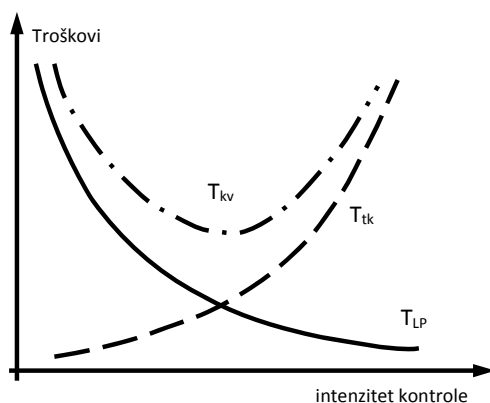
$T_s$  – troškovi škarta,

$T_d$  – troškovi dorade,

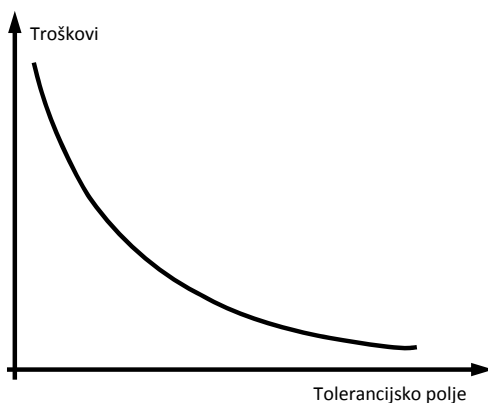
$T_g$  – troškovi garancije,

$T_{gk}$  – troškovi gubitka kupaca.

Kvalitet proizvoda mora biti prilagođen zahtjevima tržišta i stanja konkurencije. Svaki viši kvalitet od toga izaziva veće troškove kontrole, a svaki niži gubitak kupaca. O tome treba voditi računa i kod konstrukcije i kod izrade proizvoda, Slika 40.



Slika 39. Troškovi tehničke kontrole u ovisnosti od intenziteta kontrole [1]



Slika 40. Ovisnost troškova kvaliteta od veličine tolerancija [1]

## 8. LITERATURA

- [1] Brdarević, S.: Organizacija proizvodnje, Mašinski fakultet u Zenici, Zenica, 1986.
- [2] Otašević, V.; Ćorić, B.: Organizacija i ekonomika proizvodnje, Mašinski fakultet u Mostaru, 1983.
- [3] Kondić, V.; Bojanić, B.; Kondić, Ž.: Izbor optimalne varijante kontrole kvalitete rezultata procesa, Tehnički glasnik 9, Vol. 2, (2015.), Ed- Milan Kljain, ISSN 1846-6168 (Print), ISSN 1848-5588 (Online) , pp. 153-158
- [4] Vulanović, V.; Stanivuković, D.; Kamberović, B.; Raković, N.; Maksimović, R.; Radovlački, V.; Šilobad, M.: Metode i tehnike unapređenja procesa rada (statističke, inženjerske, menadžerske), III izdanje, Fakultet tehničkih nauka u Novom Sadu, Novi Sad, 2012.
- [5] <http://www.cimlss.rs/stabilnost-sposobnost-i-%EF%81%B3-nivo-kvaliteta-procesa/> (pristup 05.09.2019.)
- [6] <https://www.pinterest.com/pin/378443174930440633/> (pristup 02.09.2019.)

- [7] Valentino, D.; Bolšec, K.; Šafarić, M.: Metoda uzorka i norma HRN ISO 2859-1, Tehnički glasnik 8, Vol. 3 (2014.), Ed. Milan Kljain, ISSN 1846-6168 (Print), ISSN 1848-5588 (Online), pp. 214-221
- [8] Feifenbaum, A. V.: Total Quality Control, McGraw- Hill Book Company, Inc.1961.
- [9] Runje, B.: Predavanja iz kolegija Kontrola kvalitete, FSB, 2014. (pristup: 03.09.2019.)
- [10] <https://imgur.com/gallery/6hcLLnr> , (pristup 05.09.2019. godine)
- [11] [https://www.google.ba/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=6&cad=rja&uact=8&ved=0CEMQFjAF&url=http%3A%2F%2Fwww.100megsfree.com%2Fmemo%2F2007%2Fekonomist\\_fuzorci.doc&ei=MjirVNmkHtLZ7Qbk7oHYDg&usg=AFQjCNHpiHKbp4eHaGLMI\\_5AkiCNj2Z21A&sig2=ZKlIojPqAXQzB2P-BFeFLQ&bvm=bv.82001339,d.ZGU](https://www.google.ba/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=6&cad=rja&uact=8&ved=0CEMQFjAF&url=http%3A%2F%2Fwww.100megsfree.com%2Fmemo%2F2007%2Fekonomist_fuzorci.doc&ei=MjirVNmkHtLZ7Qbk7oHYDg&usg=AFQjCNHpiHKbp4eHaGLMI_5AkiCNj2Z21A&sig2=ZKlIojPqAXQzB2P-BFeFLQ&bvm=bv.82001339,d.ZGU) (pristup 10.09.2019.)
- [12] BAS ISO 2859-1:2009: Procedure uzorkovanja za ispitivanja prema atributima – Dio 1: Šeme uzorkovanja indeksirane prema prihvatljivom nivou kvaliteta (AQL) za testiranje lot-po-lot
- [13] <https://faculty.elgin.edu/dkernler/statistics/ch01/1-4.html> (pristup 10.09.2019.)
- [14] <http://www.am.unze.ba/ip/29%20Uzorkovanje.pdf> (pristup 10.09.2019.)
- [15] [http://dev.ombuenterprises.com/wp-content/uploads/2019/02/The\\_OC\\_Curve\\_of\\_Attribute\\_Acceptance\\_Plans.pdf](http://dev.ombuenterprises.com/wp-content/uploads/2019/02/The_OC_Curve_of_Attribute_Acceptance_Plans.pdf) (pristup 10.09.2019.)
- [16] Drenovac, A. i dr., Kontrolne karte kao sredstvo statističke kontrole kvaliteta, VOJNOTEHNIČKI GLASNIK/MILITARY TECHNICAL COURIER, 2013., Vol. LXI, No. 1 pp. 101–122, DOI: 10.5937/vojtehg61-2292, e-ISSN 2217-4753, ISSN 0042-8469
- [17] The OC curve of Attribute Acceptance Plans, Ombu Enterprises, LLC, [http://www.ombuenterprises.com/LibraryPDFs/The\\_OC\\_Curve\\_of\\_Attribute\\_Acceptance\\_Plans.pdf](http://www.ombuenterprises.com/LibraryPDFs/The_OC_Curve_of_Attribute_Acceptance_Plans.pdf), 2009.
- [18] Mudronja, V.: Kontrolna karta – Slika procesa, 13-ta Hrvatska konferencija o kvaliteti i 4-ti Znanstveni skup Hrvatskog društva za kvalitetu, Brijuni, Hrvatska, 09-11, svibanj 2013., god., Zbornik radova, ed. Drljača M., ISBN 978-953-6619-24-5, pp. 333-337
- [19] Kamberović, B.: Prilog razvoju integralnog sistema za upravljanje kvalitetom efektivnih proizvodnih sistema, doktorska disertacija, FTN, IIS, Novi Sad, 1996. godine





## IX UPRAVLJANJE ZALIHAMA

### 1. UVOD

Ravnoteža koju čovjek nalazi u prirodi izvor je ideja koje može primijeniti u svim aspektima života. Životinje koje se hrane sezonskom hranom, a žive u područjima u kojima promjenom godišnjeg doba ta vrsta hrane nestaje, prisiljene su pobrinuti se za prikupljanje hrane i skladištenje hrane. Mnoge životinjske vrste, kao što su vjeverice, medvjedi i drugi stvaraju zalihe hrane u periodima u kojima je ima više kako bi ju mogle iskoristiti u periodima u kojima nema hrane. Te im zalihe omogućuju preživljavanje i održavanje vrste [1].

Nestabilnost tržišta, u kojemu je vrlo teško ostvariti konstantnu ravnotežu između ponude i potražnje, dovela je do potrebe za stvaranjem zaliha i kod čovjeka. Zalihe su dobra koja preduzeće pohranjuje u skladištima iz različitih razloga. U idealnom svijetu zalihe ne bi bile potrebne zato što bi proizvođači konstantno mogli predviđati potrebe kupaca. Međutim, s obzirom na nestalnost tržišta, zalihe su nužan dio poslovanja.

Iako se čini da će preduzeća biti uspješnija što je veća količina njezinih zaliha, gomilanje zaliha bez ikakvog reda moglo bi dovesti do propasti preduzeća. Zbog toga je nužno provesti planiranje zaliha i upravljati zalihama. Danas se razlikuju tradicionalne i savremene metode upravljanja zalihama, a njihovim kombiniranjem moguće je ostvariti optimalno stanje zaliha na skladištima. Organizacija skladišnog poslovanja također ima važnu ulogu u učinkovitom upravljanju zalihama. Bez dobro organiziranih svih skladišnih procesa, nemoguće je učinkovito upravljati zalihama. Učinkovito upravljanje zalihama danas je omogućeno i razvojem tehnologije.

Često se planiranje i upravljanje zalihama predstavlja Slikom 1., kao mostom između **Poslovanja i Tržišta**.



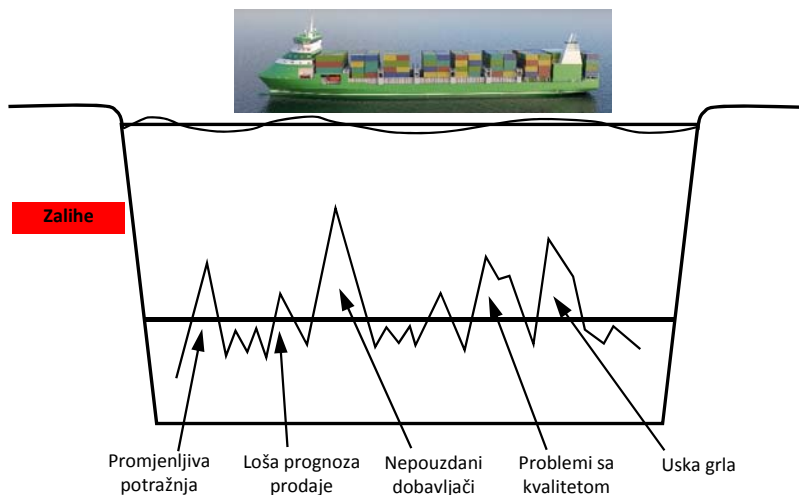
Slika 1. Planiranje i upravljanje zalihama [1]

## 2. SVRHA I POJAM ZALIHA

### 2.1. Definicije i razlozi stvaranja zaliha

Zalihe se mogu definisati na više načina, naprimjer, zalihe su vlastiti materijal koji se koristi u poslovanju, koji je namijenjen unutarnjoj potrošnji ili za prodaju, a uključuje sirovine, poluproizvode, materijal u radu i gotove proizvode. Vrlo se često koristi slična definicija zaliha koja glasi: zalihe podrazumijevaju uskladišteni materijal čija je svrha osiguranje normalne proizvodnje i zadovoljavanje zahtjeva kupaca. Zalihe su dobra koje preduzeće drži na skladištu da bi proizvelo dobra (prodajno preduzeće) ili prodala dobra (trgovinsko preduzeće). [3]

Zalihe se prema tome mogu podijeliti na zalihe sirovina (repromaterijala), zalihe nedovršene proizvodnje i zalihe gotovih proizvoda. Pri upravljanju zalihama nailazi se i na mnogo prepreka. Slikom 1. simbolično je prikazana ovisnost prodaje i zaliha. Brod predstavlja prodaju, dok more predstavlja zalihe, ukoliko dođe do nestanke zaliha, brod će naletjeti na hrid, odnosno poslovanje na zastoj zbog nekih od uzroka navedenih na Slici 2.



Slika 2. Ovisnost prodaje o zalihama [4]

S obzirom na to da je teško predvidjeti i proizvesti količinu robe precizno usklađenu s tržišnim potrebama, kako bi spriječili situaciju u kojoj nemaju dovoljnu količinu proizvedenih sredstava za plasman na tržište, proizvođači stvaraju zalihe. Zalihe materijala nastaju kao posljedica neusklađenosti ponude i potražnje, kao i nabave i proizvodnje. Ukoliko je nabava robe popraćena odgovarajućom prodajom ne postoji potreba za promjenom visine zaliha. Zaliha materijala je promjenjiva veličina. Zavisno o nabavi i potrošnji ona se kreće između minimalnog i maksimalnog nivoa. Visina zaliha svakog materijala zavisi od faktora koji utječu na promjenu ponude i potražnje, a oni se razlikuju za svako društvo, kao i za svaki materijal. Neki od tih faktora su: stanje na tržištu nabave, ustroj poslovanja materijalom, finansijske mogućnosti (vlastita sredstva, mogućnost dobivanja kredita), te mogućnosti i poslovna aktivnost društva. Iz perspektive zaduženih za nadzor zaliha važno je napomenuti kako navedeni faktori na visinu zaliha ne djeluju direktno nego indirektno preko količina i cijena materijala, vremena nabave i stepena sigurnosti, odnosno stepena pouzdanosti poslovanja materijalom.[1]

Zalihe također mogu biti veoma raznovrsne u zavisnosti od vrste poslovnih sistema ili ustanova. Neki primjeri su dati u Tabeli 1.

Tabela 1. Primjeri zaliha [2]

Operacija	Primjeri zaliha
Hotel	Hrana, piće, materijal za kupatila, materijal za čišćenje
Bolnica	Zavoji, instrumenti, krvna plazma, hrana, lijekovi...
Prodavnica	Roba koja se prodaje, materijal za pakovanje
Distributer auto dijelova	Automobilski dijelovi na globalnom skladištu, auto dijelovi u lokalnim skladištima
Proizvođač televizora	Komponente, sirovine, završene komponente, završeni televizori, materijal za čišćenje
Skladište	Roba koja se skladišti, materijal za pakovanje
Obrada finih materijala	Materijal (zlato, platinijum, itd.) koji čeka na obradu, djelimično obrađen materijal, potpuno obrađen materijal

Potražnja nije stalna i proizvođači nikada nisu sigurni koliko će im robe trebati. Postoji pet glavnih argumenata za stvaranje zaliha:

- 1) **Ekonomija obima** – stvaranjem zaliha postižu se različite uštede u proizvodnji, nabavi sirovina i transportu zato što pri kupnji, proizvodnji i prijevozu većih količina robe, preduzeće dobiva različite popuste i iskorištava opremu na najpovoljniji način. Stoga se smatra da stvaranje zaliha doprinosi ekonomičnosti;
- 2) **Uravnoteženje ponude i potražnje** – kod proizvodnje neke robe (kao što su sezonski proizvodi, blagdanski artikli i proizvodi od sezonski dostupnih sirovina) potrebno je stvarati zalihe zato što je u nekim trenucima potražnja za tim proizvodima veća. Proizvodnjom i u uslovima manje potražnje postiže se ostvarivanje normalnog proizvodnog procesa i izbjegavanje sezonskog rada;
- 3) **Specijalizacija** – kada preduzeće ima više podružnica, svaka od podružnica može se specijalizirati za proizvodnju samo jednoga proizvoda. Time se olakšava proizvodni proces. Dobar primjer za specijalizaciju je AS prehrambena industrija koja je proizvodnju podijelila na više različitih podružnica, a svaka od njih proizvodi određene proizvode (Tešanj, Visoko, Sarajevo, Velika Kladaša). Na kraju se gotovi proizvodi prevoze tamo gdje je potrebno;
- 4) **Zaštita od neizvjesnosti** – neizvjesnost u potražnji je glavni razlog stvaranja zaliha. S obzirom na to da preduzeće nikada ne može biti sigurno kolika će biti potražnja, te hoće li u uslovima povećane potražnje moći zadovoljiti potrebe kupaca, nužno je stvoriti zalihe;
- 5) **Zalihe kao međuspremnik unutar distribucijskog kanala** – zalihe pomažu stvoriti glavnu povezanost, a pritom stvaraju vremensku i prostornu korist. Zalihe pomažu osigurati namirenost potražnje i osiguravaju da nikada ne dođe do nestašice robe. [1]

J. M. Keynes smatra da postoje tri glavna razloga, odnosno motiva za stvaranje zaliha [1]:

1. transakcijski motiv,
2. špekulativni motiv i
3. sigurnosni motiv.

Transakcijski motiv tvrdi da treba držati zalihe zato što se većom količinom narudžbi smanjuje broj transakcija i troškovi naručivanja. Špekulativni motiv zasnovan je na očekivanoj dobiti u budućnosti. On smatra da će u budućnosti porasti potražnja za uskladištenom robom pa će time porasti i cijena uskladištene robe. Sigurnosni motiv smatra da je potrebno osigurati određenu količinu zaliha zbog neizvjesnosti ponude. [1]

Nadalje, s obzirom na to da ne postoji idealan sistem u kojemu bi se uvijek moglo proizvesti ono što kupac želi u vremenu koje je kupcu prihvatljivo te da se to kupcu dostavi u trgovinu u isto tako prihvatljivom vremenu, svaki sudionik distribucijskog lanca ima potrebu posjedovati određene količine robe. Stoga postoje još tri temeljna razloga koji dobavljaču daju opravdanje za stvaranje zaliha, a to su:

1. Zalihe se moraju stvarati da bi se moglo zadovoljiti predviđenu potražnju u razdoblju u kojemu naručena roba još nije stigla do dobavljača;
2. Zalihe se moraju stvarati kako bi se izbjegla nesigurnost procjene potražnje;
3. Zalihe se moraju stvarati da bi se postigla optimizacija odnosa troškova posjedovanja zaliha i fiksnih troškova za realizaciju nove narudžbe. [5]

## **2.2. Podjela zaliha**

Zalihe se u literaturi dijele na različite načine. Sve zalihe koje postoje na skladištu mogu se podijeliti prema vrsti robe koja je uskladištena i prema stvarnoj i planiranoj količini robe.

Prema vrsti robe, roba se dijeli na:

- a. zalihe sirovina i materijala,
- b. zalihe poluproizvoda i dijelova i
- c. zalihe gotovih proizvoda (usp. Šamanović 2009: 205).

Roba se može podijeliti i s obzirom na plan normativa, stanje, motiv i potrebu za kontinuiranim proizvodnjem ili prodajom i to na:

- a. minimalne i maksimalne zalihe,
- b. optimalne zalihe,
- c. prosječne zalihe,
- d. sigurnosne zalihe,
- e. špekulativne zalihe,
- f. sezonske zalihe i
- g. nekurentne zalihe.

### **2.2.1. Minimalne i maksimalne zalihe**

Minimalne zalihe definiraju se kao „najmanja količina robe koja je potrebna da se pravovremeno zadovolje obaveze poduzeća po količini i asortimanu.“ [1] Kada bi došlo do

nedostatka robe, došlo bi do ugrožavanja opskrbe kupaca proizvodima ili zastoja u proizvodnom procesu. Kako bi se saznalo koja je najmanja potrebna količina zaliha, potrebno je utvrditi dnevnu potrošnju robe i rokove nabave. Oslanjanje na minimalne zalihe ima smisla samo u slučaju redovitih preduzeća koja imaju sigurne lance nabave. [1]

Maksimalne zalihe suprotne su minimalnim zalihama. To je gornja granica robe u skladištu i kada se ona postigne, više se ne smije nabavljati nova roba. Kada se postigne gornja granica, dolazi do problema zato što je cilj stvaranja zaliha stvoriti optimalnu, a ne najveću moguću količinu robe. Maksimalne zalihe su smislene samo u slučaju da proizvodnja i narudžbe kupaca osciliraju kroz godinu pa se poduzeće maksimalnim zalihama pokušava osigurati od nestašice robe. [6]

### ***2.2.2. Nekurentne zalihe***

Nekurentne zalihe čini ona roba koja se zbog gubitka kvalitete, svojstava, zastarjelosti i slično ne može prodati ili se može prodati ako joj se znatno snizi cijena. Dobar primjer nekurentnih zaliha zbog zastarjelosti su modni artikli koji se nose u određenom periodu u kojemu im je popularnost visoka pa za njima vlada ogromna potražnja, ali s nestankom modnog trenda nestaje i potražnja za njima. Drugi dobar primjer zastarjelih artikala su artikli nogometne reprezentacije koja je u određenom trenu pobijedila na nekom od prvenstava. S obzirom na to da je u tome trenu njihova popularnost visoka, vlada visoka potražnja. Međutim, s padom njihove popularnosti pada i potražnja za njima pa takvi artikli vrlo brzo uopće ne mogu pronaći svoje tržište. Također to mogu biti i sezonski proizvodi, tipa voća i povrća koji stajanjem gube na kvaliteti.

### ***2.2.3. Optimalne zalihe***

Optimalne zalihe su one zalihe koje omogućavaju potpunu i redovitu opskrbu kupaca ili proizvodnog procesa. Pritom su minimalizirani troškovi skladištenja i dostave do kupaca. [1] U principu su optimalne zalihe one koje se nalaze između minimalnih (najmanja količina robe koja može zadovoljiti potražnju) i maksimalnih (najveći broj robe koja se može nalaziti na skladištu) zaliha. One omogućavaju da se troškovi svedu na mjeru koja je zadovoljavajuća za proizvođača ili distributera, ali da se kupac u svakome trenu može opskrbiti robom.

Industrijski razvijene zemlje pokušavaju razviti poslovanje bez stvaranja zaliha, pa je poslovanje bez zaliha osnovni cilj kojemu poduzeća teže. Međutim, sve dok to ne bude moguće, stvaranje optimalnih zaliha je najbolje moguće rješenje za svako poduzeće. [1]

### ***2.2.4. Prosječne zalihe***

Prosječne se zalihe definiraju kao prosjek stanja robe koja je na zalihama kroz određeni period. Taj period je najčešće godina. U obzir se uzima sva roba unutar toga perioda, te se količina robe dijeli s jedinicama (najčešće mjesecima ili sedmicama) unutar toga perioda kako bi se dobile prosječne zalihe.

### ***2.2.5. Sigurnosne zalihe***

Sigurnosne zalihe su one zalihe koje se stvaraju za slučaj da dođe do neke nepredvidive situacije u poslovanju. One služe kao osiguranje od neželjenih situacija u poslovanju.

### 2.2.6. Špekulativne zalihe

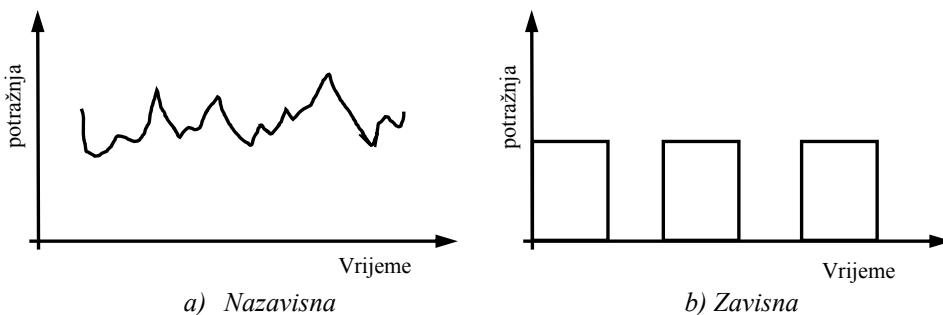
Špekulativne zalihe se skupljaju namjerno kako bi se mogle prodati za vrijeme povećanja cijene. Cijene se mogu povećati slučajno, pa se može reći da je period povećanja cijena predviđen ili se mogu povećati namjerno, različitim tržišnim manipulacijama.

### 2.2.7. Sezonske zalihe

Sezonske su zalihe one zalihe koje se rade kroz cijelu godinu, a služe samo u određenom periodu godine. U tome periodu godine potražnja za uskladištenim proizvodima je iznimno velika. Dobar primjer za sezonske zalihe su blagdanski materijali (uskrсни, božićni, karnevalski repertoar) i proizvodi koji se koriste u vrlo kratkom periodu (npr. kupaći kostimi, pribor za igranje u pijesku). [1]

Također zalihe možemo razlikovati i prema **stepenu zavisnosti potražnje**:

- Zalihe s nezavisnom potražnjom – zalihe za kojima se potražnja formira izvan proizvodnog procesa. Obično su to zalihe gotovih proizvoda, te zalihe rezervnih dijelova namijenjenih za zamjenu neispravnih dijelova nekog proizvoda. Takvim zalihama potražnja često varira u vremenu što je prikazano na Slici 3a;
- Zalihe sa zavisnom potražnjom – zalihe čija potražnja ovisi o potrebi za nekim dijelovima ili komponentama. Specifičnost ovakvih zaliha je da se proizvodnja odvija u serijama. Potražnja je lakše predvidiva, ima pravilnija odstupanja u odnosu na nezavisnu potražnju, što je prikazano na Slici 3b.



Slika 3. Nezavisna i zavisna potražnja [2]

U literaturi čija je tematika nezavisna i zavisna potražnja se često kao primjer uzima automobil kako bi se lakše uočila razlika istih. Iz perspektive proizvodnje potražnja za automobilom je nezavisna, međutim proizvodnja ispušnih sistema predstavlja zavisnu potražnju. Zavisnu u ovisnosti o broju proizvedenih automobila. Određivanjem jasnih granica i razlika između ove dvije potražnje rezultirale su velikim napretkom na području upravljanja zalihama. Za nezavisnu potražnju razvijeni su modeli koji se koriste za nadopunjavanje, dok su za zavisnu potražnju razvijeni modeli poput modela planiranja potrebe materijala i model planiranja resursa za proizvodnju. Kod filozofije nadopunjavanja zalihe se nadopunjavanju neposredno nakon njihovog smanjenja, kako kupci nebi čekali na robu. U slučaju filozofije potreba polazi se od toga da veličina narudžbi bude ujednačena s potrebama za visokim nivoom materijala. Što bi značilo da smanjenje zaliha uslovljava dodatno naručivanje sirovina, te ako se pokaže potrebnim, naručivanje većih količina u budućnosti. [7]

### 2.3. Planiranje zaliha

Smatra se da je problem veličine zaliha jedan od glavnih problema s kojima se susreće osoblje pri organizaciji rada. Količina zaliha na skladištu ovisi o različitim faktorima, a sam proces planiranja zaliha je kompleksan i dugotrajan. Najrelevantniji faktori, koji utječu na količinu poželjnih zaliha, navedeni su u nastavku:

- a. mogućnost obima proizvodnje, a ako je riječ o trgovini, količina robe koja se može plasirati i prodati kupcima,
- b. troškovi uskladištenja, odnosno držanja zaliha,
- c. broj skladišta koja se nalaze u distributivnoj mreži,
- d. prostorni uslovi skladištenja (stanje u kojemu se nalazi zgrada u kojoj se skladišti i stanje opreme u skladištu) i stručnost skladištara i ostalog skladišnog osoblja,
- e. uslovi pod kojima se vrši transport – broj i kvaliteta transportnih sredstava, osoblja i kvaliteta saobraćajnica,
- f. uslovi na tržištu (domaćem i stranom),
- g. koliko se često naručuje,
- h. karakteristike robe koja je uskladištena; koliko se često/brzo roba kvari, je li zastarjela, cijena robe i slično,
- i. kamate na kredite,
- j. porezi koji se moraju platiti za robu na zalihama. [1]

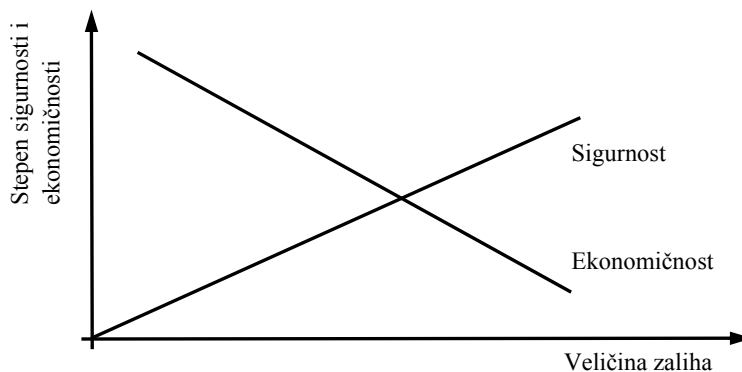
Najvažniji zadatak planiranja zaliha je osigurati optimalnu količinu robe koja će u svakome trenutku omogućiti uobičajen proizvodni ciklus ili u prodajnim preduzećima zadovoljiti potrebe potencijalnih kupaca. Cilj planiranja zaliha je postići optimalnu količinu zaliha; preduzeća koja posjeduju prevelike ili premale količine zaliha ostvaruju finansijske gubitke u poslovanju.

Veličina zaliha mora zadovoljiti dva osnovna ali kontradiktorna zahtjeva: sigurnosti i ekonomičnosti (Slika 4.), na način da veličina bude takva da osigura kontinuirani tok procesa proizvodnje, ali uz što manje troškove dobave (naručivanja, dopreme), skladištenja, zauzetog prostora i manipulacije.

Da bi oba zahtjeva bila zadovoljena potrebno je u obzir uzeti cijeli niz faktora kao što su:

- tip proizvodnje,
- ritam proizvodnje,
- dobavna raspoloživost robe (broj izvora nabave, uslovi isporuke i prostorna udaljenost dobavljača),
- cijena robe,
- kapacitet skladišta materijala i zapremina robe,
- sigurnost isporuke robe određenog kvaliteta i slično.





Slika 4. Utjecaj veličine zaliha na sigurnost i ekonomičnost [7]

Ovi faktori utječu i na izbor sistema nabave, pri čemu to podrazumijeva da za određeni sistem nabave pojedini faktori moraju biti unutar određenih granica.

Ekonomične su one zalihe koje zadovoljavaju kontinuiranu potrošnju na način da materijal pristigne u traženim količinama, a nova isporuka od dobavljača u istoj količini slijedi nakon potrošnje materijala u proizvodnom procesu.

Takve zalihe stvaraju relativno male troškove uz visok koeficijent obrtaja. Preduslovi za to su tolerantna udaljenost dobavljača od proizvodnih pogona i sigurnost primjenjenog sistema nabavljanja (JIT – *engl. Just in time* – bez kašnjenja i grešaka u kvaliteti).

Sam sistem upravljanja zalihama može biti jednostavan ali i kompleksan, a karakteriziraju ga odluke o tome KADA i KOLIKO naručiti.

Temelji se ili na kontinuiranom vremenu pregleda zaliha uz konstantnu dobavnu količinu, ili na konstantnom vremenu ponovnog naručivanja. Za samu obradu informacija najbolje odgovaraju informacijski sistemi s distribuiranim bazama podataka i opremom.

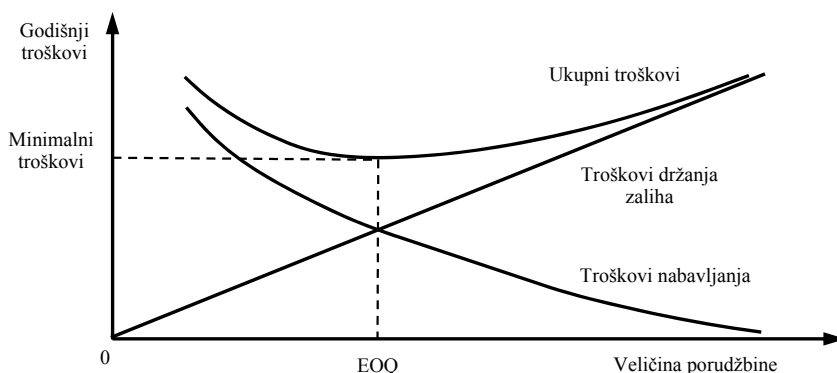
#### 2.4. Troškovi držanja zaliha i njihovo smanjenje

Zalihe se čuvaju u skladištima, a troškove skladištenja čine tri glavna faktora: trošak rukovanja predmetom, fiksni troškovi i troškovi čuvanja zaliha. Trošak rukovanja predmetom je skup troškova rada (ljudskog) i troškova materijala koji su potrebni za rukovanje predmetom. Ovaj je trošak veći što je veći broj predmeta na zalihama. Fiksni troškovi su svi oni troškovi koji ne ovise o količini predmeta koji se nalaze na skladištu. Oni ovise o veličini skladišta i stalni su za određenu veličinu skladišta. Troškovi čuvanja zaliha su proporcionalni stanju čuvanih zaliha; što je više zaliha, to su viši i troškovi njihovog čuvanja i obrnuto. [5]

Kako bi se smanjili troškovi držanja zaliha, potrebno je pravovremeno preispitati zalihe. Potrebno je s vremena na vrijeme pregledati zalihe, ocijeniti njihovu količinu i prilikom svake narudžbe donijeti valjanu odluku. Pravovremenim preispitivanjem zaliha mogu se na vrijeme uočiti viškovi zaliha i zalihe robe za kojom ne vlada potražnja pa se ta roba ne mora naručivati. Ako se preispita odnos potražnje, vremena dostave i sigurnosnih zaliha doći će se do podatka o tome koja su razdoblja sa smanjenom potražnjom.

ABC pristup također uveliko može smanjiti troškove držanja zaliha, o čemu će se pisati u

daljnjim poglavljima. Nadalje, trebale bi se pokušati smanjiti sigurnosne zalihe, ali to je moguće samo ako se može smanjiti i vrijeme nabave. Prilikom smanjivanja troškova držanja zaliha nužno je primijeniti kvantitativnu pristup, koji pokušava pronaći ravnotežu između cijene držanja zaliha i cijene nove narudžbe, što je prikazano na Slici 5. [5] Ove smjernice usmjerene su prema smanjenju zaliha, a ne prema direktnom smanjenju troškova.



Slika 5. Odnos troškova i naručene količine robe

## 2.5. Koeficijent obrtaja zaliha

Koeficijent obrtanja zaliha posljednjih je godina u središtu interesa industrije. Razmatra se kako povećati njegov koeficijent. Koeficijent obrtaja zaliha zapravo pokazuje koliko su puta određene zalihe prodane u nekom vremenu. On je pokazatelj efikasnosti pretvaranja ukupnih zaliha u novac. „Taj se podatak izračunava kao odnos utrošenog novca za nabavu i prosječnog stanja zaliha u zadanom razdoblju.“ [5] Računa se prema formuli:

$$\text{Broj obrtaja zaliha} = \frac{\text{troškovi prodanih materijala, poluproizvoda, proizvoda i robe}}{\text{prosječno stanje svih zaliha}}$$

Prosječno stanje svih zaliha računa se tako da se pojedinačna uzeta stanja zbroje i podijele s tim brojem stanja. U idealnom slučaju potrebno je uzeti dnevna stanja zaliha, zbrojiti ih i zbroj podijeliti s brojem tih uzetih stanja. Koeficijent koji se dobije je broj obrtaja zaliha za godišnje razdoblje. [5]

Nakon izračunatog koeficijenta obrtanja zaliha, potrebno je izračunati i broj dana vezanja sredstava prema formuli: **broj dana u godini/koeficijent obrtaja**. Broj dana vezanja sredstava označava broj dana koji je potreban da bi se zalihe pretvorile u novac.

Svaki menadžer treba težiti što većem broju obrtaja zaliha u određenom periodu, a samim time što manjem broju dana vezanja sredstava. Tako će se zalihe okrenuti maksimalan broj puta u određenom periodu. Rezultat toga su veća brzina, manje novca potrebnog za zalihe, niži troškovi i viši dobitak. [5]

Naravno, koeficijent obrtaja može se računati i za manja razdoblja od godine dana (npr. polugodišnji), a može se računati i za pojedine vrste proizvoda.

### 3. METODE ZA UPRAVLJANJE ZALIHAMA

#### 3.1. Tradicionalne metode

Tradicionalne metode upravljanja zalihama pojavile su se nešto ranije i u široj su upotrebi radi njihove jednostavnosti i zbog toga što ne traže previše podataka niti velika znanja za njihovu primjenu. U nastavku će biti prikazane: Ekonomična količina narudžbe, ABC analiza i XYZ analiza i mogućnosti njihove primjene, te JIT sistem i kanban sistem koje neki autori svrstavaju u tradicionalne, a neki u napredne metode upravljanja zalihama.

##### 3.1.1. Ekonomična količina narudžbe

Ekonomična količina narudžbe predstavlja model upravljanja zalihama koji osigurava najniže troškove narudžbe. Prilikom naručivanja zaliha uvijek se postavljaju dva osnovna pitanja, i to:

1. koju bi količinu trebalo naručiti,
2. kada bi narudžbu trebalo plasirati.

Količina koju treba naručiti povezana je s veličinom narudžbe, a ova s troškovima narudžbe. Što je narudžba veća, to su troškovi narudžbe manji, ali su zato troškovi skladištenja veći.

Vrijeme narudžbe ukazuje na to koliko se zalihe zadržavaju u skladištu. Velike narudžbe zadržavaju zalihe duže u skladištu, pa su troškovi skladištenja veći, dok male narudžbe minimiziraju troškove skladištenja, ali zato maksimiziraju troškove narudžbi. Prema tome, upravljanje zalihama se u ovom slučaju svodi na iznalaženje one veličine narudžbe koja će minimizirati obje skupine troškova, odnosno zbir troškova narudžbe i troškova skladištenja.

Troškovi narudžbe su oni troškovi koji se odnose na određenu narudžbu, a to su troškovi pripreme i otpreme narudžbi, troškovi prijevoza, troškovi prijema itd.

Troškovi skladištenja su oni troškovi koji se odnose na troškove angažiranja kapitala (kamata), troškovi skladišnog prostora, troškovi osiguranja prostora, troškovi rukovanja materijalom i drugi. U odnosu na veličinu narudžbe prva skupina troškova ima trend pada, dok druga skupina troškova ima trend rasta, koji ne mora biti proporcionalnog karaktera. Prva skupina troškova naziva se "troškovi narudžbe", dok je druga skupina troškova poznata kao "troškovi uskladištenja".

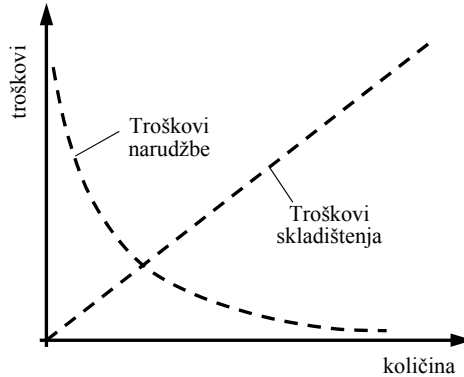
Prosječni troškovi narudžbe s porastom veličine narudžbe opadaju jer veća količina koja se odjednom naručuje obično dovodi do popusta na nabavnu cijenu, nižih transportnih troškova zbog boljeg iskorištenja transportnih sredstava i sl.

Prosječni troškovi uskladištenja, s druge strane, s porastom veličine narudžbe rastu, jer veća količina zahtijeva veće kamate na uložena novčana sredstva, veće investicijske troškove u skladišne prostore i opremu, veće troškove rukovanja materijalom i sl. Ponašanje troškova nabave i troškova uskladištenja u zavisnosti od veličine narudžbe prikazano je na Slici 6.

Ona količina pri kojoj je zbir troškova narudžbe i troškova uskladištenja po jedinici najmanji naziva se ekonomična količina narudžbe. Postavlja se pitanje kako glasi formula za izračunavanje ekonomične količine narudžbe.

Potrebno je formirati funkciju ukupnih troškova, a potom potražiti njezin minimum. Dakle, određivanje ekonomične količine narudžbe provodi se pomoću određenih modela. Modeli s obzirom na način na koji može biti izražena potreba za zalihom mogu biti s konstantnom i aleatornom (stohastičkom) potražnjom. U cilju upoznavanja s načinom određivanja

ekonomične količine narudžbe predočit ćemo model zaliha s konstantnom  $i$  u cijelosti zadovoljenom potražnjom.



Slika 6. Ponašanje troškova narudžbe i skladištenja u zavisnosti od naručene količine

Naime, ovaj model podrazumijeva da poduzeće nabavlja zaliha (sirovina, materijala, rezervni dijelovi i sl.) u toku datog vremenskog razdoblja u istim vremenskim razmacima u jednakim količinama.

U svakom trenutku je zadovoljena potreba proizvodnje. Dakle, problem se svodi na utvrđivanje količine zalihe koja se nabavlja tako da ukupni troškovi zaliha budu minimalni. Zbog toga je najprije potrebno formirati funkciju ukupnih troškova, a zatim tražiti njezin minimum.

U tu svrhu su uvedeni sljedeći simboli:

- $D$  – ukupna godišnja količina,
- $q$  – dano vremensko razdoblje, obično godina,
- $c_1$  – troškovi jedne narudžbe,
- $c_2$  – troškovi skladištenja,
- $T_n$  – vrijeme nabavke,
- $n_n$  – broj narudžbi,
- $Q$  – količina nabave,
- $C$  – ukupni troškovi zaliha.

Grafički prikaz opisanog modela može imati izgled kao na Slici 7.

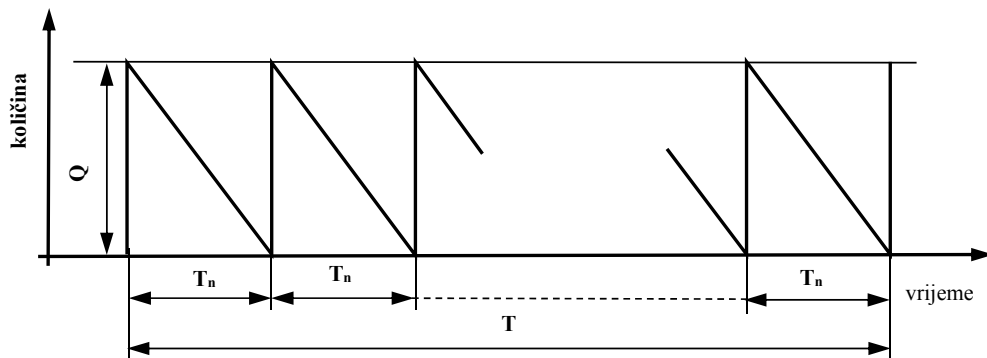
U modelu zaliha poznate veličine  $D$ ,  $T$ ,  $c_1$  i  $c_2$  parametri modela. Ostale veličine  $T_n$ ,  $n_n$  i  $Q$  su varijable modela.

Troškovi jedne narudžbe, uz pretpostavku linearnog praznjenja skladišta su:

$$c = c_1 + c_2 \cdot \frac{T_n \cdot Q}{2} \quad \dots(1)$$

dok će ukupni troškovi svih narudžbi u toku cijelog intervala od  $n$  razdoblja iznositi:

$$C = \left( c_1 + c_2 \cdot \frac{T_n \cdot Q}{2} \right) \cdot n \quad \dots(2)$$



Slika 7. Model zaliha sa konstantnom potražnjom

Kako vrijede relacije:  $n_n = \frac{D}{Q}$ ,  $T = n_n \cdot T_n$  i  $T_n = \frac{T}{n_n}$  odgovarajućom zamjenom dobivamo funkciju ukupnih troškova  $C$  koja ovisi o veličini narudžbe ( $T$ ):

$$C(Q) = \frac{D \cdot c_1}{Q} + \frac{T \cdot c_2 \cdot Q}{2} \quad \dots(3)$$

Sada tražimo minimum dobivene funkcije, odnosno takvu vrijednost promjenjive  $Q$  preko koje će funkcija  $C(Q)$  postići svoj minimum. Upravo tu vrijednost promjenjive  $Q$  nazivamo **ekonomična količina narudžbe**,  $Q_o$  ili EKN.

Nakon izjednačavanja prvog izvoda s nulom i određenog sređivanja dobivamo da je:

$$Q = Q_o = \sqrt{\frac{2 \cdot D \cdot c_1}{T \cdot c_2}} \quad \dots(4)$$

što predstavlja ekonomičnu količinu narudžbe koja mora biti u svakom razdoblju nabavljena za potrebe za proizvodnju.

Minimalne troškove vezane za ekonomičnu veličinu narudžbe dobivamo tako što u funkciju ukupnih troškova uvrstimo vrijednost, a potom se izračunavaju prema:

$$C_o = \sqrt{2 \cdot D \cdot T \cdot c_1 \cdot c_2} \quad \dots(5)$$

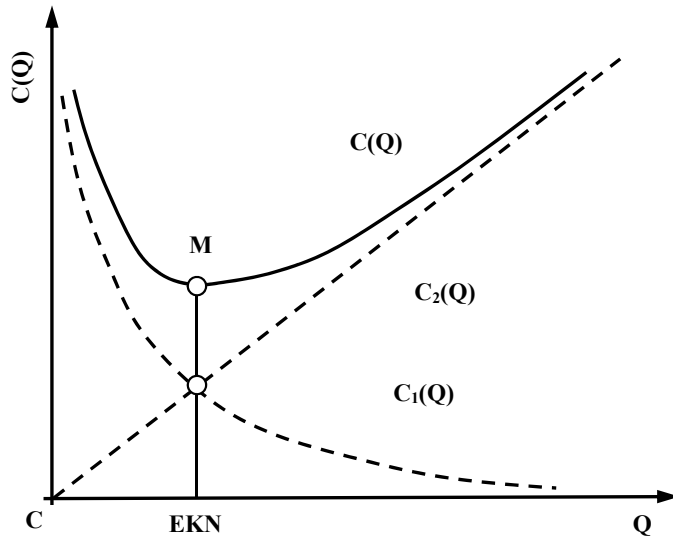
Funkcija ukupnih troškova kako smo već istakli formirana je iz dvije skupine troškova koji se različito ponašaju. Troškovi narudžbe (prvi član funkcije) padaju s povećanjem količine. Ovaj član je označen sa  $C_1(Q)$ , a izračunava se prema:

$$C_1(Q) = \frac{D \cdot c_1}{Q} \quad \dots(6)$$

dok troškovi uskladištenja rastu s povećanjem količine. Ovaj član je označen sa  $C_2(Q)$ , a izračunava se prema:

$$C_2(Q) = \frac{T \cdot c_2 \cdot Q}{2} \quad \dots(7)$$

Grafički prikaz funkcije ukupnih troškova dat je na Slici 8.



Slika 8. Grafički prikaz funkcije ukupnih troškova

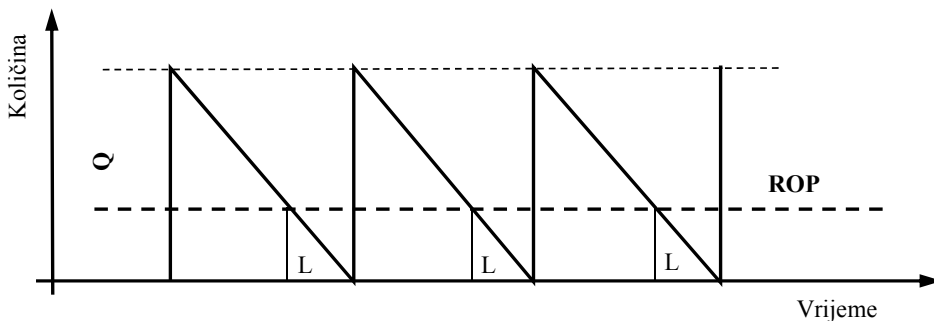
Naprijed provedenim izračunavanjem dobili smo odgovor na pitanje koju količinu bi trebalo naručiti i kako se izračunava, ali nismo dobili odgovor kada to učiniti. Na ovo pitanje odgovor daje formula koja se naziva ROP (tačka ponovne narudžbe), a koja glasi:

$$ROP = \frac{D \cdot L}{365} \quad \dots(8)$$

gdje je:

- $D$  – ukupna godišnja potreba,
- $L$  – vrijeme trajanja isporuke.

Prikaz odnosa koji proizlaze iz datog obrasca dat je na Slici 9.



Slika 9. Kretanje zaliha u sistemu EKN

Sa slike se može vidjeti veza između veličine zaliha, dužine vremena između dvije narudžbe, odnosno frekventnost i veličine narudžbe. Također se može uočiti da se rastom narudžbe smanjuje frekventnost narudžbi, a povećava prosječna zaliha.

U obrnutom slučaju smanjenjem veličine narudžbe povećava se frekventnost narudžbi i smanjuje prosječna zaliha. Isto tako se vidi da se povećanjem vremena između dvije narudžbe povećava tačka ponovnog naručivanja, a time i zalihe.

EKN je moguće primijeniti samo u određenim slučajevima, odnosno u slučajevima ako:

- potražnja, odnosno izlaz materijala sa zaliha znatnije varira,
- jedinični troškovi materijala opadaju porastom količine,
- materijal na zalihu pristize kontinuirano,
- jedinica zaliha se isporučuje zajedno s drugim jedinicama zaliha,
- troškovi pripreme opadaju porastom veličine narudžbe.

Kako u praksi često dolazi do odstupanja u odnosu na pretpostavke od kojih polazi izloženi model, EKN treba primijenjivati uz veliki oprez, odnosno u krajnjem slučaju koristiti njegov modificirani model, odnosno proračun i ekonomične narudžbe koji će uzeti u obzir sva odstupanja u odnosu na početne pretpostavke.

### 3.1.1.1. Model vođenja zaliha

Osiguranje zaliha materijala za potrebe proizvodnje ne vrši se odjedanput niti je to moguće, već postupno. Do zaliha uvijek dolazi kada je dnevna potrošnja manja od količine koja se jednokratno nabavlja. Ukoliko su uslovi opskrbe na tržištu stabilni, pa se može računati na apsolutnu tačnost u pogledu pristizanja naredne količine materijala, onda je ekonomična količina nabave istodobno i ekonomična ( $q_e$ ) i maksimalna ( $q_{max}$ ).

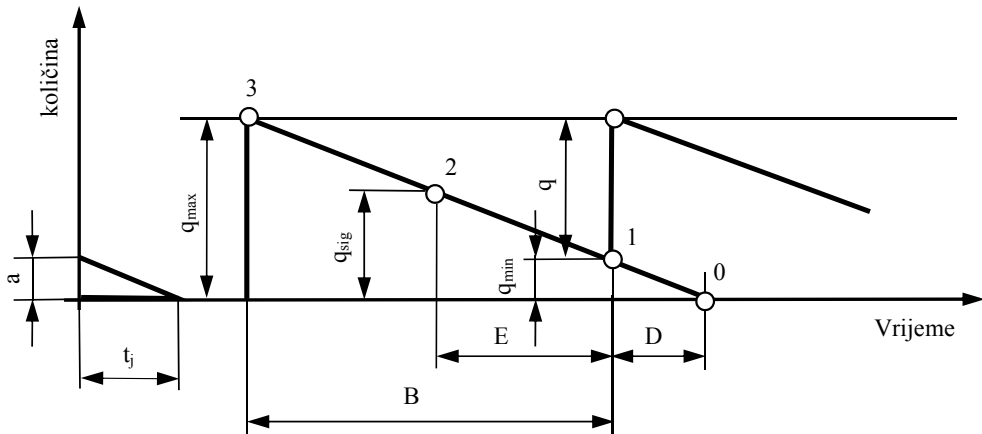
Međutim, teško je u praksi računati s takvom korektnošću isporuke. Uglavnom se mora računati na vremenske zastoje i poremećaje u sistemu kupac – tržište – kupac.

Od mogućih zastoja i poremećaja kupac se mora osigurati kako ne bi došlo do prekida proizvodnje, te zbog toga do znatnih poslovnih gubitaka koji su redovito mnogo veći od troškova koji nastaju zbog većih (neekonomičnih) zaliha. Kupac se osigurava tako što na skladištu drži jedan određeni nivo zaliha u količini koja je dovoljna da pokrije potrebe proizvodnje za vrijeme trajanja zastoja ili poremećaja. Zaliha kojom se ovo osigurava naziva se minimalna zaliha ( $q_{min}$ ).

Izračunava se tako što se dnevna potrošnja materijala ( $a$ ) pomnoži s maksimalnim vremenom zakašnjenja ( $D$ ). Pored navedenih zaliha još postoje i signalne zalihe u stvarnim uvjetima, a označavaju se sa ( $q_{sig}$ ). Ova zaliha je ona količina materijala na zalihu na koju, kada se spuste zalihe, treba poručiti novu količinu materijala koja se jednokratno nabavlja.

Tehnika koja omogućava održavanje utvrđenog nivoa zaliha shodno iznesenim zahtjevima susreće se pod nazivom sistem vođenja zaliha ili model vođenja zaliha.

Model vođenja zaliha funkcionira uz pretpostavku da se u jedinici vremena, troše jednake količine materijala. Ovdje je potrebno naglasiti da je ovaj model neprimjenjiv ako potrošnja nije linearna ili bar približno linearna. Model funkcionira ako naručeni materijal i kasni u odnosu na planirane rokove, što u praksi nije rijedak slučaj. Grafički prikaz modela vođenja zaliha dat je na Slici 10.



Slika 10. Model vođenja zaliha

### 3.1.2. ABC analiza

ABC analiza je analitička metoda širokog opsega primijene, čija je svrha uspostavljanje djelotvornog sistema kontrole i upravljanja u cilju postizanja što veće ekonomičnosti i produktivnosti te povećanja uspješnosti poslovanja. ABC analizom se koncentrišemo na najvažnije proizvode koji nam donose najveću korist. Većina preduzeća posjeduje previše artikala na zalihama, pa shodno tome koriste ABC analizu kako bi istaknuli važne artikle od nevažnih te se njima posvetiti. Vrijedi Paretovo pravilo 80:20 što znači da 20% artikala na zalihama čini 80% prometa (80% svjetskog bogatstva leži u rukama 20% stanovništva). Prema tome pravilu izveden je niz drugih pravila, a ono je uzor i ABC analizi u ekonomiji. Općenito primijenjeno u ABC analizi, Paretovo pravilo kaže da 20% proizvoda čini 80% prihoda. [8]

Cilj ABC analize je bolja kontrola nad svakim segmentom poslovanja (prodaja, nabava/zalihe, troškovi, kupci, dobavljači), uočavanje uzroka problema i pronalaženje načina njihovog rješavanja.

Na Slici 11. i 12. grafički je prikazana ABC analiza. Napominjemo da se autori razilaze oko procenata koji spadaju u pojedine skupine A, B i C. Procenti najviše variraju u prvoj A-skupini od (5-20%), kao i u zadnjoj C-skupini (20-5%). Bez obzira o kojem se pristupu radi suština je ista.

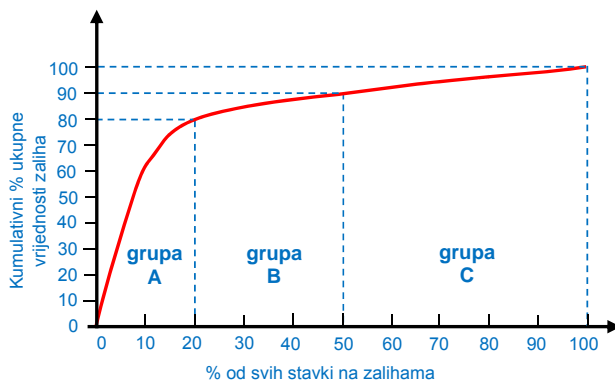
Slika 11. prikazuje da 20 % najvrijednijih proizvoda čini 80 % od ukupne vrijednosti zaliha (A skupina), 30 % proizvoda srednje vrijednosti čini 10 % od ukupne vrijednosti zaliha (B skupina) i čak 50% malo vrijednih zaliha čini 10 % od ukupne vrijednosti zaliha (C skupina).

Često su troškovi nabavljanja pojedinih prizvoda iz skupine C veći, nego što je ukupna vrijednost takvih proizvoda. Proizvodi skupine C imaju pretežni udio u asortimanu, na njih osoblje nabave troši do 80% radnog vremena. Udio u ukupnoj vrijednosti posla iznosi oko 10%.

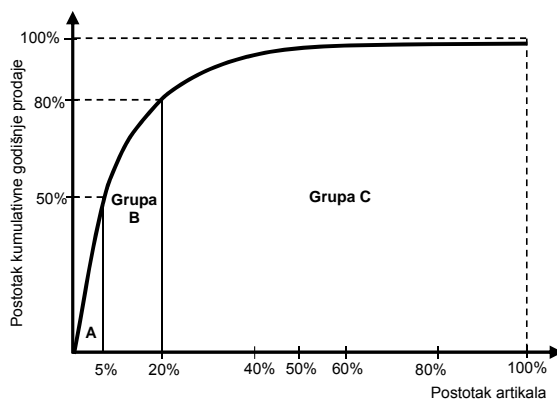
Za takve bi proizvode trebalo što više pojednostavniti procese nabavljanja i držati velike sigurnosne zalihe. Ako kapacitet skladišta nije dovoljan ili proizvod ima ograničeni rok upotrebe s aspekta kvaliteta, onda ne dolazi u obzir naručivanje količine koja pokriva godišnju potrebu.



Objedinjavanjem više proizvoda u narudžbi smanjuju se troškovi naručivanja po jedinici količine, a jača tržišna moć nabave.



Slika 11. Odnos kumulativnih postotaka vrijednosti zaliha i ukupnih zaliha [6]



Slika 12. Grafički prikaz ABC analize [6]

Iz grafičkog prikaza ABC analize na Slici 12. vidljivo je da 5% artikala ostvaruje 50% godišnje kumulativne prodaje. Tim artiklima potrebno je posvetiti najviše pažnje u planiranju zato što donose najveću dobit. Međutim, oni se mogu naručivati automatski, informacijskim sistemima, zato što je potreba za njima stalna. To su artikli u A grupi.

Nadalje, 15% artikala ostvaruje 30% dobiti i to su artikli u B grupi. Njima je potrebno posvetiti pažnju u naručivanju i planiranju periodički i njihovo se naručivanje ne može prepustiti nikakvom sistemu.

U posljednjoj, C skupini artikala nalazi se 80% artikala koji ostvaruju 20% dobiti. Njihovo se naručivanje mora precizno izračunati i planirati.

Dakle, ABC analiza predstavlja metodu klasifikacije u kojoj se zalihe, odnosno materijali, razvrstavaju u skupine. Svaka od tih skupina ima različitu ulogu i različitu važnost za poslovanje, a prema važnosti se određuje i postupanje sa zalihama. S obzirom na to, u ABC

analizi zalihe se razvrstavaju prema važnosti koju imaju za poslovanje. Ta važnost određuje se kao udio u ukupnoj vrijednosti prodaje.

Općenito se gleda, kada se artikli razvrstavaju u A, B i C skupinu da:

- A artikli nose 80% vrijednosti (zarade),
- B artikli nose 15 % vrijednosti (zarade),
- C artikli nose 5% vrijednosti (zarade).

U Tabeli 2. prikazana su generalna pravila koja vrijede kod rada u ABC analizi.

*Tabela 2. Generalna pravila ABC analize [6]*

<b>A</b>	Kod A artikala potrebno je raditi detaljnu analizu, često vršiti ispitivanja i detaljno ažurirati podatke o potražnji.
<b>B</b>	Kod B artikala potrebno je obavljati rutinsku kontrolu i rutinski ažurirati podatke o potražnji.
<b>C</b>	Kod C artikala ne treba se vršiti redovita kontrola artikala, nego se artikli mogu analizirati i ažurirati periodički.

Iz Tabele 2. vidljivo je vrijeme i trud koji se mora uložiti u rad s artiklima iz skupine A, artiklima iz skupine B i artiklima iz skupine C. Vidljivo je da se najviše pažnje mora uložiti artiklima iz skupine A; njih treba konstantno pratiti s obzirom na to da donose najveću korist. Artikli iz skupine B donose srednju korist pa ih treba rutinski pratiti. Artikli iz skupine C imaju najmanju vrijednost te se njima treba baviti periodički.

ABC analiza ima tri faze provedbe.

U prvoj fazi potrebno je obuhvatiti podatke o godišnjim potrebama i/ili potrošnji materijala u posljednjih godinu dana prema vrstama. Nakon toga se izračunava vrijednost potrošnje množenjem količine pojedinog materijala s prosječnom nabavnom cijenom tog materijala.

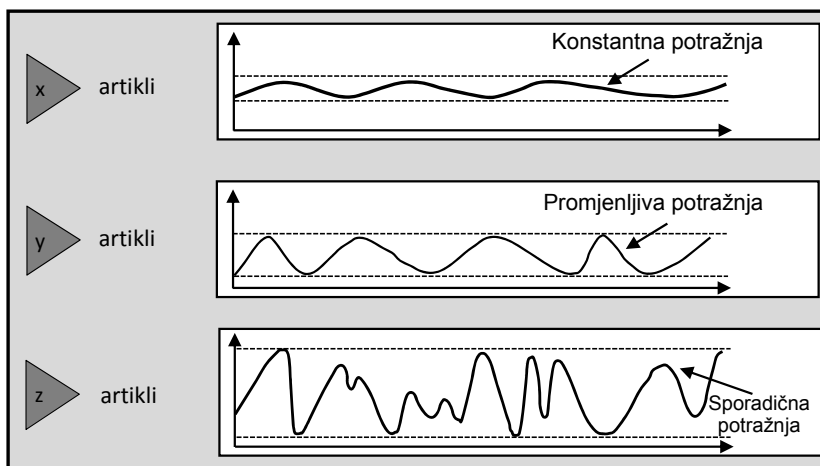
U drugoj fazi se materijal sortira u padajućem slijedu prema vrijednosti godišnje potrošnje. Nakon toga se izračunava postotni udio vrijednosti pojedinog materijala u ukupnoj vrijednosti godišnje potrošnje i kumuliraju se postotni udjeli.

U trećoj fazi uspoređuju se kumulativni postotni udjeli vrijednosti godišnje potrošnje s postotnim udjelom broja vrsta. Tada se mogu odrediti A, B i C kategorije i skupine kojima svaki materijal pripada. [6]

ABC analiza je važna zato što govori koliko je resursa (vremenskih, materijalnih, ljudskih) potrebno uložiti u koju skupinu artikala. S obzirom na ograničenost resursa, besmisleno je trošiti istu količinu vremena na artikle koji donose 80% dobiti i na artikle koji donose 5% dobiti. ABC analiza predstavlja temelj za učinkovitiju raspodjelu resursa.

### 3.1.3. XYZ analiza

U XYZ analizi također se primjenjuje pravilo razvrstavanja predmeta analize u tri različite skupine. XYZ analiza kategorizira proizvode po drugačijem načelu od ABC analize. ABC analiza veću važnost pridaje onim proizvodima koji imaju veliki udio u ukupnoj prodaji, dok se XYZ analizom kategoriziraju artikli prema učestalosti prodaje, odnosno promjenjivosti potražnje. XYZ analiza omogućuje detaljniju interpretaciju rezultata koji su dobiveni ABC analizom, pa je samim time svojevrsna dopuna ABC analize, odnosno sekundarna analiza predmeta. Artikli se u XYZ analizi svrstavaju s obzirom na stabilnost potražnje za proizvodima. Ovakva klasifikacija provodi se s ciljem uspostavljanja optimalnog sistema nabavnog, prodajnog i skladišnog poslovanja radi minimiziranja troškova zaliha, nabave i skladišta, što predstavlja temeljna načela pri upravljanju zalihama. [6] Za uspješnu primjenu XYZ analize veliku važnost ima koeficijent varijacije (CV). Spomenuti koeficijent ukazuje na promjenjivost (kontinuiranost) potražnje za određenim artiklom, Slika 13. Što je koeficijent manji, to je potražnja za konkretnim proizvodom stabilnija. U teoriji podjela artikala se vrši u tri skupine.



Slika 13. Odstupanje potražnje pojedine skupine artikla [9]

Proračun za određivanje oscilacije potražnje računa se dijeljenjem standardne devijacije s prosječnom prodajom ili potrošnjom za određeno razdoblje računa se prema formuli (9):

$$CV = \frac{\text{stan. dev.}}{\text{prosjeck}} \quad \dots (9)$$

- st. dev. – standardna devijacija određenog artikla za promatrano razdoblje,
- prosjeck – prosječna prodaja ili potrošnja određenog artikla za promatrano razdoblje.

Kod izrade XYZ potrebno je u obzir uzeti velik broj podataka:

1. Trošak prodane robe – mora se razmotriti koja je godišnja nabavna vrijednost robe koja se prodala i to po različitim artiklima za vrijeme jedne prodajne godine;
2. Prodajnu vrijednost robe – mora se razmotriti godišnji financijski promet i to po različitim artiklima za vrijeme jedne prodajne godine (najčešće);

3. Prosječnu prodaju – mora se razmotriti prosječna prodaja za vrijeme jedne prodajne godine;
4. Promatra se i standardna devijacija u razdoblju;
5. Prosječnu nabavnu cijenu – nabavna cijena dobiva se dijeljenjem ukupnog troška prodane robe s ukupnom količinom prodane robe;
6. Prosječnu vrijednost zaliha - prosječna količina zaliha množi se s nabavnom cijenom u razdoblju jedne prodajne godine;
7. Koeficijent varijacije - definira standardnu devijaciju i prosjek prodaje u razdoblju koje se promatra. Taj koeficijent govori o stabilnosti potražnje za određenim proizvodom. (usp. Šafran, str.43.) U Tabeli 3. navedene su karakteristike artikala koji se svrstavaju u grupe X,Y,Z.

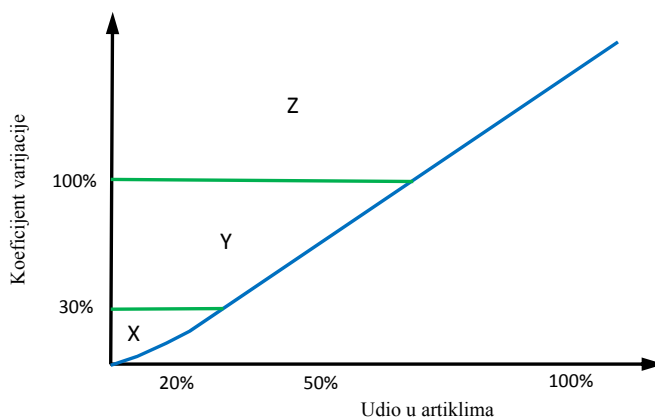
Tabela 3. Karakteristike X,Y i Z grupe artikala [6]

X	Prodaja artikala X ne mijenja se značajnije tokom vremena. Potražnja za njima je uglavnom stabilna pa se može predvidjeti za duži period. S obzirom na stabilnu potražnju, zaliha ovih artikala ne treba biti prevelika, nego se treba odrediti prema vremenu koje je potrebno za narudžbu novih X artikala. Naručivanje X artikala trebalo bi automatizirati, odnosno prepustiti informacijskom sistemu da automatski naručuje potrebne količine artikala iz ove skupine.
Y	Prodaja Y artikala nije stalna, a ni povremena, nego se konstantno mijenja. S obzirom na nestalnost potražnje, moguće je pratiti mijenja li se potražnja za ovim artiklima više u određenim periodima kroz godinu. Naručivanje Y artikala potrebno je konstantno iznova planirati i obavljati ručno.
Z	Prodaja Z artikala je povremena; Z artikli se ne koriste redovito, a u nekim periodima u godini uopće nema potrebe za ovim artiklima. S obzirom na to vrlo je teško uopće odrediti koliko će se proizvoda naručiti pa se moraju voditi detaljni ručni proračuni.

Iz Tabele 3. vidljivo je da se artikli u grupama X, Y i Z vežu za određene posebnosti. Artikli iz skupine X su najjednostavniji za naručivanje i planiranje u smislu zaliha, a kod artikala iz skupine Z gotovo uopće nije moguće isplanirati potrebne zalihe.

Općenito se smatra da se, s obzirom na kontinuitet potrošnje, artikli klasificiraju u skupine na sljedeći način:

- Skupina X – artikli koji se troše kontinuirano. Kod njih ne postoje velika odstupanja te je moguće precizno izračunati buduću potrošnju. Odstupanja u potrošnji manja su od 10%;
- Skupina Y – artikli koji se troše diskontinuirano. Kod njih su odstupanja u određenim periodima i do 25% pa nije moguće precizno izračunati buduću potrošnju. Moguće je izračunati srednju tačnost u potrošnji;
- Skupina Z – artikli koji se troše povremeno. Kod njih su odstupanja velika (iznad 25%). Kod njih nije moguće izračunati tačnu potrošnju pa imaju nisku tačnost u izračunu potrošnje. [6] Na Slici 14. grafički je prikazana XYZ analiza.



Slika 14. Grafički prikaz XYZ analize [6]

Na grafičkom prikazu XYZ analize vidljivo je da koeficijent varijacije raste s udjelom u artiklima. Najmanji dio artikala ima najmanji koeficijent varijacije i to su artikli kod kojih je moguće predvidjeti daljnju prodaju. Kod artikala koji imaju veći koeficijent varijacije nije moguće predvidjeti prodaju pa je potrebno uložiti mnogo vremena u precizni izračun potrošnje.

### 3.1.4. Usporedna primjena ABC i XYZ analize

Kada se kombiniraju ABC i XYZ analiza, odnosno njihovi rezultati, dobivaju se skupine artikala koji imaju karakteristike i jedne i druge analize. Velika prednost kombinacije ABC i XYZ analiza je u dobivanju tačnijih podataka, koji su korisni kod planiranja potrebnih zaliha. Ako se kombiniraju ove dvije analize, dobivaju se sljedeće pogodnosti:

- bolja dostupnost artikala,
- baza za efikasnije upravljanje zalihama,
- smanjenje artikala koji se ne kreću,
- bolji raspored isporuka,
- „prodrmanje“ baze artikala. [10]

Korištenje kombinacije ABC i XYZ analize omogućava bolje, preciznije i ekonomičnije planiranje zaliha zato što se kombinacijom dobivaju mnogo precizniji rezultati. U Tabeli 4. je prikazan prijedlog stupnja raspoloživosti na temelju kombinacije ABC i XYZ analize.

Tabela 4. Prijedlog stupnja raspoloživosti na temelju ABC i XYZ analize [10]

	X	Y	Z
A	98%	95%	90%
B	95%	90%	80%
C	90%	80%	60%

Kao što je moguće iščitati iz Tabele 4. kombinacija artikala koji se nalaze u skupini AX trebala bi imati najveću raspoloživost zaliha. Odnosno, artikli koji se nalaze u skupini AX trebali bi uvijek biti na zalihama u odgovarajućim količinama kako bi se zadovoljile potrebe potencijalnih kupaca. Artikli koji se nalaze u skupinama AY, AZ, BX, BY i CX trebali bi se nalaziti u zalihama. Zrilić predlaže da je raspoloživost ovih artikala 90%. (usp. Zrilić 2011: 18) Artikli iz skupina BZ, CY i CZ nemaju visoku izvjesnost potražnje i prodaje pa Zrilić predlaže da bi njihova raspoloživost na skladištu trebala biti oko 60%. [10]

Ovakvim načinom klasifikacije artikli mogu biti svrstani u jednu od devet skupina. Daljnjom analizom se od tih devet skupina određuju podgrupe, koje su redom: grupa AX, AY i BX, grupa AZ, BY i CX i grupa BZ, CY i CZ. Artikli u skupini AX, AY i BX imaju srednji ili veliki udio u ukupnoj vrijednosti, te predvidivu ili teže predvidivu potrošnju ili potražnju. Srednje grupe AZ, BY i CX imaju različite specifičnosti, u kojoj se nalaze i artikli s velikim i malim udjelom u potrošnji, kao i oni s velikom i malom mogućnošću prognoziranja potrošnje. Grupe BZ, CY i CZ predstavljaju artikle s malim do srednjim udjelom u ukupnoj vrijednosti, povremenu ili diskontinuiranu potrošnju te malenu do srednju tačnost prognoze potreba. Spomenute grupe prikazane su u Tabeli 5. Svaka od ovih skupina zahtijeva drugačiji pristup.

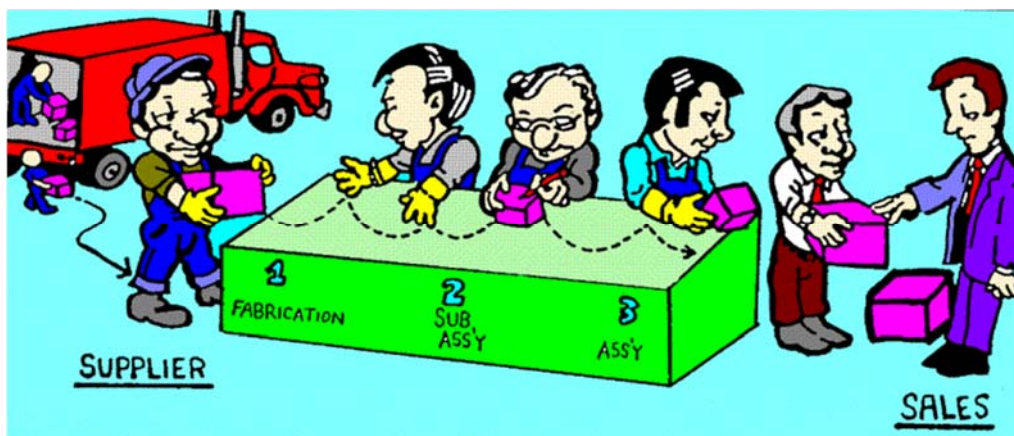
Tabela 5. Unakrsna ABC-XYZ analiza [10]

	X	Y	Z
A	<ul style="list-style-type: none"> <li>- veliki udio u ukupnoj vrijednosti potrošnje</li> <li>- velika tačnost prognoze potrošnje</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- veliki udio u ukupnoj vrijednosti potrošnje</li> <li>- diskontinuirana potrošnja</li> <li>- srednja tačnost prognoze potrošnje</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- veliki udio u ukupnoj vrijednosti potrošnje</li> <li>- povremena potrošnja</li> <li>- mala tačnost prognoze potrošnje</li> </ul>
B	<ul style="list-style-type: none"> <li>- srednji udio u ukupnoj vrijednosti potrošnje</li> <li>- velika tačnost prognoze potrošnje</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- srednji udio u ukupnoj vrijednosti prodaje</li> <li>- diskontinuirana potrošnja</li> <li>- srednja tačnost prognoze potrošnje</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- srednji udio u ukupnoj vrijednosti prodaje</li> <li>- povremena potrošnja</li> <li>- mala tačnost prognoze potrošnje</li> </ul>
C	<ul style="list-style-type: none"> <li>- mali udio u vrijednosti ukupne potrošnje</li> <li>- velika tačnost prognoze potrošnje</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- mali udio u vrijednosti ukupne potrošnje</li> <li>- diskontinuirana potrošnja</li> <li>- srednja tačnost prognoze potrošnje</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- mali udio u vrijednosti ukupne potrošnje</li> <li>- povremena potrošnja</li> <li>- mala tačnost prognoze potrošnje</li> </ul>

### 3.1.5. Just in time- JIT

Sistem proizvodnje “tačno na vrijeme“ (*eng. Just in Time – JIT*) značajano se razlikuje od klasičnog tradicionalnog načina proizvodnje s ciljem smanjenja svakog oblika viška materijala (škarta) nastalih u proizvodnji pri čemu dolazi do promjena u pristupu kada se posluje sa zalihama. Glavni faktor ovakvog sistema je pouzdanost, krenuvši od dobavljača sirovina, repromaterijala i sl., pa sve do kraja opskrbnog lanca, odnosno same proizvodnje. Sistem u cjelosti obuhvata proizvodnju sirovina i poluproizvoda kod dobavljača, izvršavanje narudžbe u određeni sistem te cjelokupan plan proizvodnje u njemu. Kašnjenje je nedopustivo jer bi u takvoj situaciji došlo do zastoja u proizvodnji, shodno čemu u obzir dolaze samo pouzdani dobavljači. Dobava sirovina se više ne vrši na ulazno skladište nego izravno u proizvodne pogone, stoga ne postoji potreba za ulaznim skladištem i kontrolom kod ugradnje. Kako bi

isporuke sirovina bile cjelovite, dogovorene kvalitete u određenoj količini i dinamici, cijeli proces nadgledaju i vode nadzorni inženjeri. Važnu ulogu ima i naručitelj, koji redovito, razložno i pravovremeno savjetuje i nadzire proizvodni proces, kao i prilagodbu istog s ciljem osiguranja tražene kvalitete manjeg postotka škarta. U ovakvom sistemu prvi i najvažniji korak je pronaći pouzdanog dobavljača. Nakon pronalaska dobavljača koji odgovara opisu, odnosno potvrđenog kao dobavljača kvalitetnih proizvoda uz pravovremenu dobavu, preduzeće ugrađuje sistem obavještavanja kojem je namjena informisanje dobavljača o količini i vrsti proizvoda koje treba isporučiti. Sljedeći korak JIT sistema je skraćivanje pripremnih vremena proizvodnih kapaciteta. Ovaj sistem temelji se na osnovnom principu skraćivanja rokova izmjena i podešavanja proizvodnih kapaciteta. Nakon postizanja takvih rezultata moguće je proizvoditi manje serije s niskim troškovima po jedinici proizvoda. Taj postupak se najčešće izvodi na način da se prati originalna izmjena ili podešavanje koje tim osposobljenih inženjera analizira i pregledava snimke, te donosi zaključke koji su temelj unaprijeđenja. Uobičajeno se nakon određenog broja iteracija, postupci za koje su prije bili potrebni sati skraćuju na minute. [12] Naravno na kraju treba naći i pravovremenog kupca koji će vaš proizvod kupiti, a da on ne stoji kod Vas na skladištu. Ilustrativan primjer ove metode dat je na Slici 15.



Slika 15. Metod Upravo na vrijeme (Just in Time metod)<sup>1</sup>

### 3.1.5.1. Prednosti i nedostaci JIT modela

Prednosti:

- smanjenje troškova držanja zaliha (smanjenjem količine zaliha u pojedinim proizvodnim procesima),
- veći godišnji obrtaj zaliha,
- kraće vrijeme isporuke (direktno utječe na smanjenje nivoa sigurnosne zalihe),
- povećanje kvalitete poslovanja,
- nepotrebna velika skladišta i skladišni prostor,
- smanjenje škarta,
- rizik od zastarjelosti proizvoda sveden na minimum.

<sup>1</sup> [http://www.strategosinc.com/just-in-time\\_production.htm](http://www.strategosinc.com/just-in-time_production.htm) (pristup 10.02.2019)

Nedostaci:

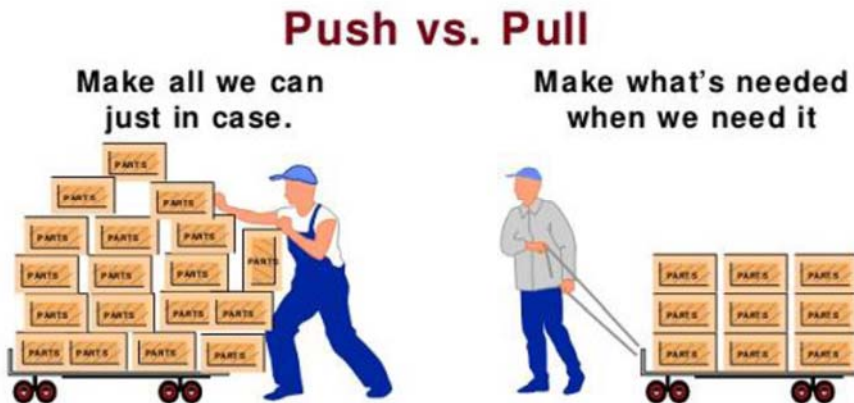
- nije primjenjiv svugdje u svijetu (zbog japanskog radnog mentaliteta),
- nužna visoka ulaganja (JIT nije svima isplativ s obzirom na obim poslovanja),
- ulaganje u informacijsku i komunikacijsku tehnologiju između svih subjekata procesa,
- rizik od zaustavljanja proizvodnog procesa u slučaju zakašnjenja isporuke sirovina do strane dobavljača,
- povećanje transportnih troškova s obzirom da JIT model zahtijeva česte dostave sirovina za proizvodnju,
- u slučaju prevelike i neočekivane potražnje postoji mogućnost nepravovremene isporuke potrošačima zbog male količine zaliha na skladištu.

### 3.1.5.2. Razlike JIT modela i tradicionalnih modela

#### 1. Pull strategija ↔ Push strategija

JIT model koristi pull strategiju kod koje proizvođač stavlja na raspolaganje samo onu količinu proizvoda koju je kupac naručio. Ovom strategijom se nastoji držati ni više ni manje nego potrošači zahtijevaju.

Push strategija se koristi kod tradicionalnog sistema upravljanja zalihami, te se njome predviđa potražnja za proizvodom i na osnovu toga se vrši nabava sirovina i proizvodnja gotovih proizvoda u svrhu zadovoljenja zahtjeva potražnje. Kod push metoda zalihe se gomilaju te se stvaraju troškovi skladištenja, itd. To je ilustrativno prikazano na Slici 16.



Slika 16. Push i pull strategije [15]

#### 2. Minimalne zalihe ↔ Velika količina zaliha

JIT model zahtijeva male količine zaliha, odnosno proizvodi se tačno onoliko proizvoda koliko je potrebno za zadovoljenje potreba kupaca.

Kod tradicionalnih sistema zalihe se gomilaju na skladištu te se stvaraju veliki troškovi, mogućnost zastarijevanja proizvoda, itd.



### **3. Multifunkcionalni rad ↔ Specijalizacija rada**

Kod JIT modela proizvodne stanice su multifunkcionalne što znači da radnici obavljaju više poslova u proizvodnom procesu.

Međutim, kod tradicionalnih metoda proizvodnja kreće od jedne mašine do druge te radnici rade isključivo na jednoj mašini.

### **4. Besprijekorna kvaliteta ↔ Nedostaci u kvaliteti**

JIT zahtijeva besprijekornu kvalitetu i tačnost svakog segmenta procesa. Tradicionalni sistem dopušta određene nedostatke u kvaliteti.

### **5. Decentralizirana proizvodnja ↔ Centralizirana proizvodnja**

JIT model primijenjuje decentraliziranu proizvodnju jer su sirovine i gotovi proizvodi potrebni u kratkom periodu, pa su stoga proizvodni pogoni i skladišta što bliže smješteni krajnjim odredištima.

Centralizacija proizvodnje se primijenjuje kod tradicionalnog sustava da bi se smanjili troškovi skladištenja te zbog lakšeg rukovanja.

#### **3.1.6. Kanban sistem**

Kanban predstavlja pojam japanskog porijekla koji znači, kartica. Predstavlja način upravljanja protokom zaliha unutar postojećeg JIT sistema. Kanban sistem se može definirati kao metoda *Just- in-time* proizvodnje koja koristi standardizirane posude, kontejnere ili slično, označene karticama. To je metoda u kojoj proizvodnja signalizira potrebu za povlačenjem nove količine materijala od odgovarajućih izvora i dobavljača. Dobavljač je stoga obavezan dostaviti traženi materijal u odgovarajućoj količini unutar naznačenog vremena dostave. Kanban princip funkcionira putem kartica, kada je nivo zaliha u proizvodnji ili skladištu nizak, neko od zaposlenika odnosi karticu sa Kanban spremnika u cilju ponovne nabave. Danas naravno, razvojem informatike i računarskih nauka, Kanban sistem u modernim preduzećima ne koristi kartice nego se sve obavlja online putem. Kanban je Pull metoda povlačenja zaliha, za razliku od MRP ili ERP koji su Push sistemi koji „guraju“ količine materijala u skladište te stvaraju veliku zalihu kako bi omogućili kontinuiranu proizvodnju ili opskrbu potrošača uslijed promjene potražnje. Kanban se smatra jednom od metoda koje smanjuju nepotreban rad. Jedan od načina smanjenja nepotrebnog rada predstavlja proizvodnja koja stvara nove proizvode, ali tek kada se za to iskaže kupčeva želja ili nalog. Kanban sistemom se upravlja proizvodnjom shodno stvarnim tržišnim zahtjevima. Prednost Kanbana su kartice koje omogućavaju vizualni doživljaj stanja u proizvodnji i skladištu. U svakom trenutku vidljiva je količina zaliha i za razliku od nominalne metode, u Kanban sistemu nije potrebno svakodnevno prebrojavanje kako bi se utvrdila trenutna količina zaliha. Kanban ponajbolje funkcionira u primjeni kada su budući zahtjevi za materijalom predvidljivi. Na odluku o isplativoj primjeni Kanban sistema utječu brojni faktori, kao naprimjer, ukupni troškovi, potrebna količina na godinu, vrijeme dostave i veličine serija narudžbi. Nadalje, kompanije trebaju imati neke od prije određene elemente JIT sistema kako bi implementacija Kanbana bila uspješna kao i održavanje nakon implementacije. Kanban je u osnovi sistem baziran na tački ponovne nabave kojim korisnik određene zalihe signalizira dobavljaču kada nastane potreba za novim količinama. Upravo taj signal znači Kanban i najčešće je u obliku kartice. U pravilu, Kanban kartice sadrže informacije o

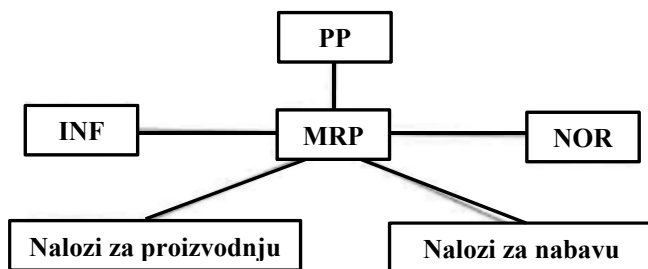
dobavljaču, vrsti robe, količini pri kojoj je potrebno obaviti narudžbu, vrijeme dostave i ukupnoj količini materijala u posudama. Kada pristignu nove zalihe prethodno naručene putem Kanban kartica, pridodaju se odgovarajućim karticama i spremaju na skladište. Količina zaliha, preostala u posudama u trenutku ponovne nabave, mora biti dovoljna za pokrivanje potražnje tokom vremena dostave. Ukoliko se javi potreba za materijalom vanjskog dobavljača, a vrijeme dostave traje nekoliko dana ili čak tjedan ili više, uprava, odnosno operator mora poslati dobavljaču Kanban signal dovoljno ranije, kako bi naručeni materijal stigao na vrijeme. Nadalje mora postojati i određena količina sigurnosne zalihe, kako bi se pokrila eventualna varijabilna potražnja tokom vremena isporuke. Iz ovih razloga logistički operatori bi trebali u planiranje uključiti i same dobavljače kako bi se uspješno premostile sve eventualne promjene u vremenu isporuke, greške u predviđanju potrošnje i slično. Također je vrlo važno uključiti i same dobavljače u način signaliziranja potrebe za novim materijalom. [7]

### 3.2. Savremene metode

#### 3.2.1. Metoda planiranja potreba za materijalom – MRP

Metoda planiranja potreba za materijalom (*eng. Material Requirements Planning – MRP*) se koristi od 70-ih godina prošloga stoljeća na osnovu rada dr. Josepha A. Orlickya, američkog inženjera zaposlenog u IBM-u. To je računarski sistem čija je svrha planiranje i nadzor proizvodnje i zaliha u preduzećima pri čemu obuhvata aktivnosti od naručivanja materijala do isporuke gotovih proizvoda. Takva metoda planiranja diktira vrstu, količinu i termin kad su sirovine potrebne kako bi se proizvodnja mogla nesmetano odvijati. Pri određivanju potrebne količine u obzir se uzima usporedba ukupne količine sirovina i poluproizvoda potrebnih za proizvodnju s određenim terminom isporuke i dostupnih količina na zalihama i količinama u dolasku, te se određuje termin početka proizvodnje. Nužno je da su sve potrebne sirovine i poluproizvodi dostupni u određenom terminu te se isti postupak ponavlja za svaku isporuku za svaki proizvod.

MRP polazi od tri pretpostavke: plan proizvodnje i prodaje mora biti poznat i vremenski raspoređen, moraju biti određeni normativi troška materijala za svaki pojedini proizvod i mora se znati trenutno stanje proizvoda na zalihama. Grafički se to može prikazati kao na Slici 17.



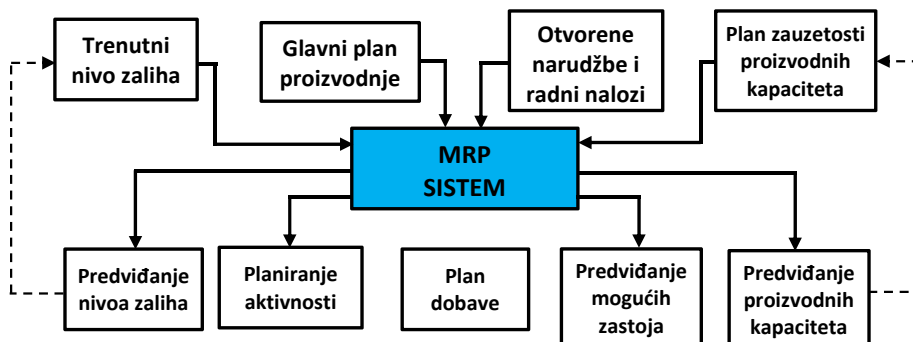
Slika 17. Grafički prikaz pretpostavki MRP-a [1]

Na Slici 17. oznaka PP obuhvaća plan proizvodnje koji je podijeljen na razdoblja do završetka proizvoda. Oznakom INF obuhvaćen je informacijski sistem u kojemu su sadržani podaci o trenutnom stanju na skladištu i naručenih dijelova za izradu proizvoda. NOR označava

normative (vremenske, materijalne i ljudske) potrebne za izradu proizvoda. [1]

Dakle, glavni zadatak MRP sistema je precizno definirati sve rokove i precizno odrediti buduću potrebu za artiklima (proizvodima, poluproizvodima...). Zahvaljujući MRP-u moguće je osigurati da organizacija uvijek na zalihama ima artikle koji su joj potrebni.

Na Slici 18. prikazani su dijelovi MRP sistema.



Slika 18. Dijelovi MRP sistema [7]

Na Slici 18. prikazani su dijelovi MRP sistema, odnosno način na koji MRP sistem funkcioniše. Glavni podsistemi MRP sistema su, prema [7], glavni plan proizvodnje, sastavnica i status zaliha. Središte MRP sistema predstavlja računarski program koji je konstantno u pogonu na računarima organizacije pa se u njemu pohranjuju sve promjene vezane za proizvode. U slučaju da dođe do promjene planova, računarski program vrši prilagođavanje planova.

Glavne prednosti MRP-a su:

- omogućava poboljšanje rezultata poslovanja,
- omogućava poboljšanje rezultata proizvodnje,
- omogućava poboljšanje nadzora nad proizvodnjom kroz tačnije i pravovremene informacije,
- omogućava smanjivanje zaliha pa se samim time smanjuje mogućnost zastarijevanja materijala na skladištu,
- povećava spremnost za isporuku koja je u skladu s potražnjom zato što narudžbe upravljaju proizvodnim procesom,
- smanjuje proizvodne troškove,
- povećava učinkovitost. [1]

Glavni nedostaci MRP-a su:

- ne optimizira troškove nabavke materijala zato što omogućuje češće i manje narudžbe. Zbog toga ponekad dođe do povećanja troškova nabavke materijala,
- povećava cijenu prijevoza, a smanjuje popuste na količinu zato što omogućuje manje narudžbe,

- može doći do gašenja ili usporavanja proizvodnje u slučaju da dođe do nestanka materijala potrebnih za proizvodnju,
- kod planiranja ne uzima u obzir kapacitete proizvodnje i distribucije. [1]

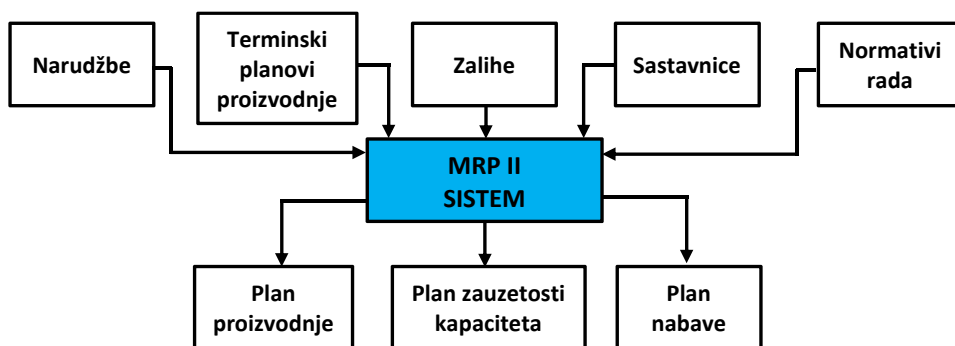
Matični dio MRP sistema je računarski program koji se neprestano izvršava te se sve izmjene vezane za proizvode spremaju i pohranjuju. U slučaju da dođe do značajnijih odstupanja, vrši se i prilagođavanje planova. Planiranje kod MRP sistema temelji se na neograničenim proizvodnim kapacitetima. Za određene poslovne procese ovakav pristup može biti prihvatljiv, ali za proizvodnju nije zadovoljavajuće tačan, te dolazi do premašivanja ugovorenih rokova isporuke. [7]

### 3.2.2. Metoda planiranja proizvodnih kapaciteta - MRP II

Metoda planiranja proizvodnih kapaciteta (eng. *Manufacturing Resources Planning – MRP II*) nadogradnja je MRP metode. MRP II za razliku od prve metode, kojom se samo planirala potreba materijala, uvodi u postupak planiranja i ostale cjeline poslovnog sistema poput finansija, razvoja proizvoda i nabave. Svrha ovakve nadogradnje je odrediti potrebne kapacitete proizvodnje, upravljati tokom proizvodnje i odrediti uslove za nesmetanu proizvodnju. [7]

MRP II metoda utječe na procese planiranja proizvodnje, čime i na upravljanje zalihama, kontrolu kvalitete, računovodstvo i finansije te ljudske resurse. Objedinjavanje preostalih poslovnih funkcija omogućava preciznije planiranje i bolju usredotočenost proizvođača na poslovne ciljeve. Ovakvi sistemi obično imaju ugrađene simulacijske modele što omogućuje korisnicima provođenje analiza i ispitivanje različitih scenarija uz manje troškove, kako bi se odredili optimalni planovi. MRP II sistem može simulirati posljedice odluka na poslovni sistem kao cjelinu, ali i na pojedine poslovne funkcije unutar poslovnog sistema. Izlazni podaci ove metode koriste se u finansijskim, operativnim, proizvodnim i drugim izvještajima. Najveća prednost MRP II sistema u odnosu na MRP je mogućnost određivanja zauzetosti kapaciteta proizvodnje. Prilikom rada sistema često dolazi do uskih grla. U tom slučaju MRP II sistem planiranja utvrdi preopterećenje proizvodnih kapaciteta tokom realizacije plana, odnosno konkretan razlog ili nedostatak zbog koje usko grlo nastaje, te se upravo zbog toga može na vrijeme izvršiti reorganizacija poslovanja. To nije jedina prednost ovog sistema. Uz mogućnost tačnog planiranja potreba za radnom snagom, uz precizno definirani proizvodni sistem te poznavanje plana proizvodnje, sistem ne računa samo broj potrebnih zaposlenika po danima već ima i mogućnost odrediti i potrebnu stručnu spremu i vještine zaposlenika u budućem razdoblju. To značajno olakšava i povećava sigurnost u procesu zapošljavanja i planiranja budućih potreba za zaposlenicima. MRP II sistem planiranja razvijen je s ciljem uvođenja reda i osiguranja kontinuirane proizvodnje u složenim proizvodnim sistemima. S obzirom na to da je razvijen po principu MRP sistema, što znači da koristi zastarjele metode, jedina razlika u usporedbi s prijašnjom proizvodnjom je činjenica kako sada postoji mogućnost relativno laskog otkrivanja neučinkovitih metoda proizvodnje, te laskog utjecaja na njih. MRP II omogućuje donošenje taktičkih, ali ne i strateških odluka. [11]

Na Slici 19. prikazana je organizacija MRP II metode i sistem protoka informacija koji ta metoda omogućuje.



Slika 19. Prikaz organizacije MRP II [7]

Na slici 19. je prikazan protok informacija koji omogućuje MRP II sistem. Kao što je vidljivo, on obuhvaća više aspekata nego MRP sistem. Prednosti MRP II sistema nad MRP sistemom su mogućnost da se odredi zauzetost kapaciteta proizvodnje i da se odredi tačna potreba za radnom snagom. [7] Dakle, kada sistem prepozna da bi moglo doći do preopterećenosti proizvodnih kapaciteta, planeri proizvodnje mogu drugačije isplanirati proizvodnju. Sistem može prepoznati potrebu za radnicima u određenim proizvodnim uslovima pa može sugerisati potrebu za više ili manje radne snage.

Potreba za MRP II sistemom očitovala se u situaciji u kojoj je došlo do povećanja konkurencije na tržištu. Naime, s obzirom na konkurentna preduzeća koja posluju na tržištu, a koja imaju jednako kvalitetan proizvod, trebalo je osmisliti način koji će osigurati konkurentsku prednost. Jedan od načina za ostvarivanje prednosti na tržištu je svakako isporuka proizvoda u zadanom roku, za što je MRP II uveliko zaslužan.

Isporuka proizvoda u zadanom roku uveliko povećava zadovoljstvo potrošača naručenim proizvodom. U MRP sistemu računari nisu međusobno povezani, a u MRP II sistemu su računari međusobno povezani čime se informacije iz različitih poslovnih funkcija organizacije organiziraju u cjeloviti plan. Time se optimizira način izvođenja aktivnosti i povećava se sigurnost realizacije poslovnog plana. [7]

### 3.2.3. Metoda planiranja potreba distribucije – DRP

Metoda planiranja potreba distribucije DRP (*engl. Distribution Requirements Planning*) je metoda koja se temelji na prognoziranju potražnje. Koriste se dvije metode: eksponencijalno poravnavanje i metoda pomičnog prosjeka. Druga metoda se koristi češće zbog svoje jednostavnosti. Metoda pomičnog prosjeka računa prosječnu potrošnju ili proizvodnju u prethodnom razdoblju pa na temelju nje prognozira proizvodnju ili potrošnju u budućem razdoblju. [1]

Korištenjem ove metode omogućeno je poboljšanje servis isporuke, smanjenje ukupnog nivoa gotovih proizvoda, smanjenje transportnih troškova i poboljšanje provođenja raznih operacija

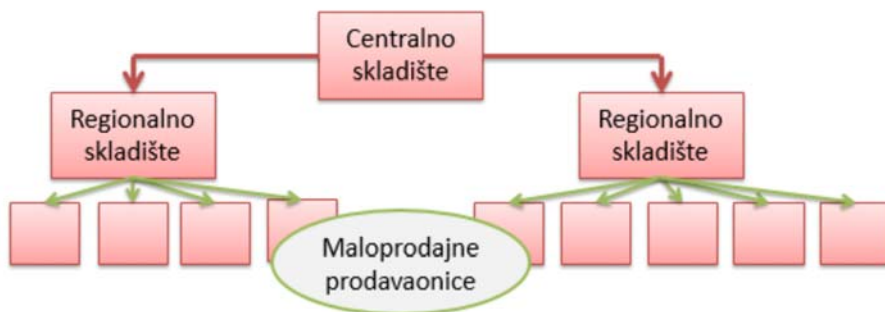
u distribucijskim centrima. Ovakav pristup poslovanju javlja se sedamdesetih godina prošloga vijeka, te je vrlo brzo prihvaćen u poslovnoj praksi, da bi osamdesetih postali standardnim pristupom u planiranju i kontroli aktivnosti distribucijske logistike. [11] DRP modeli obično se koriste u kombinaciji s MRP modelima koji su usmjereni prema upravljanju i minimiziranju zaliha unutrašnje logistike. Takvom kombinacijom postignuta je efikasna integracija cjelokupnog opskrbnog lanca, kao i bolji servis isporuke, niži logistički troškovima i niži troškovi proizvodnje.

DRP se koristi kao tehnika za određivanje optimalne količine zaliha u području vanjske logistike. Drugim riječima, DRP određuje koliko je proizvoda distribuirano u određenom vremenu pa prema tome pokušava predvidjeti koliko će proizvoda biti potrebno u narednom vremenu. Na taj se način može izračunati optimalna količina potrebne robe u svakome trenu.

DRP modeli razvijaju projekciju za svaki proizvod na zalihama i temelje se na:

- predviđanju potražnje za svakim proizvodom pojedinačno,
- trenutnom nivou zaliha svakog proizvoda,
- ciljanim sigurnosnim zalihama,
- preporučenoj količini popunjavanja,
- vremenu isporuke. [12]

Na Slici 20. prikazan je sistem raspoređivanja narudžbi u sistemu s više jedinica.



Slika 20. Prikaz sistema raspoređivanja narudžbi u sistemu s više jedinica [13]

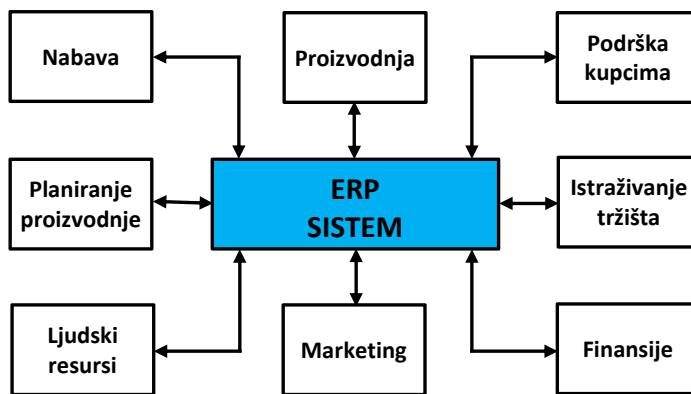
Centralna skladišta dostavljaju regionalnim skladištima artikle koje zatim regionalna skladišta dostavljaju u maloprodajne prodavaonice. S obzirom na to da je ova metoda vrlo kompleksna, danas je u potpunosti kompjuterizovana.

### 3.2.4. Metoda planiranja resursa poduzeća – ERP

Dodatnim razvojem sistema MRP i MRP II nastao je novi koncept planiranja resursa poslovnog sistema, ERP (*eng. Enterprise Resource Planning*). Metoda planiranja resursa preduzeća ERP je metoda koja omogućava protok informacija među svim funkcijama u preduzeću: proizvodna funkcija, logistika, finansije i ljudski resursi. ERP je glavni informacijski sistem preduzeća.

Poenta ERP-a je da se na jednome mjestu skupe svi poslovni podaci preduzeća kako ne bi došlo do dupliranja i gomilanja podataka. Informacija se u ERP može unijeti samo jednom pa svi dijelovi poslovnog sistema mogu odraditi svoje poslovne zadatke. [1] Razvijeni ERP sistemi uobičajeno posjeduju 30 i više integriranih modula za pohranu.

Glavni zadatak ERP sistema je povećati produktivnost. Kada se proizvodnja posmatra u kontinuitetu, a ne kao sistem odvojenih zadataka, olakšano je planiranje. Naime, ako se proizvodnja promatra kao sistem odvojenih zadataka, tada je nemoguće sagledati proizvodnju kao cjelovit proces. Kod planiranja proizvodnje kao sistema odvojenih zadataka dolazi do gubitka resursa i učinkovitosti. Na Slici 21. prikazan je ERP sistem.



Slika 21. Prikaz ERP sistema [7]

Na slici 21. se vidi da je ERP sistem u sebi obuhvatio sve resurse poduzeća: nabavu, planiranje proizvodnje, ljudske resurse, proizvodnju, marketing, finansijske stručnjake, istraživanje tržišta i podršku kupcima.

Pomoću ERP sistema izvršavaju se određeni zadaci:

- povezuje kupce i dobavljače u cjelovit opskrbeni lanac,
- koristi provjerene procese za donošenje odluka,
- koordinira prodaju, marketing, operacije, logistiku, nabavu, financije, razvoj proizvoda i ljudske resurse.[14]

Shodno postojanju raznih sistema koji svojom svrhom sliče ERP sistemu, sistem mora posjedovati tačno određene specifičnosti kako bi se mogao smatrati ERP sistemom, a to su redom:

- fleksibilnost: sistem mora biti postavljen tako da nudi rješenje za svaki postavljeni zahtjev u organizaciji u skladu s promjenama;
- nezavisnost: rad sistema ne zavisi o drugim operativnim sistemima i sistemima za upravljanje bazom podataka;
- sveobuhvatnost: podržava sve vrste poslovnih funkcija i poslovne organizacije svih vrsta djelatnosti;

- modularnost: ERP sistem čine podsistemi i moduli, ali mora postojati mogućnost dodavanja i uklanjanja svakog modula podsistemu;
- otvorenost: funkcionira na različitim hardverskim platformama s obzirom na to da organizacije posjeduju heterogene sisteme te se mora osigurati veza sa aplikacijama drugih proizvođača programske podrške;
- prilagodljivost: kako svakoj organizaciji nisu potrebi svi moduli sistema potrebno je omogućiti prilagodbu modela s obzirom na vrstu poslovanja;
- iskustvo: ERP sistem koristi ugrađeno iskustvo za sve poslovne procese kao i rješenja koja su u dosadašnjoj praksi pokazala najbolje rezultate. [16]

ERP sistem ima brojne prednosti, a to su:

- ubrzava se obrtaj proizvodne imovine zato što su određeni procesi automatizirani pa se samim time smanjuju i troškovi zaliha (do 40%);
- s obzirom na to da pruža pravovremene informacije, povećava se zadovoljstvo kupca;
- automatiziranost sistema omogućava veću tačnost zaliha (do 98%);
- ERP omogućuje značajne vremenske uštede kroz planiranje raspoloživih materijalnih i ljudskih resursa;
- povećana je i kvaliteta proizvoda kroz smanjivanje količine škarta i proizvoda koji iziskuju doradu;
- povećava se mogućnost pravovremene naplate zato što ERP može automatski ispisati popis kupaca s dugovanjima pa se te kupce može blokirati [7].

Kod ERP sistema planiranja, svaki pojedinac ima znatno veću odgovornost u usporedbi sa sistemima bez velikih međuzavisnosti i integrisanosti. Pogreška samo jednog zaposlenika pri unosu podataka u sistem imaju utjecaj na odluke u bilo kojem drugom modulu sistema. Nadalje, ovi sistemi planiranja su vrlo skupi i zahtijevaju dug proces uvođenja i prilagođavanja zaposlenika, ali ukoliko su uspješno uvedeni omogućavaju ubrzavanje poslovnih procesa, sprječavaju nastanak uskih grla i preklapanja poslova, te u konačnici osiguravaju značajne uštede finansijskih i ostalih resursa. [7] Zbog brojnih razloga koji ERP sistem čine visoko prihvaćenim, sistem je implementiran u brojne organizacije kod kojih je potrebna potpuna integracija u svrhu povećanja produktivnosti poslovanja i optimizacije zaliha.

#### **4. ZNAKOVI LOŠEG UPRAVLJANJA ZALIHAMA**

Ponekad preduzeće procijeni da na skladištu ima preveliku količinu zaliha pa upravljačka tijela odluče da bi bilo najbolje smanjiti sve zalihe podjednako. Ta greška događa se u slučajevima u kojima upravljačka tijela smatraju da su sve zalihe jednake. Kada preduzeće otkrije da ima prevelike zalihe, trebalo bi riješiti tri temeljna pitanja:

- smanjiti zalihe,
- odlučiti koje zalihe i koliko smanjivati,
- osmisliti kako održati optimalne zalihe kako se u budućnosti ne bi javio isti problem.

Kod rješavanja ovoga problema, smanjivanja zaliha, često se događa temeljna greška u preduzećima, a to je da se ide na smanjenje svih zaliha. U tom slučaju javlja se novi problem



pa na skladištu i dalje ostaju zalihe za kojima ne vlada potražnja, a preduzeće ima ogromnu nestašicu zaliha za kojima vlada potražnja. Planiranje zaliha potrebno je provesti temeljito, razmatrajući koje zalihe treba zadržati u većoj količini, a koje treba smanjiti. Dakle, problem nastaje kada upravljačka tijela odluče smanjiti sve zalihe. [10] Zbog toga je, u procesu smanjivanja zaliha, nužno primijeniti metode upravljanja zalihama.

Nadalje, često je u poslovanju vrlo teško utvrditi upravlja li se zalihama na adekvatan način. Određeni znakovi govore o lošem upravljanju zalihama, a to su:

1. povećava se broj vraćenih narudžbi što ukazuje na nestašicu robe,
2. broj vraćenih narudžbi je stalan, a ulaganje u zalihe raste,
3. fluktuacija kupaca je viša od normalne,
4. broj narudžbi koje su kupci ili posrednici otkazali konstantno raste,
5. smanjuje se prostor za pohranu (ili čak i nestaje) zato što postoji previše neprodanih zaliha,
6. povećanje broja i novčane vrijednosti zastarjelih proizvoda. [1]

Zalihama se, kao što je već rečeno, može upravljati tradicionalnim i savremenim metodama. Osnovna razlika između tradicionalnih i savremenih metoda upravljanja zalihama je u utjecaju koji se pokušava ostvariti na poslovne funkcije. Tradicionalne metode upravljanja poslovnim procesima i planiranja zaliha pokušavaju maksimizirati ciljeve svake poslovne funkcije.

To bi, kada se govori o zalihama, značilo da se pokušava potaknuti stalna prodajna spremnost nabave i prodaje pa se potiče vrlo visoka količina zaliha. Savremeni načini upravljanja poslovnim procesima i planiranja zaliha pokušavaju smanjiti sveukupne troškove društva, ali pritom održati visok kvalitet nivoa usluga. [5] Dakle, osnovni znakovi lošeg upravljanja zalihama su prevelika količina zaliha koje se ne mogu prodati iz različitih razloga kao što su zastarjelost, kvarljivost, loši uvjeti skladištenja i slično i premala količina zaliha koja ne zadovoljava potrebe proizvodnje ili prodaje.

## 5. LITERATURA

- [1] Bloomberg, D.J.; LeMay, S.; Hanna, J.B.: Logistika, MATE d.o.o, Zagreb, 2006. godine
- [2] Domazet, D.: Planiranje i upravljanje zalihama, Predavanja na Mašinskom fakultetu u Nišu, (pristup 11.02.2019.)
- [3] Šamanović, J.: Prodaja, distribucija, logistika, Teorija i praksa, Ekonomski fakultet, Sveučilište u Splitu, Split, 2009.
- [4] Omerhodžić, S.: Finansijski menadžment, Ekonomski fakultet, Univerzitet u Tuzli, 2007.
- [5] Habek, M.: Upravljanje zalihama i skladišno poslovanje, Ekonomska biblioteka, Zagreb, 2002.
- [6] Šafran, M.: Nastavni materijali iz kolegija „Upravljanje zalihama“, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 2015.
- [7] Žic, S.: Optimizacija upravljanja zalihama dobavljačkih lanaca, doktorski rad, Tehnički fakultet u Rijeci, Sveučilište u Rijeci, Rijeka, 2014.
- [8] Vulanović, V.; Stanivuković D.; Kamberović, B. i dr: Metode i tehnike unapređenja kvaliteta, Fakultet Tehničkih nauka, Novi Sad, 2003.

- [9] Petrikova, A.; Šebo, D.; Sabadka, D.: Optimization of Logistics Processes Using XYZ Method, Faculty of Mechanical Engineering – Technical University, Košice, Slovakia, 2010.
- [10] Zrilić, A.: Upravljanje zalihama u šest koraka, 2011., [www.logiko.hr](http://www.logiko.hr) (preuzeto 11.02.2019.)
- [11] R. Petrović: ERP sistemi u funkciji unapređenja kvaliteta poslovanja, 36. Nacionalna konferencija o kvalitetu, Mašinski fakultet Univerziteta u Kragujevcu, Kragujevac, 2009.
- [12] <http://www.iim.ftn.uns.ac.rs/kel/attachments/article/135/Upravljanje%20zalihama%20-%20knjiga.pdf> (09.02.2019.)
- [13] Kovač, I.: Planiranje količina i dinamike nabavljanja –MRP i DRP, Ekonomski fakultet, Zagreb, 2016.
- [14] Vuković, A.; Džambas, I.; Blažević, D.: Development of ERP Concept and ERP System, Engineering Review, Vol.27, No. 2, pp. 37-45, 2007.
- [15] <http://lean-management.pl/wp-content/uploads/2016/02/produkcja-typu-push-i-pull-roznice.png>, preuzeto dana 10.02.2019.



## X UNUTRAŠNJI TRANSPORT

### 1. UVOD

**Logistički sistem** je skup elemenata tehničke, tehnološke, organizacijske, ekonomske i pravne naravi s ciljem optimizacije tokova materijala, roba, informacija, energije i ljudi na određenom geografskom području radi ostvarenja najvećih ekonomskih efekata. [15]

**Poslovna logistika** podrazumijeva sistemski pristup upravljanja i kontrole fizičkog toka materijalnih dobara i potrebnih informacija koje preduzeće šalje na tržište i prima s tržišta, a sadrži: naručivanje, upravljanje skladištenjem, upravljanje zalihama, manipulaciju s robom, vanjski i **unutrašnji transport**, informacijski logistički sistem. [15]

Transport kao jedna od aktivnosti logistike proizvodnje može svojom optimizacijom doprinijeti smanjenju cjelokupnih troškova. Naručivanje transporta, planiranje i praćenje realizacije uz pomoć ERP sistema doprinosi znatnom smanjenju praznih hodova i vremenu čekanja u transportu.

Prema nekim istraživanjima na troškove transporta otpada oko 25% ukupnih troškova proizvodnje. Zbog toga vidimo da optimizacija unutrašnjeg transporta u okviru nekog preduzeća nije zanemarljiva stavka u udjelu troškova, čak, štaviše, rad samog preduzeća direktno zavisi od organizacije samog unutrašnjeg transporta. Dobra i povoljna organizacija radnih mjesta, izbor adekvatne mehanizacije i uređaja, dobra organizacija skladištenja može doprinijeti i smanjenju površine na kojoj se organizuje proizvodnja, a onda to dalje doprinosi i smanjenju fiksnih i varijabilnih troškova.

### 2. POJAM I ZNAČAJ UNUTRAŠNJEG TRANSPORTA

Pojam i značaj unutrašnjeg transporta, naročito u savremenim uslovima poslovanja postaje sve veći, i njime se bave mnogi autori koji kroz svoje definicije pokušavaju ukazati na njegov značaj i složenost, te nužnu povezanost sa ostalim dijelovima proizvodnog procesa, prije svega proizvodnje i skladištenja. U okviru proizvodnog procesa, pored promjene oblika radnog predmeta, nužno je vršiti premještanje predmeta rada, kako bi se obezbijedio prolaz kroz pojedine faze proizvodnje. Pod unutrašnjim transportom se podrazumijeva cjelokupno kretanje sredstava za proizvodnju u poslovnom sistemu. To je dio proizvodnog, odnosno poslovnog procesa. Obavlja se određenim sredstvima i na određenim prostorima. Može da se posmatra kao podsistem proizvodnog sistema integralno povezan sa skladištenjem i tehnološkim sistemima (odnosno on ih povezuje). [9]

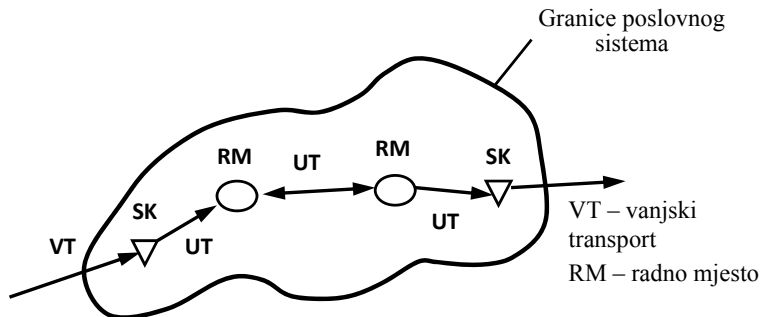
**Unutrašnji transport** predstavlja prijenos predmeta rada, sredstava za rad i radnika u samoj proizvodnji. Prijenos predmeta rada vrši se od skladišta do pogona, zatim unutar i između pogona i od pogona do skladišta. Alat se također prenosi od skladišta alata do proizvodnih radnih mjesta gdje se koristi, a zatim se nakon upotrebe vraća u skladište. U rudarstvu,

poljoprivredi i šumarstvu unutar proizvodnje prevoze se radnici, te je i to dio unutrašnjeg transporta. Po užoj definiciji, unutrašnji transport odnosi se na premještanje predmeta rada unutar proizvodnje i to: od skladišta sirovina i materijala do radionica, zatim između radnih i kontrolnih mjesta unutar radionica i od radionica do skladišta gotovih proizvoda. U ovom slučaju pod predmetima rada se podrazumijevaju sirovine, materijali, poluproizvodi ili gotovi proizvodi, koji u toku tehnološkog procesa treba da mijenjaju svoje oblike, unutrašnja svojstva ili i jedno i drugo.

Prema tome u unutrašnji transport (UT) spadaju [1]:

- kretanja materijala, poluproizvoda, proizvoda i alata u skladištima,
- kretanja materijala, poluproizvoda, gotovih dijelova i alata od skladišta do prvih obradnih sistema (radnih mjesta),
- kretanja materijala i poluproizvoda između obradnih sistema do zadnjeg radnog mjesta odnosno operacije,
- kretanja gotovih proizvoda od mjesta posljednje operacije do skladišta gotovih proizvoda.

Dovoz početnih oblika materijala i elemenata proizvoda do ulaznog skladišta i odvoz gotovih proizvoda od izlaznog skladišta spada u vanjski transport, Slika 1. Sva pomjeranja predmeta rada i alata na obradnim sistemima (tehnološka radna mjesta) u događajima operacija također ne spadaju u UT.



Slika 1. Modelski prikaz pojma UT [1]

Za pojam UT nije važno da li se obavlja svojim ili tuđim sredstvima. UT je događaj, dio proizvodnog procesa u kome se faktički ne stvara nova vrijednost, već se stvaraju samo troškovi. Međutim, na današnjem nivou ljudskog znanja i razvoja sredstava za rad nije moguće eliminisati UT. Možemo i trebamo nastojati da učešće UT u ukupnom proizvodnom procesu smanjimo pogodnim rasporedom radnih mjesta i faza u proizvodnom sistemu kao i pravilnim izborom sredstava za rad. Ova nastojanja spadaju u domen projektovanja proizvodnih sistema (za nove sisteme) i proučavanja rada (za postojeće sisteme).

Unutrašnji transport je događaj kojim se bitno utiče na efektivnost proizvodnog sistema što se može iskazati kroz utjecaj na [1, 2]:

- cijenu koštanja proizvoda (10 – 80) %,
- vrijeme trajanja proizvodnog ciklusa (20 – 80) %,
- visinu angažovanih sredstava (osnovna sredstva) i
- broj angažovanih ljudi (5 – 35) %.

Efektivnost proizvodnog sistema se sve više ocjenjuje na osnovu efektivnosti unutrašnjeg transporta, a ne na efektivnosti izvođenja operacija. Takođe rбудućnost razvoja proizvodnih procesa (sistema) nije u razvoju procesa obrade (operacije), jer za male efekte trebaju ogromna sredstva, kadrovi i vrijeme. Budućnost leži u razvoju sredstava i sistema UT, jer se znatni efekti mogu postići sa relativno malim sredstvima.

Utjecaj UT na proizvodni proces izražava se u angažovanju odgovarajućeg broja radnika, dužinom ciklusa procesa i količine masa koje se prevoze.

U većini poslovnih sistema UT angažuje veliki broj radnika, što zavisi od stepena mehanizacije i automatizacije, tj. od vrste proizvoda, odnosno djelatnosti. Naprimjer u rudarskim OJ, ciglanama, na UT radi (70 – 90) % od ukupnog broja radnika. U mašingradnji ovaj broj iznosi oko 40 %, a u hemijskoj industriji 25 %. O velikom broju radnika zaposlenih na UT govore i statistički podaci o nesrećama na radu. Prema ovim podacima najveći broj nesreća je u vezi sa UT. [1]

UT znatno utječe na dužinu trajanja proizvodnog ciklusa. To zavisi od vrste proizvodnje, stepena mehanizacije kao i od konkretnih organizacionih mjera koje se poduzimaju u vezi racionalizacije UT. Međutim, u prosjeku na UT i skladištenje otpada oko 80 % trajanja procesa proizvodnje a samo 20 % na samu obradu (operacije). Za mašingradnju proces obrade čini oko 35 % trajanja proizvodnog procesa. Analize pokazuju da se u procesima proizvodnog mašinstva jedan materijal pomjera prosječno 50 puta. To znači da pomjerate 50 puta veću masu od mase samog proizvoda. Ankete u američkim preduzećima su pokazale da na 1t proizvedenih livenih cijevi dolazi 67 t transportovanog materijala, a na 1 t poljoprivrednih sprava transportuje se 180 t materijala.

UT izaziva troškove koji se kreću u prosjeku od 20 do 30 % cijene koštanja proizvoda. Jedan dio ovih troškova otpada na nabavu (amortizacija) i održavanje sredstava UT, drugi dio na rad u UT i produženje ciklusa proizvodnje, a treći dio na rastur, lom i kvar materijala tokom UT.

Osnovne slabosti u UT se javljaju zbog sljedećih uzroka [8]:

- nedovoljno planiranje i pripreme rada UT,
- nepoznavanje sredstava za UT,
- nedovoljna primjena postojećih sredstava za UT u organizaciji,
- slabosti u rasporedu radnih mjesta koji ne dozvoljava efikasnu primjenu sredstava UT i,
- zanemarivanje mehanizacije u manipulaciji s materijalom.

Dakle, unutrašnji transport je dobro projektovan i organizovan ako obezbjeđuje sljedeće uslove u proizvodnom procesu [9]:

- neprekidnost materijalnih tokova,
- eliminisanje zaliha prerađenog materijala na radnim mjestima,
- opsluživanje svakog radnog mjesta,
- opsluživanje radnih mjesta sa malim količinama,
- doprema materijala na radna mjesta bez zastoja,
- svako sredstvo i radnik u transportu imaju precizno definisane putanje i zadatke,
- minimalni troškovi transporta.

Optimalna organizacija UT zahtijeva:

- planiranje UT,
- izbor najpodesnijih sredstava UT za konkretne uslove,
- izbor najpovoljnijih relacija kretanja odnosno rasporeda mjesta,
- racionalno trošenje sredstava UT i
- pravilno održavanje sredstava UT.

### **3. PLANIRANJE UNUTRAŠNJEG TRANSPORTA**

Moglo bi se reći da je polazna tačka planiranja svake proizvodne organizacije rješavanje problema kretanja materijala. Dobro rješenje kretanja materijala kroz proizvodni proces obezbjeđuje u velikoj mjeri ekonomičnost proizvodnje i uopšte njenu efikasnost. Na osnovu usvojenog programa proizvodnje postavlja se opšta šema kretanja materijala.

#### **3.1. Planski elementi UT**

Planiranje i projektovanje unutrašnjeg transporta usko je vezano za projektovanje tehnološkog, odnosno proizvodnog procesa. Ukoliko imamo postavljen raspored radnih mjesta, onda je planiranje i projektovanje unutrašnjeg transporta ograničeno, dok je druga situacija tamo gdje se paralelno sa planiranjem unutrašnjeg transporta vrši i postavljanje, odnosno raspoređivanje radnih mjesta. U oba pomenuta slučaja elementi za planiranje su isti samo što je mogućnost njihovog uklapanja u jednu funkcionalnu cjelinu različita.

Planski elementi mogu se iskazati kao [5]:

- prostorno planiranje i projektovanje transportnih linija uz detaljno proučavanje rasporeda radnih mjesta,
- analiziranje tehnološkog procesa proizvodnje i obima proizvodnje u cilju izbora transportnog problema,
- izbor transportnih sredstava i opreme,
- utvrđivanje vremena potrebnog za transport i utvrđivanje broja transportnih sredstava,
- analiza troškova unutrašnjeg transporta.

Raspored postojećih prostorija u već postojećoj fabrici se teško može mijenjati. Pri izgradnji novih ili proširenju postojećih prostorija treba paziti da njihov raspored bude takav da prati proizvodni proces i omogućuje direktno kretanje materijalnih inputa od ulaza u preduzeće do izlaza gotovih proizvoda. Slična je situacija i s rasporedom radnih mjesta unutar prostorija, ali ipak ovdje postoji veća elastičnost i mogućnost adaptacije. [5]

##### **3.1.1. Izbor pravca kretanja**

Izbor pravca kretanja je u najužoj vezi s rasporedom prostorija. Izbor pravca kretanja ovisi o rasporedu prostorija i radnih mjesta, ali vrijedi i obrnuto. Izbor pravca kretanja se ne obavlja samo u fazi projektovanja i planiranja nego je on predmet stalnog izučavanja kako bi se postojeći pravci što više racionalizirali na načelima ekonomije prostora i vremena (najkraći putevi s najmanjim zadržavanjem). [10]

Pri izboru pravaca kretanja treba voditi računa da [10]:

- pravac kretanja treba biti prostorno i vremenski što kraći,
- treba izbjegavati sve krivudave i prazne hodove,
- treba izbjegavati sva suvišna zaustavljanja.

Odstupanje od racionalnog izbora pravaca može se izbjeći temeljnim istraživanjem u kojem treba detaljno proučiti raspored radnih mjesta po redoslijedu tehnoloških operacija, te grafičkim prikazom izvršene analize (grafikon kretanja).

Grafikon kretanja se može izraditi komadno (na temelju proizvoda) ili prostorno (unutar radionice ili pogona). Komponiranjem pojedinačnih grafikona kretanja dolazi se do grafikona cjelokupnog kretanja materijalnih ulaza u preduzeću. [3] Kao podloga mogu se koristiti karta proizvodnog procesa i hodogrami kretanja materijala.

Ovi grafikoni trebaju precizirati [3]:

- radna mjesta po tehnološkom redoslijedu,
- operacije koje treba izvršiti na pojedinim radnim mjestima,
- vrijeme trajanja operacija,
- vrijeme kretanja između pojedinih operacija,
- dužinu transportne relacije,
- količine koje se prevoze.

Nakon ovih proučavanja relativno je lahko uspostaviti najracionalnije pravce kretanja ulaza i odabrati najefikasnija transportna sredstva. Kretanje može biti vertikalno i horizontalno. Vertikalno je u upotrebi ako se može iskoristiti sila teže.

U principu postoje četiri sistema – relacije horizontalnog kretanja materijala, Slika 2. [5,8,10,11]:

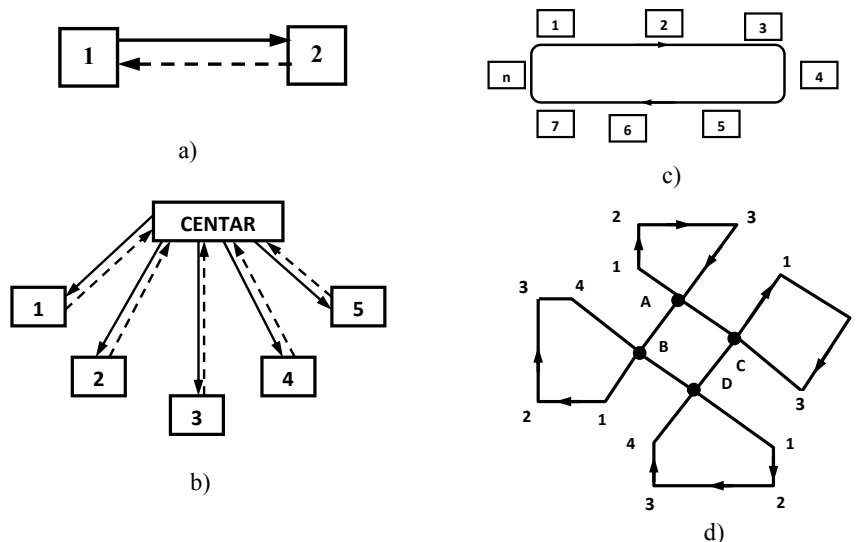
- sistem obične relacije** – materijalni ulazi prevoze se do jedne tačke, a zatim se vraćaju u pravilu bez terete,
- sistem radijalne relacije** – složena varijanta obične relacije – materijalni ulazi se prevoze na više mjesta te se vraćaju bez terete,
- sistem kružne relacije** – radna mjesta se povezuju prema redoslijedu operacija tako da se materijalni ulazi kružno prevoze od jednog do drugog radnog mjesta, te završavaju u polaznom radnom mjestu,
- sistem ciklične (složene kružne relacije)** – složena varijanta kružne relacije.

Kod prostornog planiranja UT treba obratiti pažnju na [1, 13]:

- minimizirati dužinu transportnih puteva,
- izbjegavati prazne hodove transportnih sredstava,
- izbjegavati ukrštanje transportnih puteva u istom nivou,
- eliminisati nepotrebno skladištenje materijale,
- eliminisati prebrojavanje komada kod utovara i istovara,
- automatizirati transport što je više moguće,
- isključiti čekanja,



- predmete rada slagati pogodno za prihvatanje u skladu sa izabranim transportnim sredstvom,
- predvidjeti mogućnosti za eventualne promjene asortimana i obima proizvodnje.



Slika 2. Sistemi kretanja materijala

### 3.2. Izbor transportnog problema

U današnjim uslovima proizvodnje veliki broj organizacija ima širok asortiman proizvoda, a time i asortiman materijala, kako po obliku i težini, tako i po dimenzijama. Da bi odredili najpogodnije transportno sredstvo i riješili cjelokupan transport, neophodno je utvrditi što zapravo čini transportni problem, odnosno koji su to proizvodi i materijali na osnovu kojih bi se mogli odlučiti za najpovoljnije transportno sredstvo.

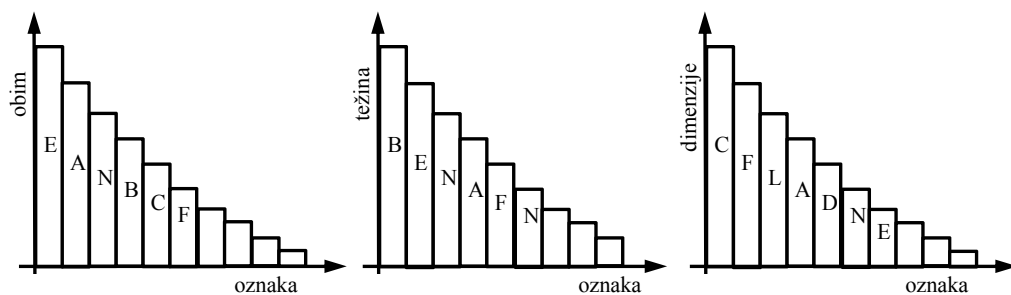
Transportni problem je najčešće determiniran sljedećim faktorima, Slika 3. [5,9]:

- obimom, odnosno količinom proizvoda – materijala,
- težinom proizvoda – materijala i
- dimenzijama.

Transportni problem utvrđuje se optimalizacijom naprijed pomenutih elemenata i to tako da se napravi spisak svih proizvoda, odnosno materijala uz evidenciju pomenutih elemenata, a na osnovu podataka izrađuju se ABC dijagrami po pojedinim elementima.

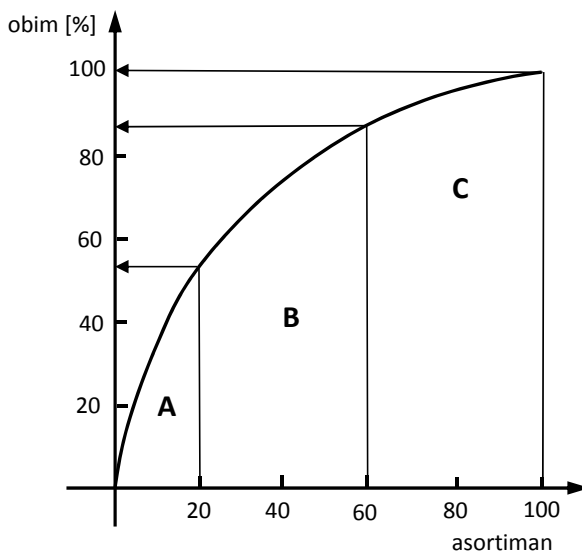
Iz dijagrama na Slici 4. mogu se uočiti tri grupe proizvoda:

- grupa proizvoda A, koji nose cca 20% asortimana, a zauzimaju cca 50% i više obima proizvodnje i prema kojima bi se trebali najviše orijentisati u odnosu na izbor transportnog problema,
- grupa proizvoda B, koji nose cca 30% asortimana i oko cca 35% obima i koji bi trebali biti sljedeći u određivanju transportnog problema i
- grupa proizvoda C, koji nose preostalih do 50% asortimana a zauzimaju samo 15% i manje ukupnog obima.



Slika 3. Izbor transportnog problema na osnovu obima, težine i dimenzija

Iz dijagrama se mogu uočiti da su neki proizvodi po svakom osnovu značajno zastupljeni, odnosno zastupljeniji od drugih, te bi isti predstavljali transportni problem, odnosno to znači da bi se kod izbora vrste odnosno karakteristika transportnog sredstva pažnja trebala obratiti na pomenute proizvode.



Slika 4. ABC analiza transportnog problema

Razmatranje se može proširiti i na druge elemente – faktore, kao što je dužina transportnog puta i slično u zavisnosti od specifičnih karakteristika:

- faktori tereta (fizičke i hemijske karakteristike i sl.),
- faktori procesa (tip proizvodnje, frekvencija ciklusa, količine, temperature, agresivnost, način pakovanja, održavanje),
- faktori proizvodnog sistema (raspored RM, udaljenost RM, sredstva i način skladištenja, karakteristike objekata...),
- faktori tržišta (širina ponude, uslovi nabave, uslovi održavanja).

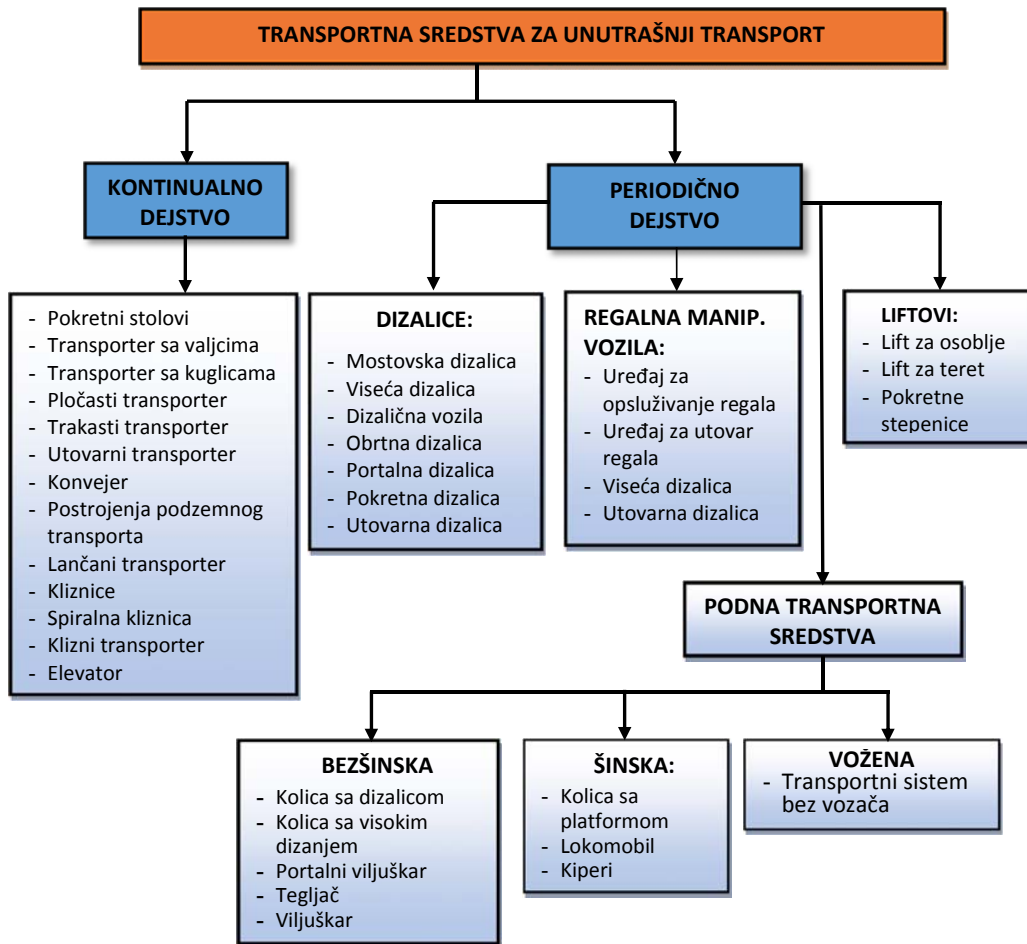
Uključivanjem više elemenata čitav problem postaje složeniji za rješavanje. Problem optimizacije naprijed pomenutih faktora uspješno se može riješiti metodama linearnog programiranja.

### 3.3. Izbor sredstava unutrašnjeg transporta

Danas na tržištu postoji veoma veliki broj vrsta i tipova sredstava UT. S obzirom na stepen slobode kretanja sva sredstva UT mogu da se podijele na tri vrste:

- sa fiksnim linijama kretanja (oluci, grabuljari, konvejeri, trakasti transporteri, transporteri sa kotrljačama). Pogodni su za veći obim transportnih masa, tereta u rinfuzi ili komadnog različitih dimenzija i oblika, za teret čiji se oblik ne mijenja, mnogo i u procesima čija je dinamika odvijanja približno ravnomjerna, odnosno za serijsku i masovnu proizvodnju;
- sa djelimično fiksnim linijama (konzolne dizalice, mosne, poluportalne, portalne). Pogodne za transport tereta raznovrsnih oblika, većih masa i dimenzija, raznovrsne dinamike nižeg nivoa i raznovrsnih putanja u okviru mogućeg polja opsluživanja (pravougaonik). Imaju problem povezivanja polja posluživanja dva sredstva;
- sa slobodnim linijama kretanja (razne vrste kolica, viljuškari, kare, kamioni, manipulatori). Pogodna su za promjenjive tokove kretanja, najčešće traže primjenu sredstava za smještaj robe – nosača (palete, sanduci, ramovi).

Jedna od podjela, prema kontinuiranosti dejstva data je na Slici 5.



Slika 5. Podjela sredstva za unutrašnji transport prema kontinuiranosti dejstva [2]

Naravno, podjela sredstava UT može se izvršiti i sa drugih stanovišta kao po nosivosti, vrsti pogona, učestalosti uključivanja (intermitencija) itd.

Izbor vrste sredstava UT za uslove konkretnog proizvodnog sistema zavisi od više faktora, koji se mogu klasifikovati kao:

- faktori tereta (dimenzije, masa, gustoća, oblik, fizičke i hemijske karakteristike, količina, stalnost),
- faktori procesa (tip proizvodnje, frekvencija kretanja, temperatura, korozivnost, prisustvo prašine i plinova),
- faktori proizvodnog sistema (raspored obradnih sistema, udaljenost obradnih sistema i faza, sredstvo i način skladištenja, karakteristike građevinskog objekta i mikrolokacije),
- faktori održavanja (unifikacija, obezbjeđenje rezervnih dijelova, pouzdanost, obezbjeđenje dokumentacije za održavanje, garancija),
- faktori tržišta (širina ponude sredstava UT, cijena, uslovi nabave).

Kriterijumi za optimalnih izbor sredstava UT mogu se izraziti matematički:

$$\begin{aligned} & \textit{Tehničke mogućnosti sredstava UT} \geq \\ & \geq \textit{Tehnički zahtjevi tereta, procesa i sistema} \quad \dots (1) \end{aligned}$$

$$\textit{Kapacitet sredstava UT} \geq \textit{Potreba procesa za UT} \quad (2)$$

$$[\min]t_{UT} = \sum t_i \quad \dots (3)$$

$$[\min]T_{UT} = \sum T_i \quad \dots (4)$$

$$[\min]I_n = \sum I_i \quad \dots (5)$$

gdje su:

- $t$  – vrijeme UT,
- $T$  – troškovi UT,
- $I$  – investicije u UT.

Kao pomoćno sredstvo za izbor sredstava i proučavanje UT služi prikaz kretanja materijala. Kod izbora sredstava UT treba se odlučiti da li ići na specijalizovana ili univerzalna. Univerzalna mogu služiti za transport raznih vrsta tereta ali nemaju učinak kao specijalna. Za svaki konkretan slučaj treba naći kompromis između ova dva protivrječna zahtjeva.

Da bi se olakšala manipulacija teretom i ubrzao UT treba koristiti pogodna sredstva za prihvat i prenos tereta kao što su: palete, sanduci, korpe i ramovi.

#### 4. SREDSTVA UNUTRAŠNJEG TRANSPORTA

Vrsta robe, njena fizička i hemijska svojstva, način na koji se sa njom može manipulirati bitno utiču na izbor transportno – manipulativnog sredstva.

Kod izbora sredstava unutrašnjeg transporta, treba poći od transportnog zadatka, pri čemu je neophodno poznavanje svojstava materijala koji se transportuje. Tako, na primjer, pored tri glavna faktora, koja čine transportni problem (količina, težina i dimenzije) agregatno stanje materijala presudno utiče na izbor sredstava unutrašnjeg transporta.

Za gasovite i tečne materijale najbolji i preporučeni je cijevni transport, a za rasute materijale pogodni su transporteri, kranovi sa grabilicom, kiperi...

Na izbor transportnog sredstva takođe utječu:

- dužina transportnog puta,
- pravac kretanja (horizontalno, vertikalno, koso),
- transportni prostor (po radnoj površini, iznad ili ispod radne površine),
- uslovi proizvodnje (toplota, zapašenost, opasnost od požara ili eksplozije i sl.).

Transportna sredstva omogućavaju lakše kretanje materijala unutar fabrike i skladišta.

Osnovni tipovi ovih sredstava su:

- industrijska i ručna kolica,
- viljuškari,
- automatski vođena sredstva,
- šinski vođene mašine,
- pokretne trake (konvejneri),
- dizalice i kranovi.

Podjele ovih sredstava moguća su i sa drugih aspekata kao npr. da li služe za utovar, prenos, pretovar ili istovar.

##### 4.1. Industrijska i ručna kolica

Obuhvataju izuzetno široku familiju sredstava. Po pravilu su jeftina, lahko se nabavljaju, ne zahtijevaju posebnu obuku i dr. Razlikujemo dvije kategorije: malog i velikog kapaciteta. Malog kapaciteta su najčešće ručna gurajuća kolica za prenos tereta, Slika 6. Kolica, ma kako izgledala jednostavno, mogu se zbog širokog spektra primjene klasifikovati sa aspekta više faktora, a klasifikacija može biti u funkciji:

- broja / vrste točkova,
- predmeta koji se transportuje / manipuliše,
- materijala izrade,
- nosivosti,
- konstrukcije,
- načina (po)kretanja / upravljanja i dr.



Slika 6. Ručna kolica

Spektar rješenja kolica se značajno usložnjava kombinacijama faktora (zahtjevima prakse, mjestima/uslovima primjene i dr.) koji se istovremeno respektuju pri njihovom razvoju.

Pri izboru sredstava ovog tipa neophodno je, shodno principima izbora sredstava, poznavati i poštovati karakteristike i obilježja zahtjeva za koje se predviđa primjena nekih od potencijalnih rješenja / oblika kolica:

- pojavni oblik (geom. oblik, težina, ... količine),
- mjesto nastanka i završetka zahtjeva (rastojanja, nagib, uslovi puta),
- vremenski aspekt (intenzitet),
- prilagođavanje promjenama, potrebne intervencije na sredstvima, mreži saobraćajnica, obučenosti osoblja...

U nastavku su dati primjeri varijanti izrade ručnih kolica za različite namjene, Slika 7 te Slike 10–15.



Slika 7. Neke od varijanti konstrukcija kolica sa 2 ili 3 točka, sa varijantnim prilagođenjima nadgradnje pojavnim oblicima roba [21], [22], [23]



Slika 8. Jednostavna plato kolica sa rudom, obrtnom prednjom osovinom i kočnicom (kolica sa 4 točka) [24]



Slika 9. Ručna kolica sa rudom, obrtnom prednjom osovinom, kočnicom i nadgradnjom tovarnog prostora za obezbjeđenje tereta od ispadanja [25]



*Slika 10. Ručna kolica sa rudom, obrtnom prednjom osovinom, kočnicom i nadgradnjom tovarnog prostora za obezbjeđenje tereta od ispadanja [26]*



*Slika 11. Ručna kolica sa okretnim točkovima na jednoj osovini koja povećavaju upravljivost (točkovi imaju mogućnost blokiranja što je od značaja na mjestu utovara/istovara) [27]*



*Slika 12. Varijanta lakših kolica [27]*



*Slika 13. Varijanta sklopivih kolica [28]*



*Slika 14. Kolica za teže terete [28]*



*Slika 15. Kolica za lakše terete [27]*

Kolica za rad u specijalnim uslovima/zahtjevima se izrađuju od posebnih materijala. To je tipično u laboratorijama, restoranima, kuhinjama, bolnicama i drugim djelatnostima, koje zahtijevaju posebne higijenske ili druge zahtjeve (npr. rad u zapaljivoj/eksplozivnoj sredini...), Slike 16–18.



Slika 16. Ručna kolica u laboratorijama [29] Slika 17. Ručna kolica za prijevoz hrane [30]



Slika 18. Ručna kolica za snabdijevanje radnih mjesta sitnim materijalom [31]

Posebna grupa kolica omogućava znatno olakšanje rada sa buradima, Slika 19. i Slika 20. veoma nepovoljnim pojavnim oblikom za manipulaciju i dr. Konstrukcije kolica mogu biti sa različitim nivoom kompleksnosti i mogu da omoguće pojednostavljenje i humanizaciju niza operacija.



Slika 19. Izvedbe varijanti kolica za humaniji rad sa buradima [32], [33], [34]



Slika 20. Varijante kolica za rad sa buradima sa tri točka [35], [36], [37]



Kolica za komisioniranje su tipično sredstvo realizacije ovog procesa u velikom broju slučajeva. Susreću se u različitim oblicima, zavisno od karakteristika, uslova rada i dr. Također se sreću rješenja za primjenu kod specifičnih pojava oblika roba (pločasti materijali i dr.) Slika 21. i Slika 22.



Slika 21. Jedno od rješenja za transport pločastih materijala [38]



Slika 22. Rješenje kolica sa više “etaža”, pogodnih za komisioniranje i dr. [13], [16]

#### 4.2. Viljuškari

Viljuškari su tipična sredstva unutarnjeg transporta, te služe za zahvatanje, podizanje, prenošenje, spuštanje i odlaganje komadnog, te integriranog tereta. Ova grupa sredstva je razvijena sa ciljem da se redukuje broj tehnoloških elemenata – pomoću jednog sredstva da ostvari objedinjavanje manipulativnih i transportnih aktivnosti pri realizaciji zahtjeva, što je osnovni nedostatak transportnih vozila i najvećeg broja kolica. Koriste metalne viljuške za zahvaćanje tereta, a mogu biti na prednjoj ili bočnoj strani viljuškara.

Primarna je funkcija manipulacije, a transportna sekundarna. Cilj je da se pri njihovom radu što više ostvare razna rukovanja sa teretima (zahvat, odlaganje, istovar, utovar...), a uz što je moguće manje angažovanje na funkciji samog transporta. Osnovna svojstva viljuškara ogledaju se u sljedećem:

- diže teret,
- vozi (transportira teret od jednog do drugog mjesta),
- slaže teret,
- nije vezan za određeno mjesto i pravac kretanja.

Prednosti upotrebe viljuškara:

- ubrzanje prekrcajnih i skladišnih operacija,
- ušteda radnog vremena,
- bolje slaganje robe (što povećava koeficijent iskoristivosti skladišta) do veće sigurnosti i produktivnosti rada,
- manje oštećenja robe.

Vremenom je, zbog veoma velikih efekata i povoljnosti ostvarenih njihovom primjenom, veoma veliki napor posvećen razvoju i unapređenju. To se ogleda kako u različitim tipovima konstrukcije, pogona, sistema upravljanja, tako i u familiji manje i više složenih zahvatno – manipulativnih uređaja koji se koriste pri njihovom radu.

Time je spektar roba koji se njime manipulišu znatno povećan, ali uvijek treba imati na umu neophodnost dodatnih investicija u zahvatne naprave.

#### **4.2.1. Podjela viljuškara**

Konstrukcija viljuškara se može klasifikovati prema nizu elemenata. Uobičajeno, pri razvoju koncepcije / rješenja se traže informacije o [13]:

- nosivosti,
- broju / vrsti točkova / načinu upravljanja,
- vrsti pogona (elektromotor / SUS),
- brzini kretanja / dizanja / spuštanja sa / bez opterećenja,
- predmetima koji se transportuju / manipulišu,
- visini dizanja / visini slobodnog dizanja,
- spoljnim dimenzijama / masi,
- širini potrebnih saobraćajnica / prolaza i sl.,
- nadgradnji, ali zavisno od problema u okviru projekta, transportnog zadatka i dr.

Spektar rješenja, koji se može sresti u praksi je veoma širok, a ovdje će se dati prikazi nekih poznatih rješenja/varijanti viljuškara.

Prema pogonskom uređaju, viljuškari se dijele u tri skupine:

- ručni viljuškari;
- motorno – ručni viljuškari;
- motorni viljuškari (diesel, benzinski, elektro i plinski).

Ručni viljuškar (Slika 23.) je konstruiran od posebne metalne viljuške s ugrađenim kotačićima čiji je noseći krak konstrukcije povezan na hidraulični cilindar. Hidraulični cilindar pomoću ručnog ili elektromotornog pritiska podiže teret, te na taj način omogućava njegovo premještanje, spuštanje i odlaganje.

Samohodni viljuškari (Slika 24. –26.) se kreću na tri ili četiri pneumatska kotača, a teret zahvataju pomoću metalnih viljušaka ili drugih tehničkih naprava (npr. kliješta, magnetne ploče, trn, itd.). Za zahvatanje, podizanje, spuštanje i odlaganje tereta posjeduju uređaje, a za kretanje u radnom prostoru mehaničke prijenose. Samohodnim viljuškarom rukuje vozač

pomoću odgovarajućih mehanizama za zahvatanje, podizanje, spuštanje i odlaganje tereta. Za svoj sveukupni pogon koriste električne motore ili motore sa unutašnjim sagorijevanjem.



*Slika 23. Ručni viljuškar [39]*



*Slika 24. Samohodni viljuškar [39]*



*Slika 25. Samohodni paletni viljuškari [39]*

Prema konstrukciji, viljuškari se mogu razvrstati na:

- čeonu viličare, Slika 26.,
- bočne viličare, Slika 27.,
- regalne viličare, Slika 28.

Ugrađeni (regalni) viljuškari (Slika 28.) sastoje se od kolica sa ručnim ili elektromotornim pogonom, metalne konstrukcije s lančanikom ili hidrauličnim cilindrom. Na lančanik ili hidraulični cilindar su najčešće pričvršćene viljuške ili neki drugi odgovarajući uređaj za zahvatanje, podizanje, prenošenje, spuštanje i odlaganje tereta. Postoje dvije skupine ovih viljuškara, manji i veći. Manji ima nosivost od 0,25 do 1 tone, a veći od 1 do 3 tone. Zahvaljujući razvoju tehnologije došlo je do konstrukcije velikog broja različitih alata i naprava pomoću kojih viljuškari zahvaćaju terete (npr. hidrauličke hvataljke, kliješta, različite posude i sl.). [44]



*Slika 26. Primjeri čeonih viljuškara (slika desno – u radu) [40,41]*



Slika 27. Primjeri bočnih viljuškara [42]



Slika 28. Primjeri regalnih viljušakara [43]

Svi oni, a naročito čeonil viljuškari mogu imati različite zahvatne naprave, koje su obično prilagođene namjeni i mjestu rada datog viljuškara, kao što je u drvoprerađi, metalurgiji, na skladištima, za komisioniranje. Zbog specifičnosti, ovdje je dat prikaz nekih od varijanti rješenja zahvatnih naprava viljuškara, Slika 29.

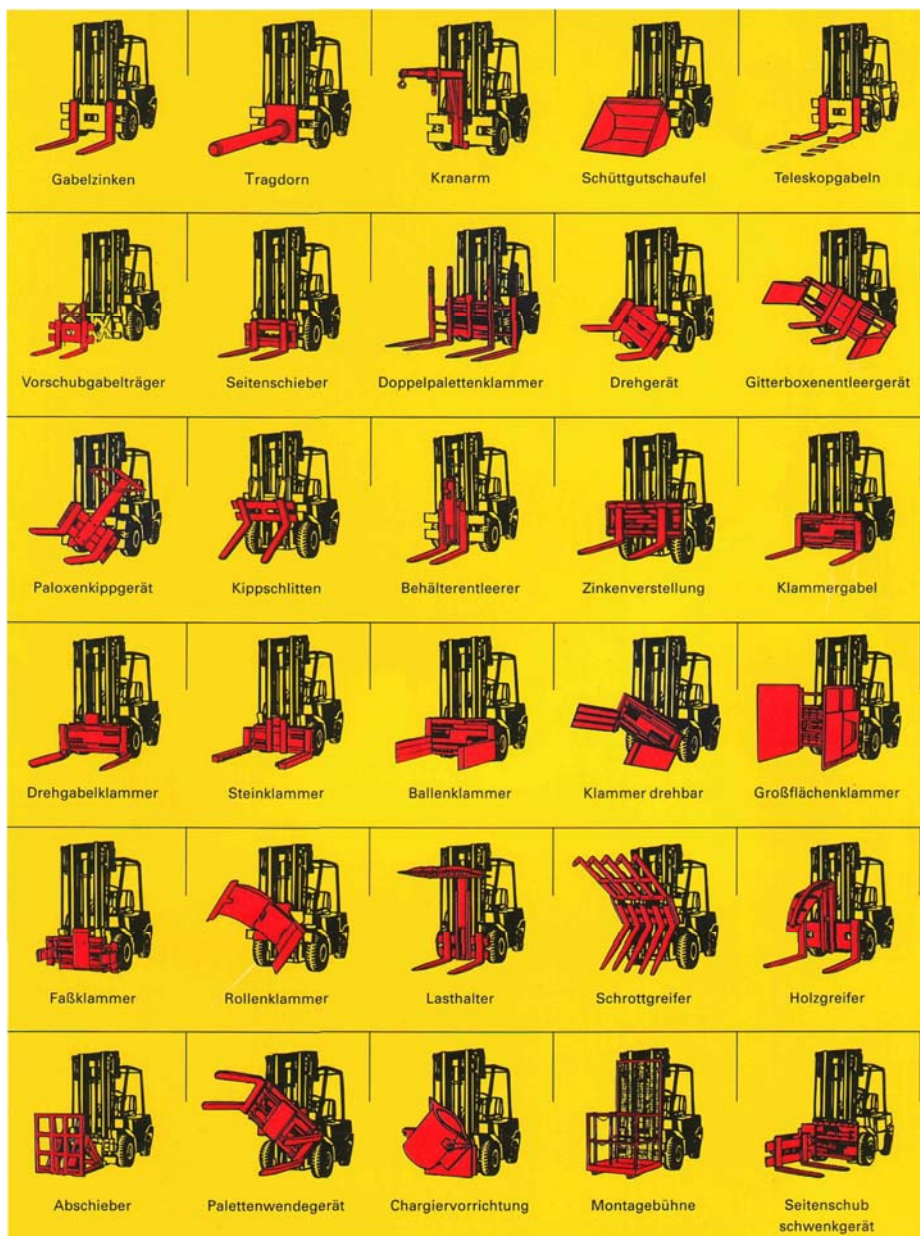
Prema namjeni, viljuškari se dijele na:

- transportne viličare,
- skladišne viličare,
- viličare za komisioniranje.

Na Slici 30. date su varijante rješenja zahvatnih naprava na viljuškarima



Slika 29. Neka od izvedbi zahvatnih naprava u primjeni [42]



Slika 30. Varijante rješenja zahvatnih naprava na viljuškarsima [16]

Uobičajeno je da složenija konstrukcija nameće i potrebu posebne obuke osoblja za korištenje, imajući u vidu da čeonil viljuškari obično imaju upravljane točkove na zadnjoj osovinil (u odnosu na osnovni smjer kretanja i položaj vozača) kao i moguće složene funkcije aktivnog zahvatanja/odlaganja.

Aspekt razvoja bezbjednosti rada viljuškara, s obzirom na njihovu izuzetno raširenu primjenu, je također veoma prisutan. Može se sresti niz rješenja u oblasti kako pasivne tako i aktivne bezbjednosti kod viljuškara. Najjednostavniji primjer je primjena sigurnosnih pojaseva,

zaštitnog rama i zatvorene kabine. Oni se postavljaju sa ciljem da u slučaju prevrtanja, pada i slično, vozač ostane vezan za sjedište, jer u suprotnom, kod ispadanja iz kabine može da bude prignječen viljuškarom. Danas su u ponudi i vazdušni jastuci. Toyota je razvila tzv. SAS sistem (sistem aktivne stabilnosti), koji redukuje mogućnost prevrtanja viljuškara u vožnji, Slika 31.



Slika 31. Primjer Toyota SAS sistema (System of Active Stability) [40]

#### 4.3. Trakasti transporteri

Zbog veoma velike proizvodnosti i relativno jednostavne konstrukcije, pouzdanosti i dr. široko su primjenjeni kao sredstvo unutrašnjeg trtransporta. Veliki broj mjesta primjene je doprinio nizu različitih rješenja i tehničko – tehnološke karakteristike ovih sredstava. Po pravilu su prisutni pri radu sa raznim rasutim materijalima, a veliku primjenu imaju i pri transportu relativno manjih komadnih materijala, Slika 32.

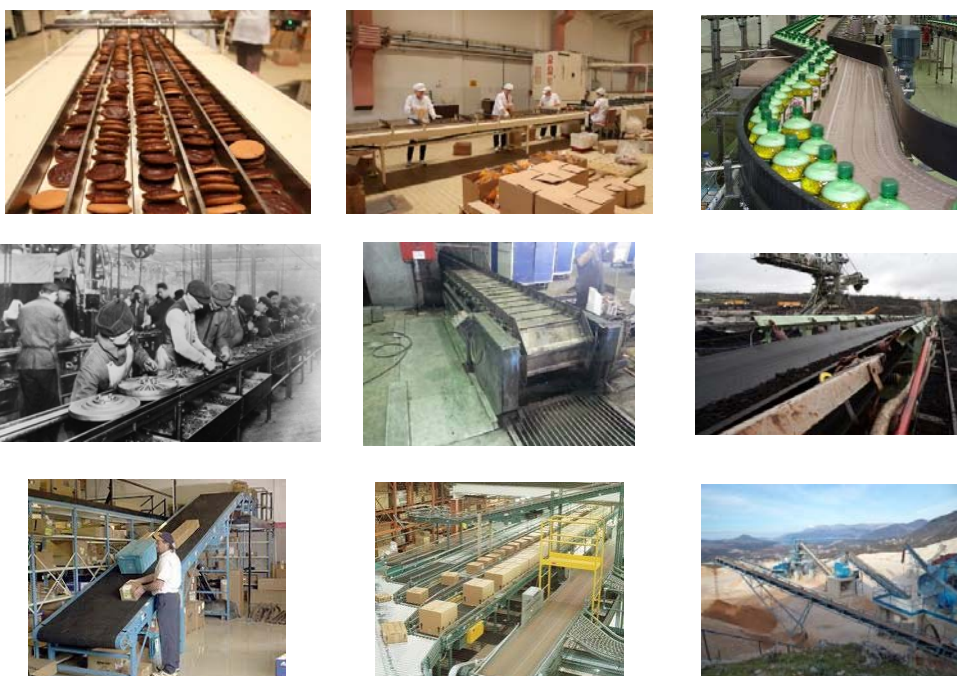


Slika 32. Primjeri izgleda i primjene trakastih transportera [45]

Izrađuju se različitih dimenzija, dužina transportnog puta, nagiba i dr. Trake se prave od različitih materijala, tipično sa oslonim valjcima različitih tipova. Pogon je obično elektromotorni, a niz tehničkih detalja zavisi od materijala, mjesta primjene, uslova rada i dr.

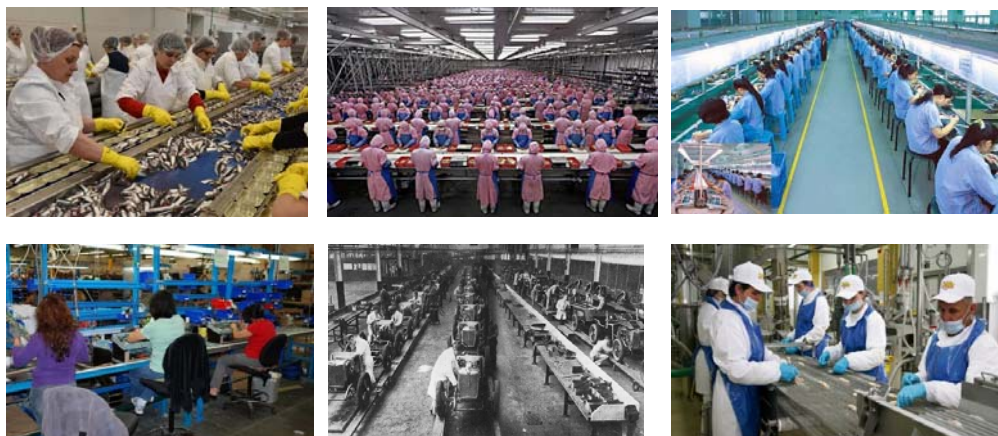
U zavisnosti od karakteristika pojavnog oblika materijala, mjesta nastanka/završetka transporta, mogu da se sretnu razna rješenja bazirana na primjeni trakastih transportera (TT). Tipično pretpostavljaju tokove materijala sa prostorno ustaljenim, kontinualnim, intenzivnim tokovima u dužem vremenskom periodu. Sa posebno konstruisanim pogonom, kretanje trake može da bude i reverzibilno, što značajno povećava fleksibilnost pri radu.

Mjesta primjene u našoj struci su veoma različita, u proizvodnim procesima, skladišnim sistemima, robno distributivnim centrima, itd, Slika 33. Zavisno od zadataka, mogu se primjeniti razne varijante TT – po dimenzijama, mogućnosti promjene mjesta rada, promjene dužine staze i dr.



*Slika 33. Mogući primjeri primjene trakastih transportera [46,47,48,49,50]*

U proizvodnim sistemima, zbog načina rada (kontinualno ili u taktu) pogodni su za primjenu u radno intenzivnim procesima, gdje je neophodan vremenski usaglašen rad na više (po pravilu sukcesivnih) radnih mjesta, Slika 34.



Slika 34. Primjeri primjene transportnih traka u intenzivnim procesima [48,50,51, 52]

Problemi koji mogu da nastanu zbog osjetljivosti gumene trake na djelovanje roba sa oštrim, grubim ivicama, se prevazilaze primjenom dugih materijala. Na Slici 35. su primjeri trake izvedeni u obliku pletene čelične i plastične mreže.

Kao atipično rješenje može se sresti tzv. magnetna traka (*engl. magnetic conveyor*), čime se rješavaju problemi transporta feromagnetnih roba pod većim uglom nagiba trase, pa čak i sa donje strane (povratnog dijela) transportera, Slika 35.



Slika 35. Primjeri trake izvedene od čelične mreže (lijevo) i magnetne trake (desno) [51]

Zbog potencijalnih opasnosti pri radu, na trakastom transporteru se po potrebi primjenjuju razni sigurnosni uređaji. Naprimjer, to su elementi između trake i same konstrukcije transportera, kao što su prekidači u slučaju “izlaska” trake iz pravca, sigurnosni prekidači, senzori, monitori brzine trake i dr., Slika 36.

Tipična rješenja ne podrazumijevaju mogućnost “skretanja” trase TT u horizontalnoj ravni, posebno kod kraćih trasa. Ovi problemi mogu da se riješe sa umetanjem segmenata na trasi TT.





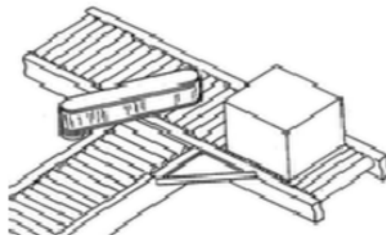
Slika 36. Primjena sigurnosnih uređaja na transportnim trakama [51]

Na Slici 37. je prikazan spiralni trakasti transporter firme JanTEC (*Spiral Belt Conveyor Power Turn*), sa mogućnosti kretanja u oba smjera. Njegovom primjenom se obezbjeđuje regulisano kretanje komada, za razliku od spiralnih gravitacionih kliznica/valjaka.



Slika 37. Transporter firme JanTEC sa mogućnošću kretanja u oba smjera [51]

Problem povezivanja / razdvajanja tokova materijala na željenim tačkama se realizuje, zavisno od vrste robe, pomoću elemenata za razdvajanje i spajanje tokova materijala, Slika 38.



Slika 38. Moguća rješenja povezivanja tokova materijala [51]

#### 4.4. Lančani transporter

U industrijskom i unutrašnjem transportu se primjenjuje kao sredstvo koje omogućava rad u teškim uslovima, sa gabaritnim i teškim teretima. Lanac (danas najčešće Galov lanac) kao radni organ se kreće po žljebovima – vođicama (kanalima), pri čemu se teret oslanja na lanac. Valjci Galovog lanca omogućavaju da se kretanje obavlja kotrljanjem, sa manjim otporima, Slika 39.



Slika 39. Skica lančanog transportera i izgled Galovog lanca [55]

Kretanje lanca se realizuje preko pogonske grupe (motor, reduktor, spojnica, kočnica, zupčanik). Brzina kretanja lanca je zavisna od tipa lanca, tereta i tehnologije rada. Po pravilu se radi o manjim brzinama. U praksi se sreću različite konstrukcije i namjene, Slika 40. Tipično, radi se o stabilnim postrojenjima, sa nosećim ramom koji se izvodi iz sekcija. Mogu se sresti i konstrukcije sa spiralnom putanjom. Time se omogućava savladavanje dužih nagiba u manjem prostoru.

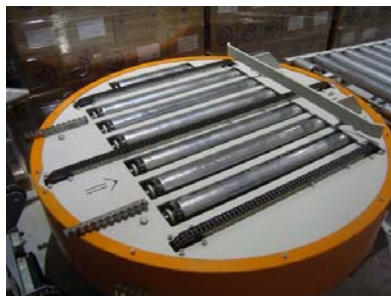
Veoma se efikasno koristi kao transport sredstvo za transport paleta. S obzirom na konstrukciju, znatno je manje osjetljiv na oštećenja paleta, nepravilan pod i sl., što može da onemogući kretanje palete na valjkastom transporteru. To je razlog njegove česte primjene, jasno kod kraćih rastojanja transporta.



Slika 40. Primjeri korištenja lančanih transportera [51,56,57]

Veoma se često koristi (u kombinaciji sa valjkastim transporterom) kao element za preusmjeravanje toka komadnih jedinica (mini load, kutija, paleta). Na Slici 41. je dat prikaz

varijanti tih rješenja. Primjene ovih transporterera sreću se kod specifičnih pojava oblika materijala. Fleksibilnost primjene je dovela do razvoja rješenja, koja omogućavaju prilagođavanje promjenama pojava oblika materijala, Slika 41 i Slika 42.



Slika 41. Primjer korištenja lančanih zajedno sa valjkastim transporterima [58,59]



Slika 42. Primjer korištenja lančanih transporterera za specifične oblike materijala [51,60]

#### 4.5. Valjkasti transporteri

Težnja ka otklanjanju nekih nepovoljnosti gravitacionih kliznica je rezultirala različitim rješenjima. Jedan je bio da se princip kretanja na bazi klizanja mijenja u kotrljanje. Ideja je da se na transportnom putu postave kotrljajući elementi na koje se oslanja teret (pogodnog oblika ili sa podloškom) čime se omogućava znatno lakše kretanje. Ovo je moguće i dejstvom gravitacije – primjenom odgovarajućih nagiba trase. Na horizontalnoj trasi, kod manjih masa tereta, kretanje je moguće pod dejstvom relativno malih (manuelnih) sila, Slika 43.



Slika 43. Primjeri primjene valjkastih transporterera u skladištima i industriji [61,62]

Koriste se za realizaciju zahtjeva u različitim djelatnostima – u raznim proizvodnim procesima, skladišnim sistemima, robno distributivnim centrima, itd. Za razliku od trakastih transporterata, mogu da se koriste u znatno težim uslovima rada – težine komada mogu da se kreću i do nekoliko desetina tona, da budu relativno oštih ivica, visoke temperature itd. Primjeri su teška industrija, valjaonice i dr.

Zavisno od zadataka, karakteristika transportnog zadatka, uslova rada i dr., mogu se primijeniti razne varijante valjkastih transporterata. Razvoj je doveo do niza različitih rješenja – po dimenzijama, nosivosti i vrsti kotrljajućih elemenata, mogućnosti promjene geometrije i dužine staze i dr. Valjkasti transporteri su, zbog svoje jednostavnosti, robusne konstrukcije, pouzdanosti i dr. prisutni u realizaciji raznih tokova unutrašnjeg transporta. Mjesto početka / završetka realizacije TZ može po potrebi da se prilagođava promjenama osnovne tehnologije, pri čemu je kretanje na jednom segmentu valjkastog transporterata obično u jednom smjeru.

Na mjestima promjene pravca se primjenjuju dodatna tehnička rješenja, koja rješavaju probleme u konkretnim zadacima (zavisno od karakteristika TZ), Slika 44. i Slika 45.

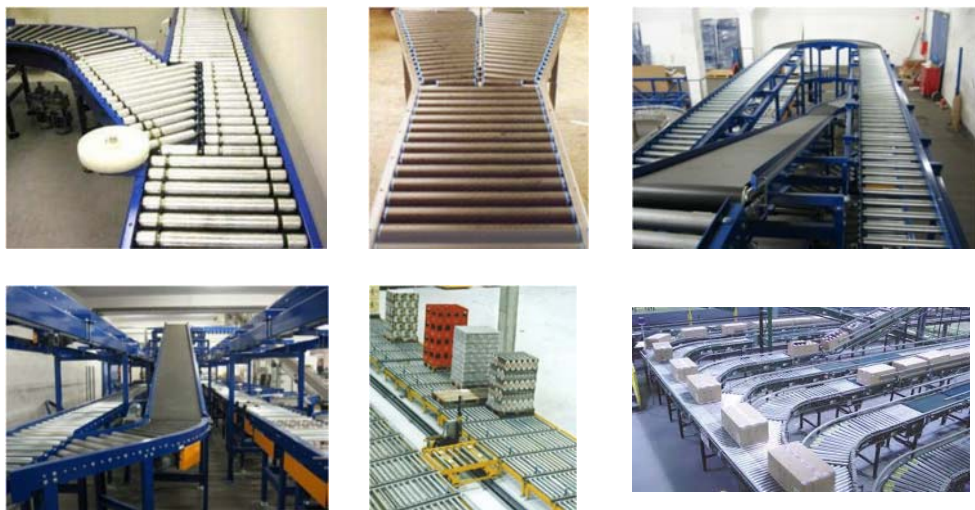


Slika 44. Varijante rješenja promjene pravca ili promjene visine transporta [51,60,61]



Slika 45. Varijanta sa obrtnim postoljem sa ugrađenim valjkastim transporterom [51]

Primjenjuju se razna rješenja pri spajanju, razdvajanju i kombinovanju tokova u jednoj tački na linijama sa valjkastim transporterima, Slika 46.



Slika 46. Primjeri rješenja pri spajanju, razdvajanju i kombinovanju tokova u jednoj tački

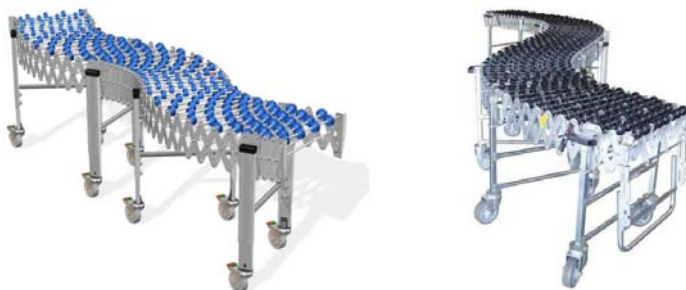
Moguća je primjena kombinovanja ulazno izlaznih tokova u jednoj tački na linijama sa valjkastim transporterima sa primjenom “transfer kolica” sa primopredajnim uređajem sa valjcima.

Ovako može da se realizuje sortiranje po pravcima, npr. kod cross dockinga, ili nekih drugih procesa. Za promjenu pravca i prilagođavanje uslovima rada, razvijen je niz rješenja koja u velikoj mjeri povećavaju fleksibilnost primjene valjkastih transportera, Slika 47.



Slika 47. Primjeri promjene pravca kretanja [51,64]

Varijante rješenja omogućavaju fleksibilnost i sa aspekta oblika, ali i dužine linije trase valjkastog transportera, Slika 48.



Slika 48. Primjer fleksibilnosti u pogledu dužine trase [65]

Za povezivanje / razdvajanje tokova materijala, kao i za manipulaciju robom na jednom mjestu rada, može se primijeniti veoma duhovito rješenje, koje omogućava slobodu kretanja tereta u bilo kom smjeru u horizontalnoj ravni. To se ostvaruje sa specijalnim nosačem sa sferno raspoređenim “valjcima”, a sam nosač može da rotira oko jedne ose, Slika 49. [51]



Slika 49. Primjeri rješenja za manipulaciju robom na jednom mjestu rada [51]

Veoma efikasno realizuju zadatke “nakupljanja” (pufèrisanja) roba u raznim procesima. Varijante ovih rješenja su također različite, a na slici je i primjer sa korištenjem visine i spiralne noseće konstrukcije, Slika 50.



Slika 50. Primjeri korištenja spiralnih transportera kao pufèra [66,51]

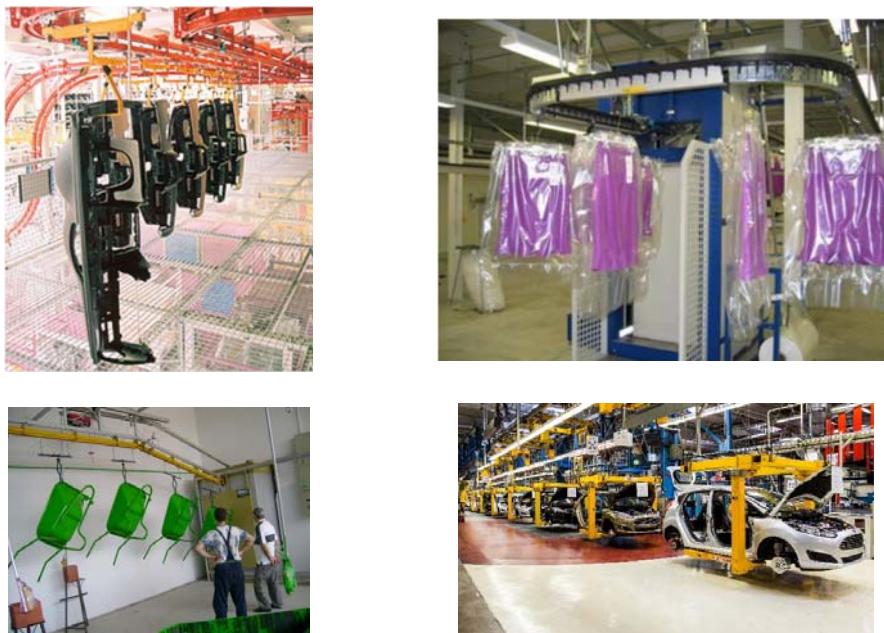
Za upravljanje tokom na “saobraćajnici” obično se koriste razni uređaji za kontrolu protoka, usporavanje i zaustavljanje kretanja jedinica tereta, Slika 51.



Slika 51. Primjeri korištenja uređaja za kontrolu i usporavanje i zaustavljanje [51,67]

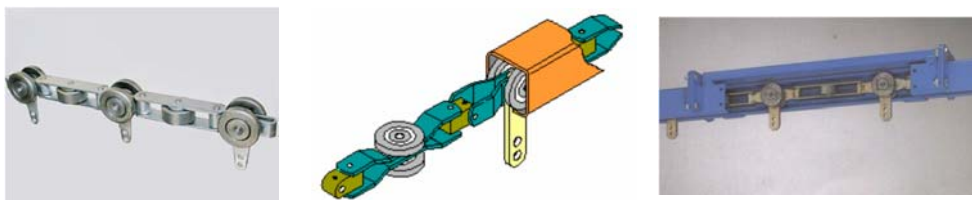
#### 4.6. Konvejeri

Može se reći da je primjena konvejera tipična za velikoserijsku i masovnu proizvodnju. Za razliku od prethodnih sredstava sa kontinualnim dejstvom (kliznice, TT, valjkasti), svojim osnovnim tehničkim rješenjima omogućavaju savladavanje nagiba – viseći konvejeri mogu da koriste treću dimenziju (visinu) za razvijanje “saobraćajnog puta” – mreže, Slika 52.



*Slika 52. Različiti primjeri mogućnosti primjene konvejera [51,68]*

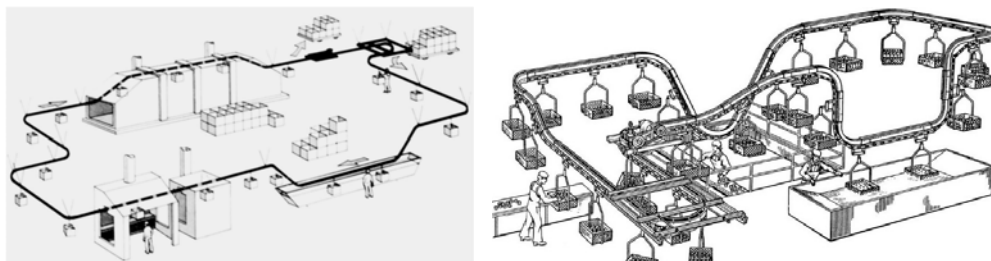
Pri tome, ostvaruje veoma veliku proizvodnost, a regulisanjem brzine se omogućava usaglašavanje kretanja sa taktom rada na radnim mjestima koje spaja linija konvejera, Slika 53.



*Slika 53. Mogućnost usaglašavanja takta [51]*

Veliki broj mjesta primjene je generisao niz različitih rješenja vezano za tehničko – tehnološke karakteristike. Po pravilu su prisutni pri radu sa komadnim materijalima. Transportni putevi su različitih konstrukcija, oblika, dužina, nagiba i dr. Jedna od podjela je po tipu transportnog puta, a po tome se dijele na viseće i hodajuće, opet uz razne varijante podtipova.

Kod klasičnih konstrukcija visećih konvejera, kolica koja nose teret se kreću po šinskoj stazi i međusobno su povezani lancem ili nekim drugim elementom veze koja prenosi silu za kretanje, Slika 54. Pogonska sila se dobija u pogonskoj stanici, koja uobičajeno ima pogonski motor, reduktor, spojnicu, kočnicu i elemente za upravljanje.

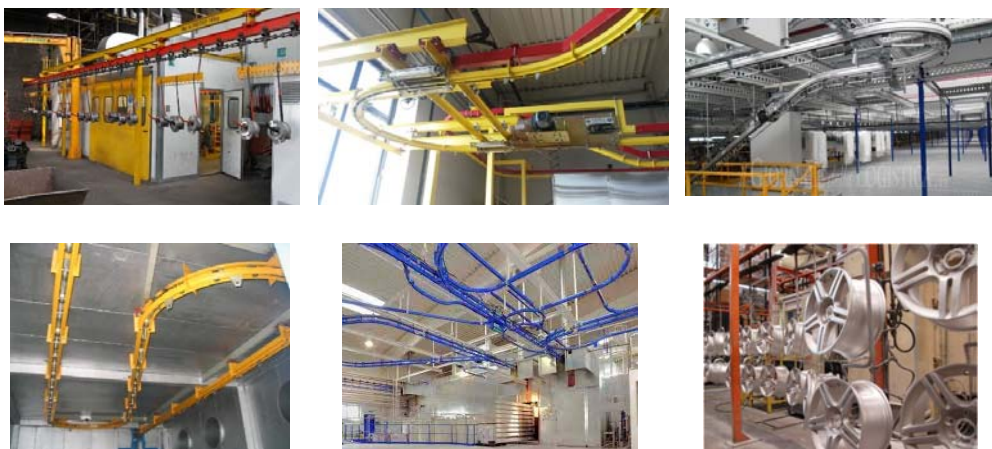


Slika 54. Primjer promjene ravni kod primjene konvejera [51]

Mreža saobraćajnica može da bude izvedena u rasponu od veoma jednostavnih oblika (npr. zatvorena jednostruka linija konvejera), do veoma kompleksnih mreža. Jasno, pri tome se koriste posebni sistemi pogona i upravljanja kretanjem kolica po šinama, Slika 55.

Na Slici 54. je prikazana tehnološka linija za anti-korozivnu zaštitu, u kojoj je konvejer sredstvo za realizaciju svih kretanja materijala, a brzina kretanja usaglašena sa trajanjem operacija.

Na Slici 54. (desno) je prikazan primjer kompleksne konvejerske mreže linija, čija putanja odgovara neophodnim kretanjima materija (od mjesta nastanka do mjesta završetka zahtjeva). Pri tome se, jasno, koriste odgovarajući sistemi pogona i upravljanja kretanjem kolica po šinama.



Slika 55. Primjeri saobraćajnica, promjene pravca kod primjene konvejera [51,68,69]

Kod transporta pozicija većih težina koristi se kačenje nosećeg uređaja na dvojna ili više kolica. Kada se transportuju teži komadi, to može da iskomplikuje noseću konstrukciju. Tada mogu da se primjenjuju rješenja, gdje se staza postavlja na pod objekta, uz primjenu različitih vrsta pogona, Slika 56.

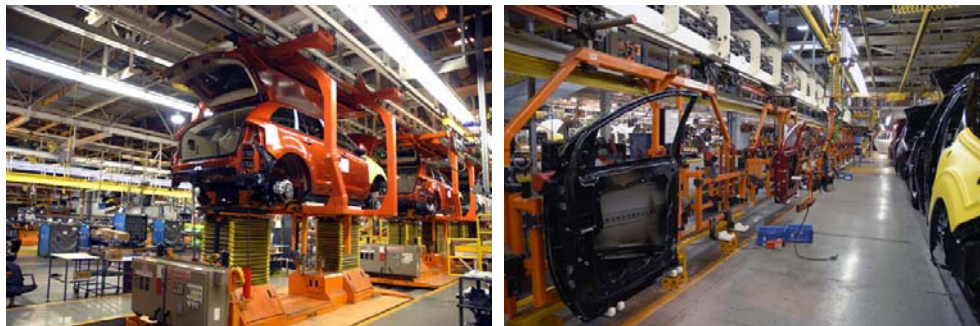




*Slika 56. Primjer kačenja težih pozicija na dvoja ili više kolica i primjer postavljanja staze na pod objekta [51]*

U cilju povećanja fleksibilnosti, u praksi su veliku primjenu našli tzv. Power&Free (P&F) konvejeri. Posebna konvejerska linija je namijenjena pogonu, a posebna nošenju tereta. Kod kolica za teret u ovom rješenju nema fiksne veze između susjednih kolica, već je konstrukcijom omogućen veliki stepen autonomije kretanja – kolica se na željenom mjestu izdvajaju / uvode u liniju i dr.

Najnovija rješenja se izvode u obliku autonomno vođenih kolica, kao kod visećih prenosilica, pri čemu svaka kolica imaju sopstveni (autonomni) pogonski uređaj, Slika 57. Pored staze se ugrađuje “linija” sa kontaktnim vodovima preko kojih se autonomna kolica snabdijevaju energijom, a također se ovim vodovima prenose upravljačke komande. Interesantno je da se u literaturi često sreću radovi gdje se navodi da se ova, a i P&F varijanta rješenja pokazuje u nekim slučajevima kao konkurentna AGV sistemima.

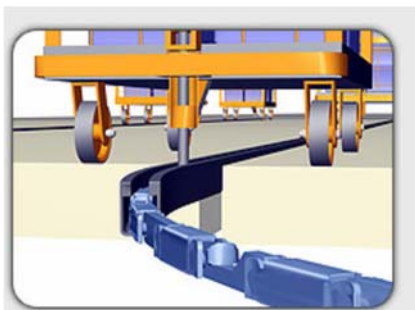


*Slika 57. Primjer primjene Power&Free tehnologije u autoindustriji [70]*

Kolica se izvode zavisno od pojava oblika robe i njenih karakteristika. Ovdje se može sresti veoma širok spektar rješenja, zavisno od tipa industrije i dr.

Varijante ovog tipa konvejera se mogu sresti u nizu industrija, a posebno na linijama montaže vozila i sličnim procesima.

Na Slici 58. je dat prikaz varijante sa vučnim organom ugrađenim u pod. Time se lakše rješavaju problemi sa kretanjem težih pozicija, ali se “zauzima” površina pogona.



Slika 58. Varijanta sa vučnim organom ugrađenim u pod [51]

Kod ovih transporterera promjena mreže saobraćajnica zahtijeva značajne investicije i vrijeme – po tom kriterijumu je nefleksibilna. Izgradnja/rekonstrukcija zahtijevaju detaljne tehnokomske analize. Na Slici 59. data je varijanta sa automatskim vođenjem.



Slika 59. Varijanta primjene konvejera sa autonomnim vođenjem

#### 4.7. Gravitacioni transporter

Ako između mjesta utovara i istovara postoji odgovarajuća visinska razlika, za realizaciju prostorne promjene nije neophodna mehanička energija već se može iskoristiti sila gravitacije.

*Gravitacioni transporter se izvode sa pravom ili prostornom (spiralnom) stazom.* Kombinovanjem različitih tehničkih elemenata relativno jednostavno se mogu izvesti gravitacione transportne staze složene strukture sa spajanjem i razdvajanjem transportnih staza preko skretnica i sa automatskim upravljanjem.

##### 4.7.1. Klasifikacija gravitacionih transporter

- pravolinijska kliznica,
- spiralne kliznice,
- gravitacione vertikalne cijevi,

- pneumatska,
- valjkasti transporteri.

#### 4.7.2. Pravolinijske i spiralne kliznice

Predstavljaju najprostiji oblik gravitacionih transportera i sastoje se od oluka, koji se izrađuje od čeličnog lima i drugih pogodnih materijala (u zavisnosti od vrste materijala koji se njima transportuje).

Prema obliku putanje mogu da budu prave ili spiralne, Slika 60. i 61., a koriste se za masovni transport i komadne i rasute robe. Oblik presjeka oluka je obično trapezni, polukružni, eliptični ili paraboličan. Spiralni gravitacioni transporteri se koriste za transport osjetljive robe, pri čemu vladaju ograničeni uslovi za realizaciju kliznih kanala, a potrebno je da se savlada veliko visinsko rastojanje. Za transport komadne i rasute robe, koja nije prašinstava, koriste se otvorene kliznice, dok se za transport prašinstave robe koriste spiralne kliznice smještene u cijev relativno velikog prečnika.



Slika 60. Pravolinijske kliznice i njihova primjena [70,71,72]



Slika 61. Spiralne kliznice i njihova primjena [73,74,75]

#### 4.7.3. Gravitacione cijevi

U kliznice se svrstavaju i gravitacione cijevi i one se koriste za transport robe koja nije osjetljiva na udare (tj. robe kod koje usitnjavanje ne dovodi do promjena kvaliteta). Oblik presjeka gravitacionih cijevi je ili krug ili pravougaonik. Regulacija brzine kod gravitacionih cijevi, koje savlađuju veliko visinsko rastojanje se vrši ugradnjom tzv. stepenica (kolizione ploče u koje materijal udara prilikom pada i tako smanjuje brzinu).



Slika 62. Gravitacione cijevi [51,76,77]

#### 4.7.4. Pneumatske kliznice

Pneumatske kliznice su specifičan oblik gravitacionog transportera kod koga se, zbog smanjenja trenja između kliznice i tereta, formira vazdušni film, Slika 63. Zahvaljujući filmu vazduha materijal lebdi, tako da je pri nagibu od 2 do 18% komponenta gravitacione sile dovoljna da savlada otpore kretanja materijala. Pneumatskom kliznicim se mogu transportovati prašnasti i suhi sitnozrnasti materijali ujednačene krupnoće.

Kliznica se sastoji od zatvorenog oluka koji je podijeljen poroznom pregradom od: porozne keramike, porozne gume, sinter metala, tkanine ili plastike. U donju komoru se uduvava vazduh (obično preko kompresora sa rotacionim klipovima, od 1,03 do 1,08 bar apsolutnog pritiska), koji struji kroz poroznu pregradu na kojoj leži materijal.

Klizne staze imaju obično koritast profil koji može biti:

- trapezni,
- polukružni,
- eliptični,
- paraboličan.

Kliznice se izrađuju od čeličnog lima velike tvrdoće, a koristi se također liv i tvrdo drvo. Gornja površina kliznice treba da bude veoma glatka, da bi se smanjio otpor kretanja i oštećenje robe. Kod abrazivnih materijala (uglja, rude, livenih dijelova i dr.) klizna površina se oblaže bazaltom.

Obloga kliznice u rudnicima kamenog uglja do obnavljanja može da izdrži transport do dva miliona tona. U prehrambenoj industriji za oblaganje i izradu kliznica koristi se plastika i polietilen.

Komadna i rasuta roba koja nije prašnasta transportuje se otvorenim koritastim kliznicama sa stubom u centru, a za prašnastu robu koriste se spiralne kliznice smještene u cijev relativno velikog prečnika. Njima se može ostvariti (kod transporta vreća, kutija) kapacitet i do 2000 jedinica na čas, a kod transporta rasute robe sa spiralnim kliznicama smještenim u cijev kapacitet od 200 do 500 t/h.



Slika 63. Pneumatske kliznice [51]

#### 4.7.5. Primjena, dobre i loše osobine

Gravitacione kliznice su veoma jednostavne konstrukcije, ne zahtijevaju intenzivno tehničko održavanje, ne troše mehaničku energiju i kao takve predstavljaju sa ekonomskog stanovišta veoma jeftino pretovarno sredstvo. Zbog toga nalaze široku primjenu u svim privrednim oblastima kao sredstvo za transport i formiranje pufera (bafera) robe.

Osnovni nedostatak gravitacionih transportera je otežano precizno regulisanje brzine kretanja materijala, što može da ima za posljedicu oštećenje robe, kao i habanje klizne površine.

#### 4.8. Prikolice i vučna vozila

Vučna vozila su po pravilu neodvojiva od korištenja prikolice. Često se takva kombinacija i naziva vučni voz. Za kretanje prikolice(a) se koriste različita vučna sredstva, od tipičnih tegljača, pa do korištenja uobičajenih transportno – manipulativnih sredstava. U praksi to mogu biti kamioni, viljuškari, bageri, i dr. Kao što je napomenuto kod prikolice, sreću se razna rješenja tegljača (mada relativno manji broj), Slika 64.

Razlikuju su po:

- tipu/snazi motora za pogon (elektro/SUS), Slika 64.,
- broju i tipu točkova,
- konstrukciji samog vozila.



Slika 64. Primjeri vučnih vozila, prikolice i tereta na njima [76,78]



*Slika 65. Elektro tegljač firme MAFI, koja nudi širok spektar rješenja u ovoj oblasti [51]*

Često se ova vozila izvode u varijanti sa tovarnim prostorom (karete), koje kao takve mogu da se koriste i kao “solo” vozila, a po potrebi i za vuču prikolica. Tehno – eksploatacione karakteristike se određuju (usvajaju) zavisno od uslova rada, saobraćajnica, specifičnosti i/ili ograničenja na transportnom putu. Jedna od bitnih informacija kod izbora sredstava je manevarska sposobnost – u funkciji ovih parametara se određuju elementi / ograničenja puta kojim se kreće ovakvo vozilo.

Jasno, kod vuče prikolica problem širine transportnog puta je znatno složeniji i po pravilu zahtijeva odgovarajuće eksperimente i mjerenja. Na Slici 66. i 67. su dati prikazi “težih” kategorija vučnih vozila. Primjeri su vezani za korištenje prikolica prilagođenih zahvatu sa “labudovim” vratom. Za teške terete i velike prikolice se koriste i vučna vozila posebnih karakteristika.



*Slika 66. Primjeri rješenja prikolica za “labudov vrat” i vozila tegljača [79,80]*

Saobraćajnice su uglavnom izvedene kao klasični putevi ili šinske staze. Pri korištenju u međupogonskom transportu se veoma često zahtijeva odgovarajući režim upravljanja saobraćajem na mreži (zbog dimenzija, masa, nekada teške/otežane upravljivosti i dr. ).

Za praktična rješenja interesantno je da se i klasična drumska teretna vozila (kamioni) i prikolice veoma uspješno koriste za ove zadatke.

Posebno olakšavajuća okolnost kod njihove primjene je rad u relativno izolovanom (fabričkom ili drugom) kompleksu. Uslijed toga, nisu “na snazi” uobičajeni zahtjevi prisutni za teretna vozila u javnom saobraćaju (registracija, osiguranja, takse, ...).

Po pravilu, dosta osoblja iz transportne službe posjeduje odgovarajuću dozvolu za njihovo korištenje. Problem u svakodnevnoj praksi može biti regulisanje saobraćaja (prije svega ograničenja brzine u fabričkom krugu), poštovanje internih propisa iz ove oblasti, adekvatna signalizacija i dr.



*Slika 67. Primjer korištenja Mercedesovog višenamjenskog vozila UNIMOG*

#### **4.9. AGV – Automatski vođena vozila (Automated Guided Vehicles)**

Kod rada niza sredstava sa cikličnim dejstvom, u velikoj mjeri je značajan uticaj ljudskog faktora na efikasnost i tačnost rada tokom realizacije pojedinih dijelova ciklusa. To utiče kako na vrijeme (dijelova i/ili cijelog) ciklusa, tako i na pouzdanost rada, raspoloživost sredstava, nivo grešaka u radu, bezbjednost i dr.

Iz tog razloga su se tražila rješenja koja mogu da redukuju ili eliminišu ovaj uticaj. Jedan od pravaca je rezultirao danas već relativno širokim spektrom sredstava sa automatskim upravljanjem, Slika 68.

Počeci ovih rješenja su se javili još početkom 50-tih godina XX vijeka. Prva rješenja su primjenjivana kod vučnih vozila sa prikolicama, kao alternativa za realizaciju transportne funkcije vozilima sa vozačima, prije svega u procesnom transportu.



*Slika 68. Primjeri AGV vozila [81,82,93]*

Može se reći da uvođenje automatski vođenih vozila predstavlja jedan od najznačajnijih kvalitativnih pomaka u automatizaciji transportnih operacija u proizvodnji, na montažnim linijama, skladištima, robno – transportnim centrima, bolnicama i terminalima. Shodno ovakvom spektru mjesta primjene i ulozi, danas obuhvataju široku familiju različitih tehnoloških – eksploatacionih rješenja.

U literaturi se obično navode neke od sljedećih tipičnih prednosti sistema sa automatski vođenim vozilima, kao što su [51]:

- značajna fleksibilnost u promjeni transportne putanje kao i u pogledu prilagođavanja zahtjevima,
- relativno jednostavna ugradnja, posebno kod varijanti baziranih na rješenjima upravljanja na mreži bez zahtjeva za ugradnjom fiksne opreme (radio upravljanje, lasersko navođenje i dr. ),
- relativno jednostavno povećanje transportnog kapaciteta uvođenjem novih vozila, odnosno mogućnost optimalnog prilagođavanja stvarnim potrebama,
- smanjivanje oštećenja robe,
- znatno humaniji uslovi rada, naročito na montažnim linijama i u uslovima rada sa prisustvom raznih opasnosti,
- obezbjeđenje automatskog upravljanja u svim procesima proizvodnih, skladišnih i dr. sistema kao i mogućnost direktnog povezivanja sa kompleksnim informacionim sistemima,
- podizanje organizacije na znatno viši nivo,
- radikalno smanjenje broja zaposlenih,
- neosjetljivost sistema na dužinu radnog vremena i broj smjena.

#### **4.9.1. Vozilo kao komponenta AGV sistema**

Pri razvoju rješenja AGVS jedan od njegovih osnovnih elemenata je vozilo koje realizuje zahtjeve. Različiti tipovi transportnih, kao i ostalih zadataka koje ovaj sistem realizuje uslovlili su da se razvije relativno veliki broj vrsta vozila, prilagođenih pojavnom obliku tereta ili usaglašeni sa uslovima rada i drugim karakteristikama/obilježjima zahtjeva koji se izvršavaju.

Klasifikacija AGVS vozila može se realizovati na veliki broj načina, što se lahko uočava u literaturi. Tipično se obavlja prema funkcionalnim karakteristikama, odnosno obliku zadataka koje AGVS vozila realizuju.

Sa ovog aspekta automatski vođena vozila se mogu klasifikovati u sljedeće grupe:

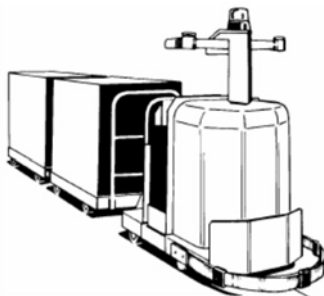
- traktori,
- paletna kolica,
- transportna vozila,
- specijalna vozila.

#### **4.9.2. AGV – traktori (tegljači)**

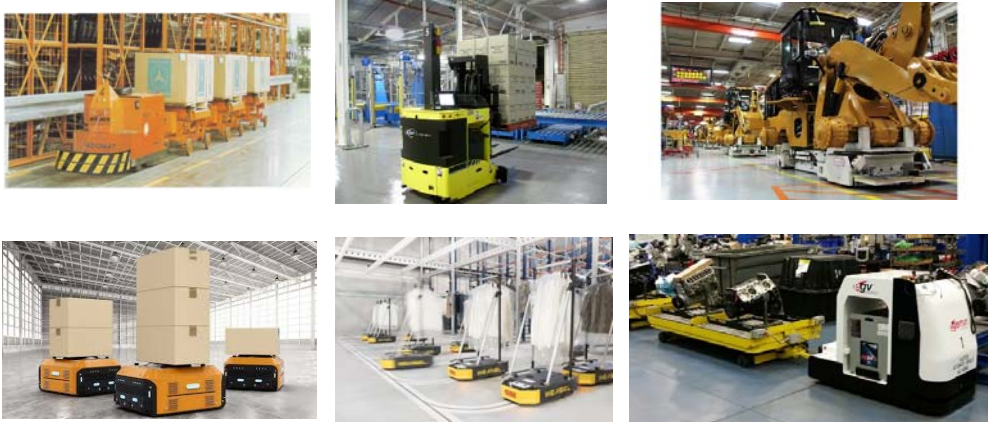
Za uobičajenu primjenu u procesnom transportu izrađuju se sa elektrobaterijskim pogonom. U slučajevima kada se ovaj tip vozila koristi na otvorenim površinama primjenjuje se i hibridni pogon, tj. kombinovanje elektro – baterijskog sistema sa dizel motorom. Jasno je da hibridni



pogon zahtijeva manji kapacitet baterija. AGVS vozila koja su konstruisana u obliku traktora, namijenjena su po pravilu vuči više prikolica, Slika 69. Nosivosti prikolica su obično do 1 – 2 t, a mogu, zavisno od mjesta primjene biti i veće. Na Slikama 70. i 71. dati su primjeri primjene AGV vozila.



Slika 69. Skica vučnog AGV traktora [51]



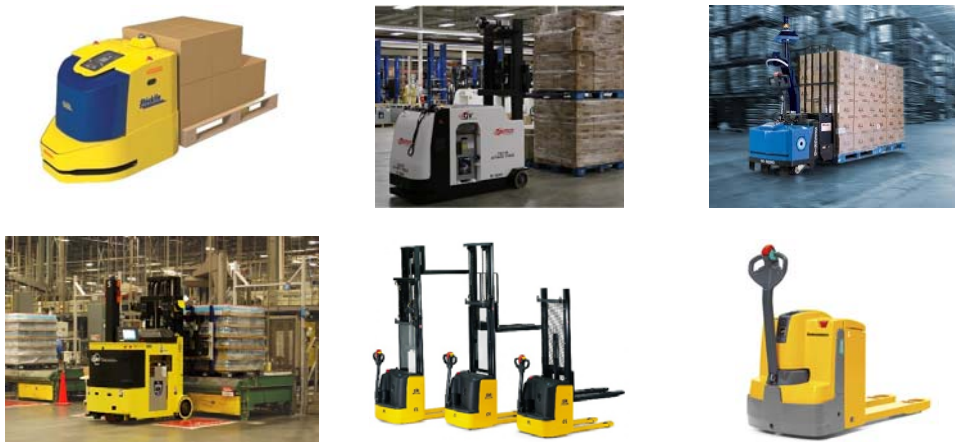
Slika 70. Neki primjeri primjene AGV – traktora (tegljača) [84,85,86,87]



Slika 71. Primjer primjene AGV na otvorenom – međupogonski transport, terminali, DC i dr. [88, 89, 90,91,92]

#### 4.9.3. Paletna kolica

Automatski vođena paletna kolica konstruisana su najčešće tako da prenose jednu paletnu jedinicu, a mogu se sresti i sa produženim viljuškama, koje obezbjeđuju prihvatanje dvije paletne jedinice. Nosivost ovog tipa vozila najčešće je između 15 i 20 (kN), Slika 72.



Slika 72. Primjeri paletnih kolica sa i bez terete [93,94,95,96]

Savremena rješenja imaju veliku autonomiju rada, zahvatanja, odlaganja i dr., što je rezultat razvoja IT rješenja i podrške upravljanju ovih uređaja, kao što je prikazano na Slici 73.

Ove mogućnosti su u velikoj mjeri rezultat razvoja IT rješenja i podrške upravljanju ovih uređaja.



Slika 73. Paletna kolica sa automatskim zahvatanjem tereta [51]

#### 4.9.4. Transportna vozila

Ovaj tip vozila predstavlja autonomne jedinice koje su namjenjene prvenstveno transportu jedinica tereta u uslovima značajno ograničenog prostora i u uslovima kada je neophodno izvršiti njihovu integraciju sa nekim drugim procesom (naprimjer proizvodnim).

AGV transportna vozila nisu osposobljena za zahvatanje tereta sa nivoa poda, već se za

zahvatanje/odlaganje koriste razna rješenja. Neka od ovih rješenja, sa prikazom principa rada, su predstavljena na Slici 74.



Slika 74. AGV transportna vozila [94,95]

Spektar ovih rješenja, shodno mogućim varijantama povezivanja, usaglašeni sa karakteristikama zahtjeva/zadataka je veoma širok. Kada je procese zahvatanja neophodno realizovati podizanjem i spuštanjem jedinice tereta, ispunjavanje ovakvih zahtjeva se najčešće realizuje opremom koja se nalazi na mjestu zahvatanja / odlaganja.

#### 4.9.5. Specijalna vozila

Specijalna vozila se zasnivaju na istim konstruktivnim rješenjima kao i prethodno opisana vozila. Razlika je u adekvatnom prilagođavanju specifičnim oblastima primjene. U ovu grupu se može svrstati veliki broj vozila, ali se mogu uočiti tri karakteristična razvojna trenda:

- vozila sa specijalnim elementima transporta,
- vozila sa teleskopskim i drugim konstrukcijama viljuški,
- vozila sa mogućnošću integracije u proizvodne / montažne linije, Slika 75.

Vozila sa *specijalnim elementima transportera* obezbjeđuju direktnu vezu sa transportnim sredstvima kontinualnog dejstva kao i sa stanicama različitih tipova, koje su opremljene elementima nekog tipa transportera.



Slika 75. Specijalna vozila [97,98,99]

#### 4.10. Dizalice

Dizalice služe za zahvatanje, dizanje, prenošenje, spuštanje i odlaganje rasutog, sipkog, komadnog i integriranog tereta. Za obavljanje operacija koriste kuke različitih dimenzija i tipova na koje mogu biti ovješeni različiti alati, ovisno o namjeni. Dizalice mogu zahvatati teret izravno u/iz skladišta ili transportnog sredstva i prenositi ga na dohvat drugih sredstava unutarnjeg transporta i skladištenja, tj. izravno u skladišta ili transportna sredstva. Prema konstrukcijskim oblicima i načinu kretanja dijele se u dvije skupine: kranske dizalice (s krakom) i mosne dizalice. Kranske dizalice predstavljaju skupinu dizalica koje se sastoje od temeljne metalne konstrukcije i metalnog kрана. Konstrukcija može biti postavljena na čvrstu zidnu ili podnu podlogu, na kolica, ploveći objekt i metalne gusjenice. Kranske dizalice mogu se kretati po posebno ugrađenim i uređenim kolosijecima te skladišnim i vodenim površinama. [104] Za podizanje, spuštanje i ostale radnje rukovanjem tereta koriste se čeličnim užetima. Prema upotrebnim mogućnostima dijele se na:

- ugrađene ili fiksne kranske dizalice,
- mobilne ili pokretne kranske dizalice (građevinske pokretne dizalice i lučke pokretne dizalice),
- posebne ili pokretne kranske dizalice (auto – dizalice i plovne dizalice) [104].

Jednostavnost, pouzdanost u radu, mali zahtjevi za održavanjem, fleksibilnost i druge karakteristike su ih učinile široko prisutnim transportno – manipulativnim sredstvom, kako (skoro tipičnim) u industriji, tako i u drugim djelatnostima (luke, transportni centri, skladišta...).

##### 4.10.1. Mosne dizalice

Mosne dizalice (Slika 76.) predstavljaju skupinu dizalica metalne konstrukcije, koja ima oblik mosta s jednim ili dva vertikalna oslonca/nosača. Posjeduju mobilna kolica na elektro – motorni pogon s kukom na čeličnim užima ili drugim uređajem za zahvatanje, dizanje, prenošenje, spuštanje i odlaganje tereta te imaju kabinu za vozača s odgovarajućim uređajima za rukovanje dizalicom. Koriste se za uzdužno i poprijeko prenošenje tereta. Mosne dizalice su, kako je navedeno, u velikoj mjeri primjenjene u industrijskom, pretežno procesnom transportu, ali i drugim djelatnostima (skladišta, pretovarni frontovi...). Sreću se, zavisno od uslova, ograničenja i dr. razna rješenja vezana za vrstu mosta, raspon, nosivost, konstrukciju, način upravljanja...

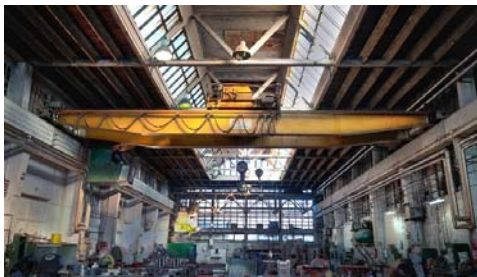
Osnovna razlika u odnosu na prethodna sredstva je u tome što pri realizaciji transportnog zadatka ne zahtijevaju angažovanje drumskih saobraćajnica, već koriste “treću” dimenziju – visinu. Predmet transporta – manipulacije, zahvaćen na mjestu nastanka transportnog zadatka, se podiže na potrebnu visinu (iznad radnih mjesta, odloženih materijala i dr.) i potom “kroz vazduh” otprema do mjesta završetka realizacije transportnog zadatka.

U prostoru koji opslužuje, po pravilu moguć je prilaz bilo kojoj tački u cilju zahvatanja / odlaganja tereta. Ovaj prostor je određen tehno – eksploatacionim parametrima – visinom šinske staze, konstrukcijom / položajem mosta / kolica i varijantom zahvatne naprave i vrstom tereta.

Po pravilu se saobraćajnica – šinska staza postavlja na oslonce, koji su izvedeni na nosećim elementima objekta, obično stubovima. Na taj način, bilo koja tačka u prostoru “ispod” dizalice je pristupačna u cilju opsluživanja – pristupa zahvatnog uređaja.

U zavisnosti od nosivosti, tipa objekta i drugih ograničenja, može se primijeniti i rješenje “vješanja” noseće staze na krovnu konstrukciju objekta. Ovim pristupom može u znatnoj mjeri da se redukuje potrebna “svjetla” visina objekta. Jasno, konstrukcija zidova i krova (krovnih nosača) mora biti adekvatno projektovana za ova opterećenja.

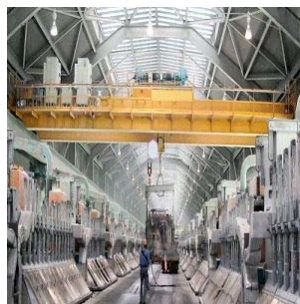
Konstrukcija mosta dizalice (kao nosećeg dijela) je tipično izvedena kao dvogredna ili jednogredna. Jasno, u praksi se mogu sresti razne podvarijante konstruktivnih rješenja.



a) Dvogredna mosna dizalica



b) Jednogredne mosne dizalice



c) Primjeri mosnih dizalica u radu

Slika 76. Primjeri mosnih dizalica [100, 101, 102,103]

Praktično posmatrano, postavlja se problem kako omogućiti rad više dizalica u jednom prostoru, što može da slijedi kao zahtjev iz procesa utvrđivanja potrebnog broja dizalica (kada je taj broj veći od 1), Slika 77. Ovdje su data neka rješenja:

Više dizalica na jednoj stazi izaziva problem je upravljanje saobraćajem na “mreži” gdje je moguće njihovo međusobno ometanje.



Slika 77. Rad više mosnih dizalica na istim kranskim stazama [104]

Kod rada više dizalica na jednoj stazi problem ometanja dizalica može da se riješi u principu na nekoliko načina [104]:

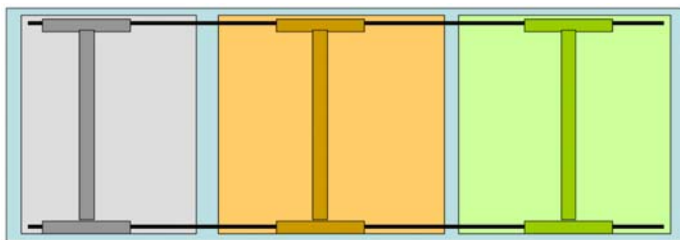
1. Formiranjem prostornog rasporeda radnih mjesta u posebne “zone” sa tehnološki povezanim aktivnostima, pri čemu će isključivo jedna dizalica realizovati zahtjeve u jednoj “zoni”. Ovim se eliminišu zahtjevi za kretanjem materijala između ovakvih “zona”, a time i ometanje dizalica. Slika 78.;

2. Kada se i pored formiranja “zona” ne može izbjeći kretanje materijala iz jedne u neku drugu “zonu”, problem može da se riješi “sklanjanjem” dizalice(a) koje se mogu naći na putu dizalice koja realizuje zahtjev (oslobađanje puta, Slika 79).;

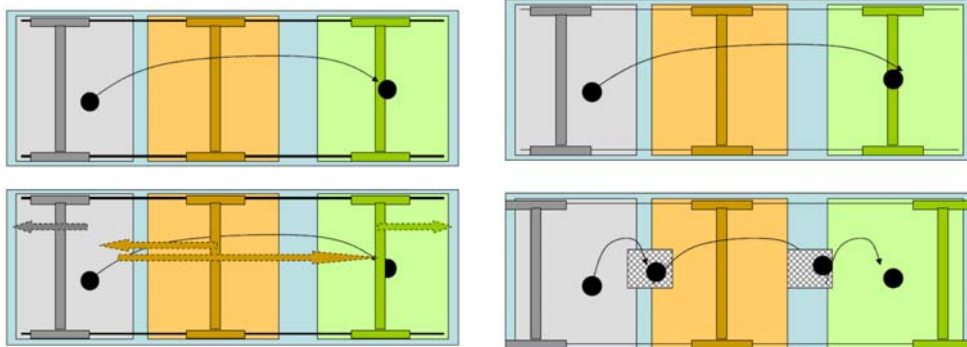
Ovakvo upravljanje mora da se analizira sa aspekta obima umanjjenja rada dizalica koje se “sklanjaju” – odnosno povećanja učesća vremena njihovog “prinudnog” stajanja.

3. Kada je neophodno kretanje materijala iz jedne u neku drugu “zonu”, problem može da se riješi metodom primopredaje tereta (princip “štafete”), a dizalica u “svojoj” zoni obavlja parcijalni zadatak. Ovakvo upravljanje zahtjeva novu pufernu površinu za primopredaju tereta između susjednih zona, Slika 80.

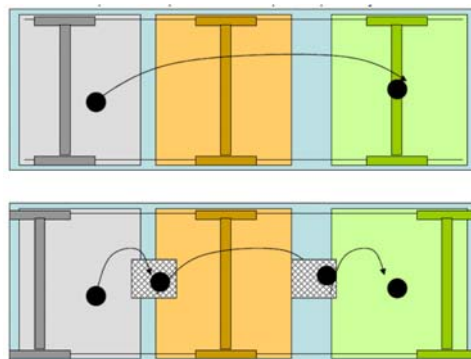
Jasno je da ovakvo upravljanje značajno povećava broj manipulacija. Neophodna je precizna analiza obima ovakvog angažovanja i potrebne veličine pufernih površina između susjednih zona i intervala hitnosti zahtjeva.



Slika 78. Formiranje zona rada više mosnih dizalica [104]



Slika 79. Primjer „sklanjanja” dizalica koje se nalaze na putu drugih dizalica [104]



Slika 80. Metoda primopredaje tereta po principu „štafete“ [104]

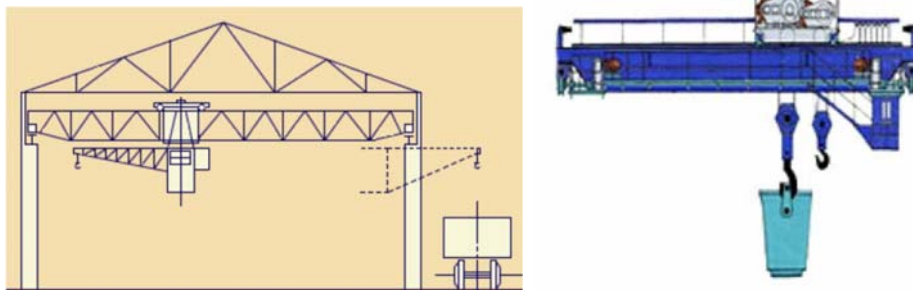
Rješenja ovog problema mogu da se zasnivaju i na primjeni “denivelisanih” šinskih staza – uvođenja “dodatnih saobraćajnica” za kretanje mostova. Mimoilaženje je ostvarljivo; prisutan je problem visine objekta i eventualno ometanje u radu (pri kretanju jedne dizalice u zoni gdje je druga tada angažovana), Slika 81.



Slika 81. Rješenje rada više mosnih dizalica u jednom pogonu denivelisanjem (više kranskih staza po visini) [104]

Navedene pogodnosti su dovele i do razvoja kombinovanih rješenja baziranih na mosnim dizalicama. Cilj je da se ostvari što je moguće racionalnija primjena dizalica i ubrzaju pojedini elementi ciklusa, kao i da se smanji potrebna energija, što je posebno značajno kod “teških” konstrukcija. Tako se sreću rješenja sa tzv. “velikim” i “malim” dizanjem – kada su na jednim kolicima primjenjena dva pogona, sa nominalnom nosivošću i redukovanom nosivošću (usaglašeno sa pojavnim oblicima u zoni rada dizalice).

Zavisno od namjene, konstrukcije i još nekih parametara, ova grupa sredstava spada u grupu, koja je u maloj mjeri fleksibilna izvan konstrukcijom definisanih mjesta njene primjene. Angažovanje na drugim lokacijama je teško izvodljivo, mada se sreću rješenja kada kolica mogu da prelaze sa jednog na drugi most.



*Slika 82 Neka od mogućih kombinovanih rješenja rada mosne dizalice: velikim i malim dizanjem, sa dva pogona....[104]*

#### **4.10.2. Portalne – ramne dizalice**

Za razliku od mosnih dizalica, kod portalnih je “saobraćajnica” na podu – izvedena ili kao šinska staza, ili pak sa direktnim oslanjanjem na pod. Time se izbjegava zahtjev za posebnom konstrukcijom stubova objekta, a bilo koja tačka u prostoru “ispod” portala (može biti i šire, ako je konstrukcija sa prepustima) je pristupačna za opslugu, Slika 83.

Njihova eventualna “ugradnja” može da se izvede u objektu i naknadno, što može biti značajna povoljnost. Jasno, konstrukcija poda mora biti adekvatna za prihvatanje ovih opterećenja.



*a) u lukama*



*b) kod kementorezaca*





c) lahke portalne

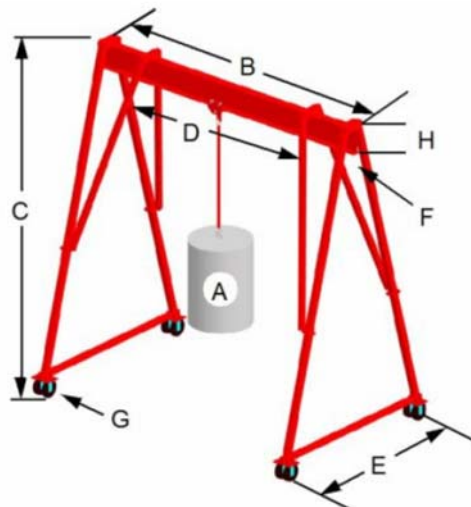


d) primjer upotrebe kod montiranja mašina



Slika 83. Primjeri portalnih dizalica i njihove upotrebe za razne svrhe [105, 106, 107,108,109]

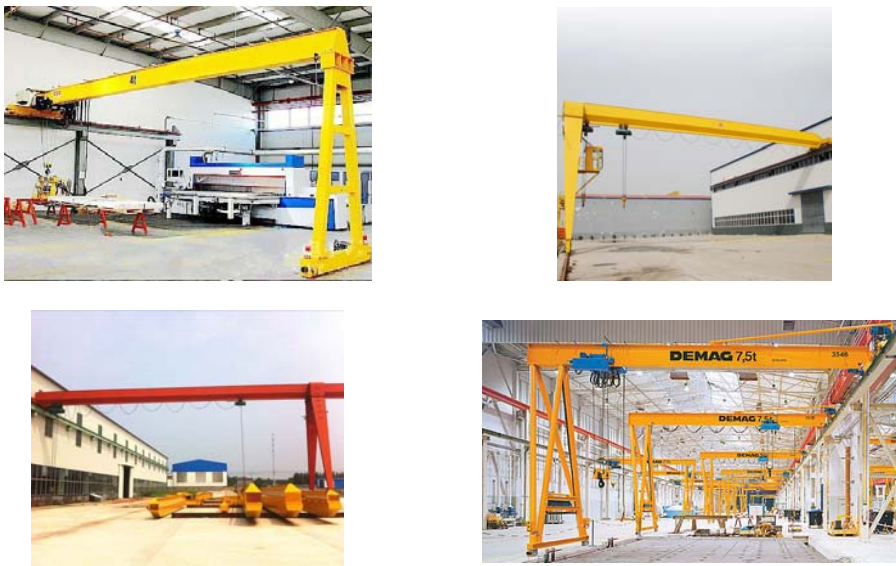
Robusnost i relativno jednostavna konstrukcija omogućava primjenu i na otvorenom. U brodogradilištima se sreću sa nosivosti i preko 1000 t. Uobičajeni tehno – eksploatacioni parametri portalnih dizalica dati su na Slici 84.



Slika 84. Uobičajeni tehno – eksploatacioni parametri portalnih dizalica [104]

Pored ovih parametara, mora se definisati i način pogona portala, kolica i samog podizanja. Moguća su rješenja sa manuelnim ili sa motornim pogonom, ali i njihova kombinacija. Kod motornog pogona izvori su najčešće električna energija, a rjeđe komprimovani vazduh i SUS motori.

Pogodnosti mosnih i portalnih dizalica rezultirali su i kombinacijama njihovih rješenja pri realizaciji transportnih zadataka u istom prostoru (na Slici 85. je varijanta polu – portalne dizalice).



*Slika 85. Primjeri polu – portalnih dizalica [110, 111, 112, 113]*

#### **4.10.3. Konzolne dizalice**

Ovaj tip dizalica je veoma “popularan” u proizvodnim i sličnim procesima. Svojom jednostavnom konstrukcijom, relativno niskom cijenom i lankom montažom se prilagođavaju transportnom zadatku na radnom mjestu i povezivanju radnih mjesta, koja su vezana tehnologijom osnovnog procesa. Sreće se nekoliko tipičnih rješenja postavljanja – vezivanja za građevinsku konstrukciju. Mogu biti postavljene na samostalni stub ili na neki noseći element objekta (obično stub građevinske konstrukcije). [104]

Spektar nosivosti je veoma širok. Jasno, udaljenjem od oslonca, nosivost opada po dijagramu koji dostavlja isporučilac. Sljedeći primjeri ukazuju na širok spektar primjene ovog konstruktivnog rješenja dizalica, Slika 86.



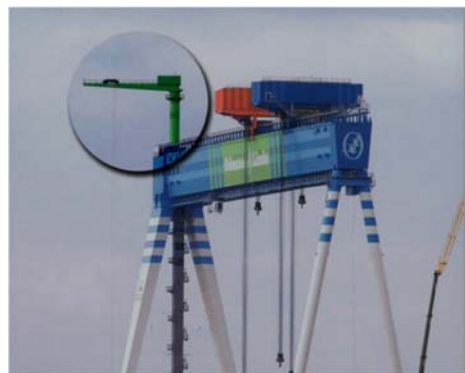
*Slika 86. Primjeri upotrebe konzolnih dizalica i različiti načini postavljanja (na zid i na stub) [114, 115, 116, 117, 118, 119]*

Tipično upravljanje konzolnim dizalicama podrazumijeva rukovaoca – obično radnika na radnom mjestu. Komande se, kod motornog pogona, zadaju preko komandne table i rukovanje je po pravilu veoma jednostavno i ne zahtijeva kompleksnu obuku.

Na Slici 87. data je varijanta rješenja pokretnih konzolnih dizalica, a na Slici 88 primjer kombinacije portalne i konzolne dizalice.



*Slika 87. Varijanta rješenja pokretnih konzolnih dizalica [120]*



*Slika 88. Primjeri kombinacije portalne i konzolne – kao “dodatne” dizalice [104]*

## 5. PRORAČUN VREMENA I POTREBNOG BROJA SREDSTAVA UT

Da bi se utvrdilo vrijeme koje je potrebno za transport moraju se prethodno projektovati transportni putevi. U tom smislu je najbolje ako se napravi hodogram kretanja materijala i redoslijed događaja, za pojedine proizvode. Iz hodograma kretanja će se jasno vidjeti koliki su transportni putevi, a iz lista redoslijeda događaja vidi se koliko se pojedini elementi zadržavaju na obradi.

Broj transportnih sredstava zavisice uglavnom od težine materijala koji se transportuje, vremena transporta i nosivosti transportnog sredstva. Drugim riječima, da bi se utvrdio broj transportnih sredstava moraju se poznavati njihove osnovne karakteristike. Potreban broj sredstava UT i – te vrste računa se po relaciji:

$$N_{SUTI} = \sum_{j=1}^m \frac{Q_{ij}}{Q_{suti}} \quad \dots (6)$$

gdje je:

- $j = 1, 2, \dots$ ,
- $m$  – broj vrsta tereta koji transportuju,
- $Q_{SUTI}$  – kapacitet sredstava UT za isti period za koji je dato i  $Q_{ij}$

$$Q_{SUTI} = \frac{FRV_{ri}}{t_{cij}} \times q_n \times \eta_n \times \eta_v \quad \dots (7)$$

$$t_{cij} = t_{uij} + t_{rhij} + t_{istij} + t_{phij} \quad \dots (8)$$

$$t_{rhi} = \frac{L_{sri}}{V_{rh}} \quad t_{phi} = \frac{L_{sri}}{V_{ph}} \quad \dots (9)$$

gdje je:

- $FRV_{ri}$  – fond radnog vremena sredstava UT  $i$ -te vrste za period za koji je dat i  $Q_{ij}$ ,
- $t_{cij}$  – ciklus jednog prenosa sredstava UT  $i$ -te vrste za  $j$ -tu vrstu robe,
- $t_{uij}$  – vrijeme utovara,
- $t_{istij}$  – vrijeme istovara,
- $t_{rhij}$  – vrijeme radnog hoda,
- $t_{phij}$  – vrijeme povratnog hoda,
- $V_{rh}, V_{ph}$  – brzine radnog, odnosno povratnog hoda,
- $L_{sri}$  – srednja dužina hoda,
- $q_n$  – nosivost sredstva UT,
- $\eta_n$  – stepen korištenja nosivosti ili volumena sredstva UT,
- $\eta_v$  – stepen korištenja vremena sredstva UT.

Pri konkretnoj primjeni relacija (6) do (9) se nailazi na probleme kad se radi o širokom proizvodnom sistemu, koji se rješavaju uglavnom primjenom transportne jedinice, reprezentanta tereta i relacije transporta.

Kao podloge za projektovanje sistema UT služe sljedeći podaci:

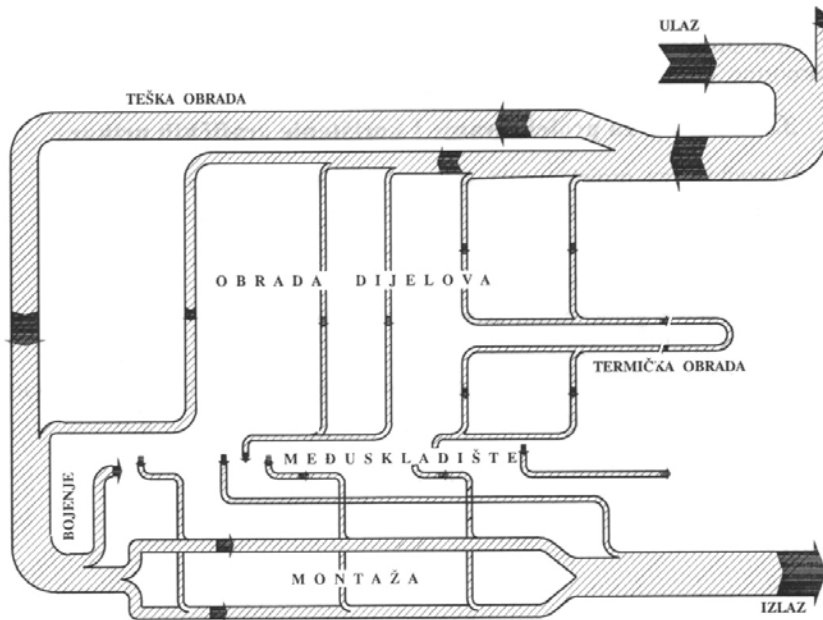
- proizvodni program ( $P_j, q_j$ ),
- dokumentacija proizvoda,
- karta tehnološkog procesa,
- karakteristike građevinskih objekata i mikrolokacije,
- katalozi sredstava UT.

Kod projektovanja sistema UT koriste se razne vrste grafičkih prikaza kao:

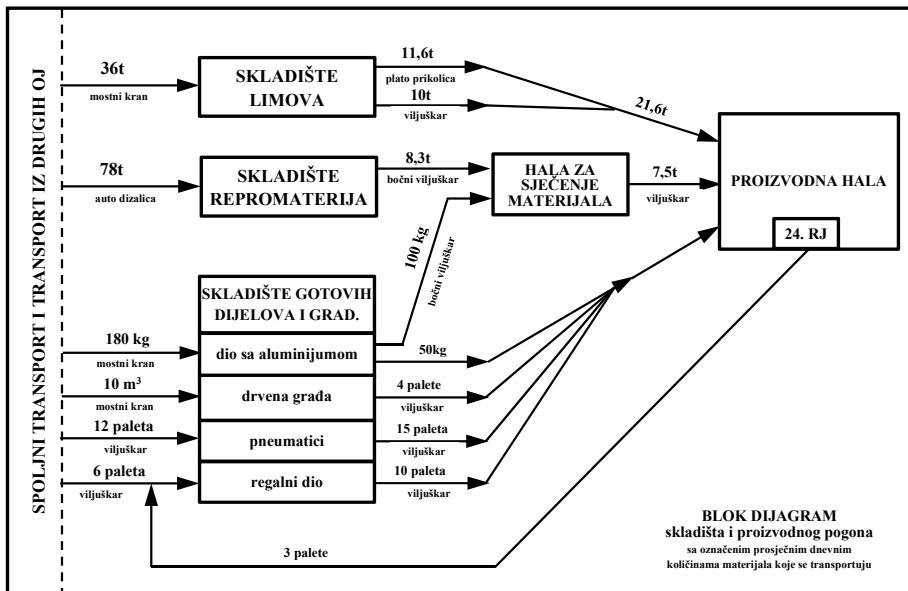
- karta toka procesa (Slika 89.),
- dijagram toka (Slika 90.),
- blok dijagram kretanja materijala (Slika 91),
- matrica OD DO (Slika 92.),
- dijagram kretanja masa (Slika 93.).

MAŠINSKI FAKULTET U ZENICI			■ predmet rada		■ stanje		Predmet rada: POLUOSOVIINA				KARTA TOKA PROCESA					
			□ sredstvo rada	□ ušesnik	□ prijedlog	oznaka	količina	Masa	Dimenz.							
							211217	100	25,60	205x960						
Operacija			○	□	➔	D	△	Ras. (m)	Kol. (jed/ god)	Masa (kg)	Pol.	Br.uč.	tpz (min/ ser)	Elementi vremena rada		
Ozn.	Naziv	Radno mjesto												Tii (min/jed)		
														tio	tip	tid
010	Prenošenje	1045	○	□	➔	D	△	15	100	2560		1	5	1,50	0,50	0,20
020	Odsjecanje	2020	●	□	➔	D	△	-	100			1	30	1,85	1,20	0,25
030	Obrada krajeva	2081	●	□	➔	D	△	-	100			1	45	0,48	1,50	0,42
040	Mjerenje	4260	○	■	➔	D	△	-	100	2560		1	30	1,20	0,80	0,30
050	Prenošenje	1045	○	□	➔	D	△	5,5	100			1	5	0,50	0,50	0,10
060	Struganje	2721	●	□	➔	D	△	-	100			1	30	3,51	3,47	1,04
070	Struganje	2723	●	□	➔	D	△	-	100			1	60	7,02	1,75	1,23
080	Mjerenje	4261	○	■	➔	D	△	-	100			1	30	2,00	1,15	0,35
090	Bušenje	2824	●	□	➔	D	△	-	100			1	90	2,00	2,80	2,20
100	Obaranje ivica	2494	●	□	➔	D	△	-	100			1	30	0,40	1,50	0,60
110	Bušenje	2822	●	□	➔	D	△	-	100			1	30	1,30	2,25	0,95
120	Mjerenje	4263	○	■	➔	D	△	-	100			1	30	0,50	0,20	0,05
130	Prenošenje	1045	○	□	➔	D	△	17,5	100	2560		1	5	2,50	0,50	0,50
140	Kovanje žljebova	2410	●	□	➔	D	△	-	100			1	90	2,50	0,40	0,10
150	Termička obrada	2225	●	□	➔	D	△	-	100			1	60	0,45	0,15	0,10
160	Prenošenje	1045	○	□	➔	D	△	10,4	100	2560		1	5	1,20	1,00	0,45
170	Brušenje	2920	●	□	➔	D	△	-	100			1	60	5,05	4,30	2,65
180	Mjerenje	4265	○	■	➔	D	△	-	100			1	30	2,50	0,80	0,50
190	Prenošenje	1045	○	□	➔	D	△	22,0	100	2560		1	5	3,00	1,50	0,50
200	Skладиštenje	1045	○	□	➔	D	▲	-	100	2560		1	5	2,00	0,50	0,20
Polazno odjelj.		Zbir														
		Stanje														
Završno odjelj.		Razl.														
Projektovao:										Datum:						

Slika 89. Karta proizvodnog procesa [2]



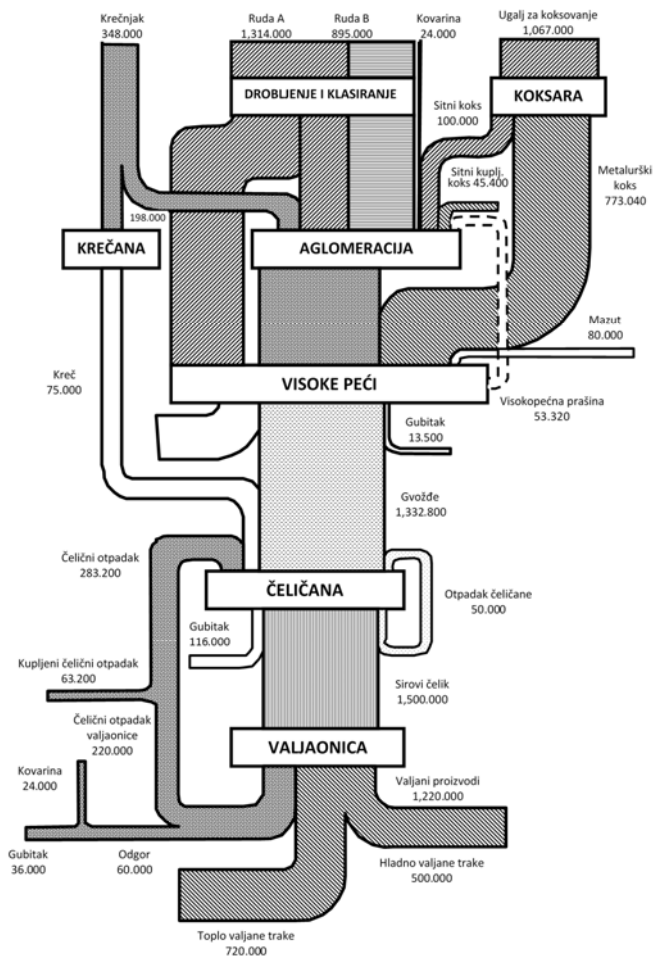
Slika 90. Dijagram toka [2]



Slika 91. Blok dijagram kretanja materijala [2]

OD DO	1	2	3	....	i	i+1	....	m
1		$X_{1,2}$	$X_{1,3}$		$X_{1,i}$	$X_{1,i+1}$		$X_{1,m}$
2	$X_{2,1}$		$X_{2,3}$		$X_{2,i}$	$X_{2,i+1}$		$X_{2,m}$
3	$X_{3,1}$	$X_{3,2}$			$X_{3,i}$	$X_{3,i+1}$		$X_{3,m}$
i	$X_{i,1}$	$X_{i,2}$	$X_{i,3}$			$X_{i,i+1}$		$X_{i,m}$
i+1	$X_{i+1,1}$	$X_{i+1,2}$	$X_{i+1,3}$		$X_{i+1,i}$			$X_{i+1,m}$
m	$X_{m,1}$	$X_{m,2}$	$X_{m,3}$		$X_{m,i}$	$X_{m,i+1}$		

Slika 92. Matrica OD-DO [2]



Slika 93. Dijagram kretanja masa – Senky-ev dijagram [1]

## **6. IZBOR JEDINICE TRANSPORTA**

Jedinica transporta je određena količina robe, postavljena u ili na određeno sredstvo za smještaj određenog oblika i dimenzija. Neki autori ih nazivaju i pomoćna transportna sredstva.

Pomoćna transportna sredstva imaju pet funkcija:

- prijem i objedinjavanje transportovane robe,
- zaštita transportovane robe od oštećenja, krađe,
- manipulativna sposobnost transportnih sredstava,
- skladišne mogućnosti,
- nosioci informacija.

Ideja o potrebi formiranja i korištenja transportne jedinice nastala je kao rezultat analiza gubitaka vremena i prostora u kretanjima materijala u proizvodnim sistemima. Uvođenjem transportne jedinice u podsistem UT (a i vanjskog transporta) postiže se:

- povećanje učinka,
- smanjenje ili eliminacija ručnog rada,
- manja oštećenja objekata transportovanja,
- povećanje sigurnosti u radu.

Najvažniji zahtjevi za izbor pomoćnih transportnih sredstava

- minimiziranje raznovrsnosti pomoćnih transportnih sredstava,
- težnja za formiranjem transportnih lanaca (transportna jedinica → tovarna jedinica → skladišna jedinica → jedinica pakovanja → jedinica otpreme),
- povećanje sigurnosti primjenom pogodnog (odgovarajućeg) pomoćnog transportnog sredstva,
- planiranje odgovarajućih tovarnih jedinica radi povećanja učinka pretovara i eliminisanja nepotrebnih manipulacija prilikom pretovara.

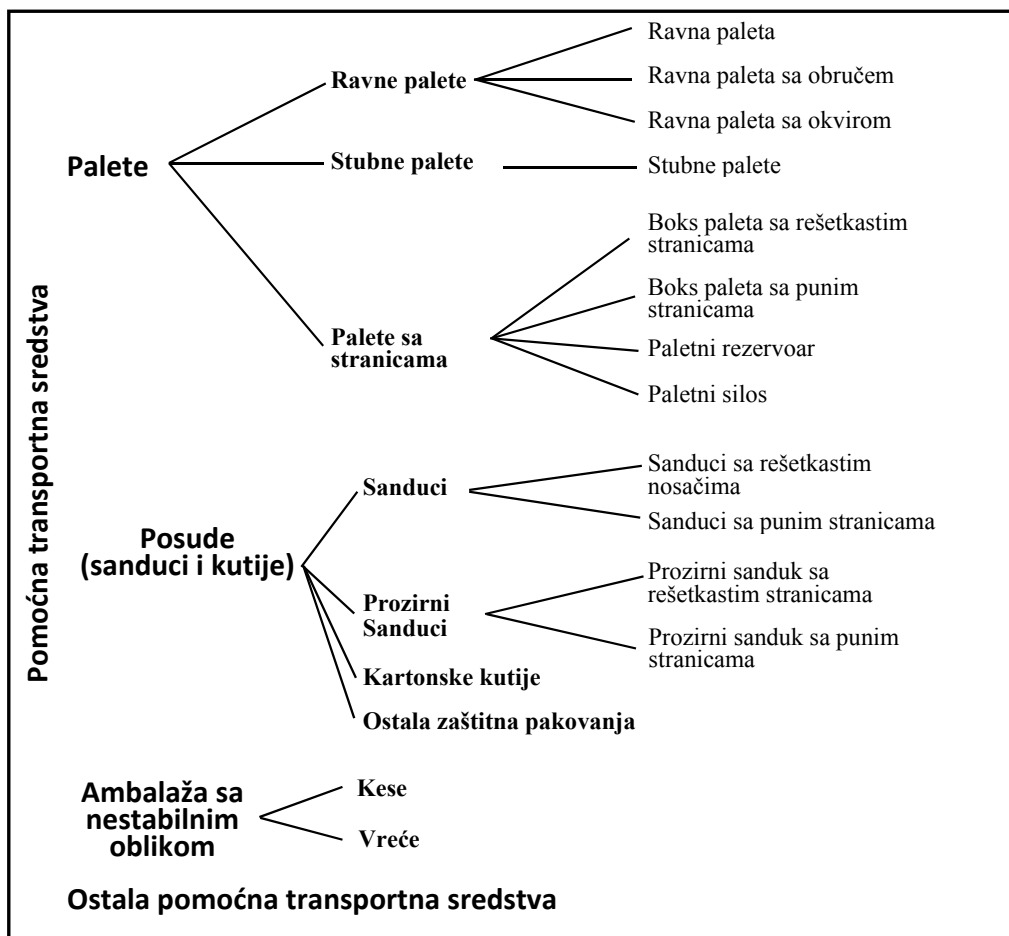
Izbor transportne jedinice se svodi na izbor oblika nosača objekata, koji se transportuju i izbor veličine transportne jedinice odnosno dimenzija i nosivosti. Nosači odnosno sredstva za smještaj su najčešće tipizirani i standardizovani. Izbor transportne jedinice treba integralno da posmatra način dopreme robe od isporučilaca, način skladištenja, manipulaciju u toku proizvodnog procesa i način otpreme kupcu. Treba težiti izboru univerzalne transportne jedinice, što predstavlja jednu od podloga za automatizaciju proizvodnog i poslovnog procesa.

Osnovni uticajni faktori na izbor transportne jedinice su:

- oblik objekta transporta,
- dimenzije objekata transporta,
- masa, odnosno specifična težina,
- stanje (čvrsto, rastresito, tečno),
- stepen zaštite od oštećenja,
- način skladištenja,
- mogućnosti sredstava UT sa stanovišta mogućnosti zahvatanja i nosivosti.



Veliki je broj pomoćnih transportnih jedinica, a na Slici 94. je data jedna podjela istih.



Slika 94. Jedna od podjela pomoćnih transportnih jedinica [15,20]

U nastavku ćemo se kratko osvrnuti na neka od pomoćnih transportnih sredstava, koja su najčešće u upotrebi.

### 6.1. Palete

Paleta je teretno – manipulacijska jedinica najčešće proizvedena od drveta, ali i od drugih materijala, metala, plastike, kartona. Za paletu možemo naći više definicija. Paleta je nosivo postolje, koje je namijenjeno slaganju robe i tereta na njenu površinu. Posjeduje određene dimenzije za smještaj terete, odnosno transportnog supstata. Formira čvrstu i kompaktnu jedinicu [9]. Važno je spomenuti pojam paletizacije, koji se odnosi na skup organiziranih i povezanih radnih sredstava i tehnoloških postupaka za automatizirano manipuliranje i transport. Korištenje paleta kao teretno – manipulacijskog sredstva bitno popravljaju proizvodnost rada svih sudionika u logističkom lancu u odnosu na konvencionalni transport skoro do četiri puta. Učinci primjene paleta u tehnologiji prijevoza su golemi, prije svega ekonomsko povoljni, za rad i

održavanje sigurni. Korištenje paleta datira još od sredine prošloga vijeka što govori koliko je njeno korištenje važno, učinkovito kada se koristi i danas. Paleta se može promatrati sa tehnološkog aspekta ali i sa konstrukcijskog. Za tehnologe prometa i ocjenjivače prijevoznog procesa paleta je dobra (smanjenje polazno – krajnje troškove, manji troškovi skladištenja, troškovi proizvodnje su manji, povećanje mogućnosti primjene strojeva za manipulaciju, manja vjerojatnost da će doći do oštećenja robe, kraće vrijeme manipuliranja paletom, smanjenje potrebe za ljudskim potencijalima, veća sigurnost pri radu, manji troškovi ambalaže i energije koja se koristi) [15].

Danas se koriste različite vrste paleta, ovisno o namjeni, dimenzijama, obliku ili pak eksploatacijskim karakteristikama. Podjela paleta može se izvršiti prema:

- obliku i dimenzijama,
- vijeku trajanja,
- vrsti robe (univerzalne i specijalne),
- proizvodnom materijale,
- teretu kojemu su namjenjene,
- konstrukcijskim karakteristikama.

Dva su osnovna oblika paleta: ravne (podloška) i boks – palate (s nadgradnjom), dok su dimenzije vrlo raznolike pri čemu EUR – EPAL paletu dimenzija 800x1200x144 treba istaknuti kao ravnu paletu koja se najčešće koristi na području Europe. Postoje i stubne palete. Na Slici 95. su date neki od izgleda paleta, od različitih materijala.



*a) drvena ravna paleta*



*b) metalna ravna paleta*



*c) kartonska ravna paleta*



*d) plastična ravna paleta*



*e) metalna stubna paleta*



*f) plastična stubna paleta*



*g) metalna paleta sa rešetkastim okvirom*



*h) plastična paleta sa rešetkastim okvirom*



*i) drvena paleta sa metalnim rešetkastim okvirom*



j) drvena boks paleta



k) plastična boks paleta



l) metalna boks paleta (kontejner)



m) paletni silos



n) paletni rezervoar



o) drvene box kutije

Slika 95. Vrste paleta i njihove izvedbe [121, 122, 123, 124,125]

Podjela prema vijeku trajanja odnosno učestalosti korištenja:

- jednokratne palate (nepovratne), koje nakon obavljenog procesa ostaju korisniku i više se ne koriste te je primatelj dužan pobrinuti se o njihovome zbrinjavanju,
- višekratne palete imaju duži vijek trajanja, a korisnik prodavatelju će uz robu platiti i paletu ili će mu u zamjenu za punu paletu po prijevozniku vratiti na kraju obavljenog prijevoznog procesa. U višekratne palete se ubrajaju palete koje su lahko sklopive, napravljene isključivo radi manjeg zauzimanja tovarnog prostora u povratku.

Paleta se razlikuju po materijalu od kojeg su izrađene. Mogu biti proizvedene od drveta, plastike, aluminija ili paleta od umjetnih materijale (polimera). Najčešće su u upotrebi drvene zbog svoje cijene i jednostavnosti pri proizvodnji. U budućnosti se očekuje veća primjena paleta drugih materijala zbog boljeg opterećenja i nosive mase [15].

Prema teretu kojem su namijenjene:

- univerzalne palete namijenjene većini vrsta roba (normalne, bez posebnih obilježja) i
- specijalne palete prilagođene posebnim obilježjima roba kao što su: silos – palete za rasuti teret i praškastu robu (podloška ima zatvoreni spremnik), spremnik – palete za tekući teret.

Prema dimenzijama paleta razlikujemo:

- 1000 mm x 800 mm,
- 1200 mm x 800 mm,
- 1200 mm x 1000 mm,

- 1600 mm x 1200 mm,
- 1800 mm x 1200 mm,
- ostale palete drugih dimenzija.

Kad je riječ o utjecaju na produktivnost, upozoreno je da se u prometu neproduktivno vrijeme smanjuje za oko 50%. Za isti iznos je ušteda skladišnog prostora adekvatnim korištenjem paleta, te odabirom prema namjeni i vrsti tereta.

## **6.2. Sanduci i paketi**

Glavno obilježje paketa i paketizacije jest u tomu što ambalaža kao osnovni element paketizacije poslije odrađenog procesa postaje suvišna. Paketiranje omogućuje optimalno iskorištavanje transportnih sredstava s obzirom na njihove dimenzije [9].

Funkcija i zadaća prijevoznog (transportnog) pakiranja:

- zadovoljiti uvijete raznošenja i prijevoza po težini, veličini i obliku,
- osigurati pogodnost za rukovanje i raspoznavanje,
- osigurati da i u prijevozu može obaviti marketinšku funkciju,
- osigurati prilagođenost transportnim uređajima po veličini i obliku,
- osigurati lahko zatvaranje i otvaranje.

U raznim prijevoznim procesima jednostavniju i bržu manipulaciju možemo osigurati odgovarajućim odabirom pakiranja. Pod pojmom paket mogu se spomenuti i kartonske kutije, košare i gajbe za pivo.

Kartonske kutije imaju široku primjenu, ali u većini slučajeva se one nakon obavljanja transporta odlažu i uništavaju zbog svoje slabe tvrdoće i loše otpornosti materijala od kojih su proizvedene na vlažnost i masu tereta koji se prevozi. Također kartonske kutije dostupne su više dimenzija ovisno o potrebama i namjeni. Ukoliko su kutije uništene fizičkim djelovanjem materijal se naknadno može iskoristiti za reciklažu i proizvodnju novih [13].

Košare i gajbe također imaju svoju široku namjenu. Najčešće se koriste za pakiranje i transport svježeg voća, povrća, ali i tekućih tereta koje su prethodno pakirane u neku manju ambalažu, npr. plastične ili neke druge boce. U primjeni su najčešće drvene i plastične gajbe, dok se za prijevoz tekućina koriste gajbe od tvrdih plastičnih materijala, Slika 96.



*a) drveni sanduk sa poklopcem*



*b) drveni sanduk bez poklopca*



*c) plastični sanduk*



d) plastični sanduk



e) plastična gajba



f) kartonska kutija



g) paketi



h) kartonska gajba



i) plastična burad

Slika 96. Različite vrste sanduka, gajbi i plastičnih buradi [126, 127, 128, 129]

### 6.3. Vreće i kese

Vreće su jedan od najstarijih oblika ambalaže. Koriste se za pakiranje praškastih ili granuliranih materijala (prašci, krupica, granule, zrnaste i krupno zrnaste sipke robe), no pojavom novih materijala moguće je u njih pakirati i proizvode drugih pojava oblika. Zbog svoje fleksibilnosti prazne vreće zauzimaju mali prostor, pa su troškovi njihova skladištenja i transporta niski. Odlikuju se malom masom u odnosu na volumen, pa svojom težinom tek neznatno opterećuju troškove transporta pakiranog proizvoda. Vreće i vrećice se proizvode od papira, tkanina, plastičnih masa i laminatnih materijala. Dimenzije su im prilagođene nasipnoj masi robe, i to tako da se u njih može upakirati između 0,5 i 50 kilograma. Na izbor materijala za izradu vreća bitno utječe stabilnost pojava oblika proizvoda i njime uvjetovana mogućnost kvalitativnog i kvantitativnog gubitka proizvoda, te osjetljivost proizvoda na atmosferske utjecaje i mehanička naprezanja. U vreće se pakiraju sipki proizvodi i to: prehrambeni (brašno, stočna hrana), građevinski materijali (vapno, cement, građevinska ljepila), hemijski proizvodi (mineralna gnojiva). Napunjene vreće imaju pogodan oblik za sve vrste unutrašnjeg transporta a osobito se mogu dobro slagati u skladištima, transportnim vozilima i na paletama. [44]

Zahvaljujući dobrim svojstvima, mogućnosti oplemenjivanja i niskoj cijeni papir zajedno sa kartonom i ljepenkom danas su jedan od najzastupljenijih ambalažnih materijala. Papir i karton su materijali u obliku listova, koji nastaju preplitanjem i međusobnim spajanjem vlakana uglavnom biljnog porijekla. Proizvode se iz pulpe (suspenzije celuloznih vlakana u vodi), tekstilnih otpadaka i recikliranog starog papira. Oko 50 % drvene pulpe dobiva se iz smreke, jele i bora. Prednosti ambalaže od papira i kartona su niska cijena, dobra mehanička čvrstoća, ekološka prihvatljivost, jednostavna grafička obrada. Nedostatci su poroznost, higroskopnost, propustljivost na kisik, ugljikov dioksid i vodenu paru. Zbog loših barijernih svojstava roba u papirnoj i kartonskoj ambalaži lahko gubi arome i hlapljive komponente.

Papir i karton međusobno se razlikuju prema debljini, odnosno gramaturi (masa 1 m<sup>2</sup> papira ili kartona). Ne postoji oštra granica koja dijeli papir, karton i ljepenku. Jedna od predloženih podjela prema gramaturi i debljini je sljedeća [44]:

- papir < 150 g/m<sup>2</sup> (debljina < 0,3 mm),

- karton = 150 – 450 g/m<sup>2</sup> (debljina od 0,3 do 2,0 mm),
- ljepenka > 450 g/m<sup>2</sup> (debljina > 2,0 mm).

Kod papirnatih vreća traži se da materijal od kojeg je vreća napravljena ima dobre fizičke, hemijske i mehaničke osobine.

Ako želimo pakirati posebno osjetljive proizvode, tada papir kao materijal za izradu vreća nije dovoljan. U te svrhe koriste se posebne vreće, kod kojih se papir kombinira s drugim materijalima (PE-HD folija, oslojeni papir), koji svojim osobinama poboljšavaju kvalitetu vreće.

Napunjene vreće imaju pogodan oblik za sve vrste unutrašnjeg transporta a osobito se mogu dobro slagati u skladištima, transportnim vozilima i na paletama. Na Slici 97. su dati primjeri vreća, kesa te njihove primjene za različite namjene.



a) vreće za različite materijale



b) kesa



c) pakovanje kesa



d) pakovanje vreća na paleti



e) vreće za žitarice



f) vreće cementa

Slika 97. Primjeri vreća i kesa i njihove praktične primjene [130,131, 132]

## 7. TROŠKOVI UNUTRAŠNJEG TRANSPORTA

Troškove UT čine [1,2]:

- amortizacija sredstava UT,
- energija koju koriste sredstva UT,
- troškovi održavanja sredstava UT,
- rad na opsluživanju sredstava UT,
- rastur, kvar i lom materijala tokom UT,
- troškovi gubitka proizvodnje zbog zastoja sredstava UT i
- troškovi osiguranja sredstava UT.

Podloge za utvrđivanje troškova UT:

- broj događaja UT,
- normativi vremena događaja UT,
- broj radnika na UT,
- broj i vrijednost sredstava UT,
- broj i vrijeme zastoja sredstava UT i
- normativi potrošnje energetske medija.

Za ilustraciju visine troškova UT se navodi da oni u prosjeku čine 20 do 30 % cijene koštanja proizvoda u granama metalnog kompleksa i u metalurgiji.

Troškovima UT u proizvodnim (poslovnim) sistemima se ne pridaje dovoljno pažnje iako je to veliki prostor za povećanje uspješnosti poslovanja.

Najčešće se i ne zna visina troškova UT i njihovo učešće u cijeni koštanja proizvoda u koju su utopljeni.

## **8. EFIKASNOST UNUTRAŠNJEG TRANSPORTA**

Unutrašnji transport, kao dio proizvodnog procesa, veoma utiče na njegovu efikasnost. Za ostvarenje efikasnosti unutrašnjeg transporta potrebno je proučiti sve njegove faze u procesu proizvodnje i za te faze predvidjeti optimalnu vrstu i broj transportnih sredstava.

Određivanje sredstava transporta zavisi od tipa proizvodnje, odnosno da li je proizvodnja pojedinačna, serijska ili masovna i od nivoa organizovanosti radnih mjesta, naime, da li se teži da radna mjesta budu otvorenog, zatvorenog ili stabilizovanog tipa. Korištenje paleta i kontejnera za prenos tereta u velikoj mjeri može da poveća efikasnost rukovanja teretima.

Povećanje učinka unutrašnjeg transporta doprinosi da se poveća obim proizvodnje, a samim tim i ekonomija proizvodnog procesa. Ovo je posljedica smanjenje troškova po jedinici proizvoda, jer su troškovi unutrašnjeg transporta fiksnog i regresivnog svojstva. Kao što je poznato, fiksni troškovi u ukupnom iznosu su stalno isti, bez obzira na obim proizvodnje, dok regresivni troškovi u ukupnom iznosu rastu sporije od obima proizvodnje.

Ekonomija unutrašnjeg transporta neposredno se povećava djelovanjem na strukturu troškova unutrašnjeg transporta, s težnjom da se ti troškovi smanje. Ovi troškovi se dijele u dvije grupe, na normalne i vanredne troškove unutrašnjeg transporta. Normalni troškovi su oni koje unutrašnji transport neprekidno stvara, a to su troškovi rada, goriva i pogonske energije, amortizacije, preventivnog održavanja i opravki i osiguranja. Vanredni troškovi su oni koji su izlišni, ali koji se javljaju kod unutrašnjeg transporta kad nije dobro organizovan. U ove troškove spadaju troškovi rastura i loma tereta pri unutrašnjem transportu, povrede transportnih radnika, oštećenja transportnih sredstava i oštećenja transportnih puteva. Obje navedene grupe troškova treba posebno evidentirati da bi se vidjelo njihovo djelovanje na ekonomiju unutrašnjeg transporta i da bi se utvrdile mogućnosti njihovog smanjenja.

Od organizacije unutrašnjeg transporta zavisi i korištenje angažovanih sredstava u procesu proizvodnje. Unutrašnji transport povezuje cijeli proizvodni proces i utiče na dužinu ciklusa proizvodnje, a time i na kretanje obrtnih sredstava u proizvodnji. Ako je ciklus proizvodnje kraći, a obrt angažovanih sredstava u proizvodnji veći, to će i angažovana sredstva u procesu proizvodnje biti bolje korištena. Pri organizovanjem radu unutrašnjeg transporta, ravnomjernije i više se koriste kapaciteti osnovnih sredstava u proizvodnji. Znači, da dobra

organizacija unutrašnjeg transporta u isto vrijeme doprinosi ekonomiji korištenja obrtnih i osnovnih sredstava, te time i ukupnih angažovanih sredstava u proizvodnji.

Ekonomski rezultati unutrašnjeg transporta u proizvodnji mogu se, znači, mjeriti na osnovu neposrednih rezultata samog unutrašnjeg transporta i rezultata procesa proizvodnje u cjelini. Rezultat rada i poslovanja spoljnog transporta može se mjeriti kao rezultat rada i poslovanja: po obimu i kvalitetu usluga, na osnovu troškova koje ostvaruje i po korištenju angažovanih sredstava ove posebne službe. Štaviše, poželjno je da služba spoljnog transporta obračunava ukupan prihod, troškove i poslovni rezultat i utvrđuje lične dohotke i fondove.

Rezultati rada i poslovanja unutrašnjeg transporta mogu se mjeriti na dva načina: na osnovu neposrednog rezultata samog unutrašnjeg transporta u skladištima ili u radioničkim pripremama, i na osnovu rezultata rada i poslovanja pojedinih skladišta i radionica. Ovim organizacionim jedinicama nije moguće obračunavati ukupan prihod, jer se on ostvaruje na nivou pogona. Međutim, kod njih je moguće mjeriti ostvareni obim i kvalitet i troškove proizvodnje, što može da čini dovoljnu osnovu za utvrđivanje efikasnosti unutrašnjeg transporta u cjelini procesa proizvodnje.

Da bi mogli da ocijenimo uspješnost UT i poduzimamo određene korake ka poboljšanju i povećanju efikasnosti potrebno je da imamo neku mjeru efikasnosti. Za sada ne postoje metode za izražavanje i mjerenje efikasnosti. Za to bi mogli da se koriste određeni pokazatelji – indikatori efikasnosti UT koji se konstruišu od veličina koje karakterišu UT. To moraju biti takve veličine da se za njih mogu naći dovoljno tačne i pravovremene informacije. Neki od tih indikatora bi mogli biti:

$$a) \frac{\text{vrijeme UT u proizvodnom procesu}}{\text{ukupno vrijeme trajanja proizvodnog procesa}} \cdot 100\% \quad \dots(10)$$

$$b) \frac{\text{broj radnika na UT}}{\text{broj radnika u proizvodnom sistemu}} \cdot 100\% \quad \dots(11)$$

$$c) \frac{\text{vrijednost sredstava UT}}{\text{vrijednost proizvodnih sredstava}} \cdot 100\% \quad \dots(12)$$

$$d) \frac{\text{vrijeme u radu sredstava UT}}{\text{FRVK – Fond radnog vremena korisni}} \cdot 100\% \quad \dots(13)$$

$$e) \frac{\text{površina saobraćajnica za UT}}{\text{ukupna površina proizvodnog sistema}} \cdot 100\% \quad \dots(14)$$

Broj ovih indikatora može biti veći u zavisnosti od raspoloživosti podataka i stepena detaljnosti analize. Ovi indikatori se mogu podijeliti na indikatore koji pokazuju uspješnost:

- projektovanja i gradnje podsistema UT (b i e) i



- funkcionisanja podsistema UT (a, c i d).

## 10. LITERATURA

- [1] Brdarević, S.: Organizacija proizvodnje, Mašinski fakultet u Zenici, Zenica, 1986.
- [2] Brdarević, S.: Projektovanje fabrika (Projektovanje proizvodnih sistema), Mašinski fakultet u Zenici, Travnik, 1996.
- [3] Ćosić, I.; Maksimović, R.: Proizvodni menadžment, Fakultet tehničkih nauka u Novom Sadu, Novi Sad, 2014.
- [4] Ćosić, I.; Šešlija, D.; Vidicki, P.: Osnove industrijskog inženjerstva i menadžmenta – Sistemski prilaz, Fakultet tehničkih nauka u Novom Sadu, Novi sad, 2015.
- [5] Čović, D.; Majstorović, V.; Višekruna V.: Proizvodni sustavi, Mostar-Vienna, Ed. Katalinić, B. ISBN 3-901509-22-4, 2001.
- [6] Majstorović, V.: Organizacija i ekonomika proizvodnje, Zbirka zadataka, Mašinski fakultet u Mostaru, Mostar, 1988.
- [7] Filković L.; „Osnovi saobraćaja i transporta“; Zavod za udžbenike i nastavna sredstva; Beograd; 2003.
- [8] Schroeder, R.: Upravljanje proizvodnjom, Odlučivanje u funkciji proizvodnje, Sveučilište Minnesota, Minnesota, 1993.
- [9] Mileusnić, N.: Unutrašnji transport i skladišta, Naučna knjiga, Beograd, 1990.
- [10] Otašević, V.; Ćorić, B.: Organizacija i ekonomika proizvodnje, Mašinski fakultet u Mostaru, Mostar 1983.
- [11] Kurtić, A.: Poslovna organizacija, Off-Set, Tuzla 2005.
- [12] Polajnar, A.; Buchmeister, B.; Leber, M.: Proizvodni menadžment, Fakulteta za strojništvo v Mariboru, Maribor 2001.
- [13] Davidović, B.: Intrlogistika – Unutrašnji transport, Intelpekt, Visoka tehnička škola Kragujevac, Kragujevac, 2012.
- [14] Oluić, V.: Transport u industriji – Rukovanje materijalom, Fakultet strojarstva i brodogranje Sveučilišta u Zagrebu, Zagreb, 1991.
- [15] Cindrić, V.: Transportna sredstva za unutrašnji transport i skladištenje, Veleučilište „Nikola Tesla“ Gospić, Gospić, 2017.
- [16] Bloomberg, D., LeMay, S., Hanna, J.: Logistika, Mate, Zagreb, 2006.
- [17] Belak, V. i et.al.: Upravljanje zalihama i skladišno poslovanje, RRIFPlus, Zagreb, 2002.
- [18] Zelenika, R.; Pupavac, D.: Menadžment logističkih sustava, Rijeka: Ekonomski fakultet, Kastav: IQ plus, 2008.
- [19] Suvajdžić, S., Popović, R.: Organizacija i racionalizacija unutrašnjeg transporta, Beograd, 1969.
- [20] Madarević, B.; Rukovanje materijalom, unutrašnji transport, pakiranje, skladištenje, Zagreb, 1972.
- [21] <https://www.ruralking.com/all-departments/lawn-garden-patio/lawn-garden-tools/carts-wheelbarrows>, (pristup 11.01.2019.)
- [22] <http://www.samsky.hr/ugradbena-bt-pecnica-zob32701xk-2-2>. (pristup 11.01.2019.)
- [23] <https://www.foerch.hr/radioni%20ki-pribor-ure%20laji-za%20tita-naradu/dizalice-za-vozila-%20dista%20di-dijelova/transportna-kolica-ure%20laji-za-raspr%20ivanje/kolica-za-gume-200-kg-za-osoba-vozila>,

- (pristup 11.01.2019.)
- [24] <http://www.altrad-limex.com/proizvodi/transportna-kolica>, (pristup 11.01.2019.)
- [25] <https://www.bauhaus.hr/vrtna-drvena-kolica-s-rudom.html>, (pristup 11.01.2019.)
- [26] <https://www.njuskalo.hr/strojevi-alati-ostalo/fetra-rucna-kolica-bocnim-stranicama-okretnim-rudom-oglas-27547506>, (pristup 11.01.2019.)
- [27] <http://www.inekskooperativa.com/kolica.html>, (pristup 11.01.2019.)
- [28] <https://www.kaiserkraft.hr/transportni-uredjaji-i-kolica/transportna-kolica/vrhunska-kolica-s-platformom/p/M1610594/>, (pristup 11.01.2019.)
- [29] [https://www.conrad.hr/?websale8=conrad-hr&act=search&search\\_input=Transportna%20kolica](https://www.conrad.hr/?websale8=conrad-hr&act=search&search_input=Transportna%20kolica), (pristup 11.01.2019.)
- [30] <http://www.logomatika.hr/proizvodi-i-usluge/dodatna-skladnisna-oprema/ostala-oprema-radionicki-stolovi,-transportna-kolica,-radionicki-i-garderobni-ormari/>, (pristup 12.01.2019.)
- [31] <https://www.ajproizvodi.com/transport-i-dizanje-tereta/razna-transportna-kolica/a-frame-board-trolley/1584405-25519655.wf>, (pristup 12.01.2019.)
- [32] <https://metaloobrada.hr/hr/proizvod/specijalne-konstrukcije/rucna-kolica-29>, (pristup 12.01.2019.)
- [33] [https://www.shopthreebrothers.com/3\\_Shelf\\_Utility\\_Cart\\_p/s3b13060605.htm](https://www.shopthreebrothers.com/3_Shelf_Utility_Cart_p/s3b13060605.htm), (pristup 12.01.2019.)
- [34] <https://agropartner.co.rs/proizvod/kolica-za-pumpe-burad/>, (pristup 12.01.2019.)
- [35] <https://avito.rs/sr/proizvodi/kolica-za-burad/>, (pristup 12.01.2019.)
- [36] <https://www.vilicari.com.hr/hr/produkt/liftex-drum-kolika-za-vareli-2141/?tofav=2141>, (pristup 12.01.2019.)
- [37] <https://metal-kovis.hr/webshop/price/1133/kolica-za-prijevoz-bavi-dp25>, (pristup 12.01.2019.)
- [38] <https://www.kataloska-prodaja.com/kolica-i-korpe/transportna-kolica/4137441.wf>, (pristup 12.01.2019.)
- [39] <https://www.ceneo.pl/55176338>, (pristup 12.01.2019.)
- [40] <https://www.skladnisna-logistika.hr/toyota-vilicari/elektro-%C4%8Deoni-vili%C4%8Dari/elektri%C4%8Dni-%C4%8Deoni-vili%C4%8Dar-toyota-traigo-80/elektri%C4%8Dni-%C4%8Deoni-vili%C4%8Dar-toyota-traigo-8fbmt45.html>, (pristup 15.01.2019.)
- [41] <https://www.prometna-zona.com/vilicari-2/>, (pristup 15.01.2019.)
- [42] <http://www.dunav-ei.rs/catform/category/usko-regalni-viljuskari/>, (pristup 15.01.2019.)
- [43] <http://www.toyota-viljuskari.com/regalni-viljuskari.php>, pristup (pristup 15.01.2019.)
- [44] Miloš, I.: Unutarnji transport i skladištenje, Veleučilište u Rijeci, Rijeka, 2003., (pristup 15.01.2019.)
- [45] <http://www.transporteri.com/proizvodi/trakasti-transporteri>, (pristup 15.01.2019.)
- [46] <https://peletmetalac.com/puzni-transporteri-koritasti-transporteri-trakasti-transporteri/>, (pristup 15.01.2019.)
- [47] <http://www.uskinfo.ba/vijest/foto-video-dio-agrokomerca-i-danas-uspjesno-radi-pogledajte-kako-se-pravi-tops-koji-se-izvozi-i-u-vijetnam/21768>, (pristup 15.01.2019.)
- [48] [https://www.b92.net/biz/vesti/srbija.php?yyyy=2016&mm=04&dd=06&nav\\_id=111668](https://www.b92.net/biz/vesti/srbija.php?yyyy=2016&mm=04&dd=06&nav_id=111668)

- 8, (pristup 15.01.2019.)
- [49] <http://www.factotum.co.rs/cms/view.php?id=1233>, (pristup 15.01.2019.)
- [50] [https://nastava.sf.bg.ac.rs/pluginfile.php/21789/mod\\_resource/content/1/](https://nastava.sf.bg.ac.rs/pluginfile.php/21789/mod_resource/content/1/), (pristup 15.01.2019.)
- [51] <https://nastava.sf.bg.ac.rs/mod/resource/view.php?id=1521>, (pristup 15.01.2019.)
- [52] Lovrin, N.; Debelić, D.: O povijesti trakastih transporterera, *Engineering Review*, Vol. 28, No 2., 2008, pp 111-118, pristup (pristup 15.01.2019.)
- [53] The Henry Ford museum: The Life of Henry Ford, <http://www.thehenryford.org/>, 2003., (pristup 15.01.2019.)
- [54] <https://www.generalmesh.com/hr/zicanih-transportnih-traka.html>, (pristup 15.01.2019.)
- [55] <http://www.privrednamreza.com/AgroLine-lanci-za-industriju>, (pristup 20.01.2019.)
- [56] <http://www.tehnoradionica.rs/proizvodni-program/prijem-materijala-i-transport/horizontalni-lancani-transporteri/>, (pristup 20.01.2019.)
- [57] <https://www.lauyans.com/custom-conveyors/heavy-duty-conveyor/>
- [58] <http://www.primatlogistika.hr/hr/proizvodi-i-sustavi/skladisni-sustavi/transportni-sustavi/transportni-sustavi>, (pristup 20.01.2019.)
- [59] <http://www.eltras.si/hr/proizvodi/transportna-oprema-i-uredjaji>, (pristup 20.01.2019.)
- [60] <https://www.mnovine.hr/medimurje/gospodarstvo/pilana-tvrtke-drvotrade-u-nedeliscu-investiramo-u-novu-robotiziranu-pilanu/> (pristup 20.01.2019.)
- [61] <http://www.logomatika.hr/proizvodi-i-usluge/transportna-oprema,-oprema-za-paletizaciju,-omatanje,-obiljezavanje/>, (pristup 20.01.2019.)
- [62] <http://www.industroplan.com/hrvatski/proizvodi/valjkasti-transporteri/>, (pristup 20.01.2019.)
- [63] <http://hr.goldpack.si/proizvodi/pakirni-sustavi-projektiranje-linija-razvoj-i-inzenjering/>, (pristup 20.01.2019.)
- [64] <http://www.miradex.rs/page9.html>, (pristup 20.01.2019.)
- [65] <http://www.elmedint.com/proizvodi-i-tehnologije/pakovanje/formiranje-i-lepljenje-transportnih-kutija/transportne-trake/>, (pristup 20.01.2019.)
- [66] [http://www.vecek.com/html/jp\\_hyperion.html](http://www.vecek.com/html/jp_hyperion.html), (pristup 20.01.2019.)
- [67] <http://www.zigg-pro.hr/hr/primjena-u-industriji/>, (pristup 20.01.2019.)
- [68] <https://metal-sistemi.com/podni-i-viseci-transporteri/>, (pristup 20.01.2019.)
- [69] <http://www.matic.rs/clanci/proizvodnja/transportni-sistemi.html>, (pristup 20.01.2019.)
- [70] <https://mthobsonproperties.co.nz/housing-efficiency/modle-t/>, (pristup 20.01.2019.)
- [71] <http://www.dmwcc.com/inverted-power-free-systems>, (pristup 20.01.2019.)
- [72] <https://www.titanconveyors.com/industry-solutions/assembly-line-automation>, (pristup 21.01.2019.)
- [73] <https://www.transnorm.com/en/products/gravity-conveying/spiral-chutes.html>, (pristup 21.01.2019.)
- [74] <https://www.jpconveyors.com/en/conveyors/jp-fd-spiral-conveyor/>, (pristup 21.01.2019.)
- [75] <http://www.ryson.com/spiral-conveyors/>, (pristup 21.01.2019.)
- [76] <http://www.directindustry.com/prod/transnorm-system-gmbh/product-58734-536358.html>, (pristup 21.01.2019.)
- [77] <https://www.worldclassequip.com/products/belt-blue-steel-gravity-conveyors/>, (pristup

- 21.01.2019.)
- [78] <https://indonesian.alibaba.com/product-detail/motorized-ladle-transfer-car-for-steel-plant-60431451114.html>, (pristup 21.01.2019.)
- [79] <http://www.prangl.com/hr-Proizvodi-Transport-tekih-tereta-Prikolice>, (pristup 21.01.2019. godine)
- [80] <https://www.indiamart.com/proddetail/odc-trailer-3977387312.html>, (pristup 21.01.2019.)
- [81] [https://es.123rf.com/photo\\_92781840\\_auto-conducci%C3%B3n-agv-veh%C3%ADculo-guiado-autom%C3%A1tico-con-carretilla-elevadora-aislada-sobre-fondo-gris-imagen-de-.html](https://es.123rf.com/photo_92781840_auto-conducci%C3%B3n-agv-veh%C3%ADculo-guiado-autom%C3%A1tico-con-carretilla-elevadora-aislada-sobre-fondo-gris-imagen-de-.html), (pristup 21.01.2019.)
- [82] <https://bestfreephotos.eu/automated-guided-vehicle-cost-vehicle-ideas.html> (pristup 21.01.2019.)
- [83] [https://www.materialhandling247.com/product/tunneling\\_tv1000\\_automatic\\_guided\\_vehicle](https://www.materialhandling247.com/product/tunneling_tv1000_automatic_guided_vehicle), (pristup 21.01.2019.)
- [84] <https://perspectives.ul.com/strengthening-security/preparing-for-the-future-of-business-operations-with-agvs-2>, (pristup 21.01.2019.)
- [85] <https://www.conveyco.com/future-agvs-new-technology-keep-eye/>, (pristup 21.01.2019.)
- [86] <https://www.ssi-schaefer.com/id-id/sektor-industri/industri-mode/case-study-nextlevel-logistics-162068>, (pristup 21.01.2019.)
- [87] <http://speconthejob.com/new-age-efficiency-agvs/banner-compacttugger/> (pristup 21.01.2019.)
- [88] <https://www.sick.com/nz/en/industries/port/container-terminal/ground-transportation/automated-guided-vehicle-agv/c/g366055>, (pristup 22.01.2019.)
- [89] <https://www.basf.com/global/de/who-we-are/organization/locations/europe/german-sites/ludwigshafen/the-site/news-and-media/news-releases/2017/05/p-17-183.html>, (pristup 22.01.2019.)
- [90] <https://www.vdlcontainersystemen.com/de/veranstaltungsuebersicht/toc-asia-2019-singapore>, (pristup 22.01.2019.)
- [91] <https://www.marineinsight.com/guidelines/an-insight-into-the-automated-guided-vehicle-agv-used-in-the-maritime-industry/>, (pristup 22.01.2019.)
- [92] [https://www.logisticsmgmt.com/article/agvs\\_predictably\\_flexible](https://www.logisticsmgmt.com/article/agvs_predictably_flexible), (pristup 22.01.2019.)
- [93] <http://www.directindustry.com/prod/stoecklin/product-17588-1935804.html>, (pristup 22.01.2019.)
- [94] <https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Agv.forktruck2.jpg>, (pristup 22.01.2019.)
- [95] <http://egemiusa.com/automated-guided-vehicles/agv-types/hybrid-egv/lift-trucks/>, (pristup 22.01.2019.)
- [96] [http://www.mwvpl.com/MWPVL\\_International\\_-\\_Driverless\\_Forklifts\\_-\\_Efficiency\\_Booster\\_or\\_Gimmick.pdf](http://www.mwvpl.com/MWPVL_International_-_Driverless_Forklifts_-_Efficiency_Booster_or_Gimmick.pdf), (pristup 22.01.2019. godine)
- [97] <https://www.conveyco.com/advantages-disadvantages-automated-guided-vehicles-agvs/>, (pristup 24.01.2019.)
- [98] <https://www.assemblymag.com/articles/92791-a-new-generation-of-agvs-are-appealing-to-small--and-midsize-manufacturers>, (pristup 24.01.2019.)
- [99] <https://www.assemblymag.com/articles/92915-agvs-deliver-parts-to-mercedes-assembly-line>, (pristup 24.01.2019.)

- [100] <http://www.vulkan-nova.hr/hr/proizvodi/dvogredne-mosne-dizalice/>, (pristup 24.01.2019.)
- [101] <https://www.webgradnja.hr/katalog/11069/mosne-dizalice/>, (pristup 24.01.2019.)
- [102] <http://ba.cranefly.com/overhead-crane/single-girder-bridge-crane.html>, (pristup 24.01.2019.)
- [103] <http://ba.hnarmaghcrane.com/mini-electric-hoist/indoor-small-electric-hoist-crane.html>, (pristup 24.01.2019.)
- [104] [https://nastava.sf.bg.ac.rs/pluginfile.php/21727/mod\\_resource/content/1/Microsoft%20PowerPoint%20-%20Resenja%20bazirana%20na%20dizalicama.pdf](https://nastava.sf.bg.ac.rs/pluginfile.php/21727/mod_resource/content/1/Microsoft%20PowerPoint%20-%20Resenja%20bazirana%20na%20dizalicama.pdf), (pristup 24.01.2019.)
- [105] <http://www.vulkan-nova.hr/hr/proizvodi/dvogredne-mosne-dizalice/>, (pristup 18.03.2019.)
- [106] <http://www.indennakran.rs/dizalice.htm>, (pristup 18.03.2019.)
- [107] <https://www.webgradnja.hr/katalog/11069/mosne-dizalice/>, (pristup 18.03.2019.)
- [108] <http://ba.cranefly.com/overhead-crane/single-girder-bridge-crane.html>, (pristup 18.03.2019.)
- [109] <http://ba.hnarmaghcrane.com/mini-electric-hoist/indoor-small-electric-hoist-crane.html>, (pristup 18.03.2019.)
- [110] <http://ba.beamcrane.com/gantry-crane/single-girder-gantry-crane/changyuan-10t-rail-mounted-single-girder-semi.html>, (pristup 18.03.2019.)
- [111] <http://hr.cranefly.com/gantry-crane/semi-gantry-crane-with-electric-hoist.html>, (pristup 18.03.2019.)
- [112] <http://hr.beamcrane.com/gantry-crane/single-girder-gantry-crane/single-girder-semi-portal-cranes-semi-goliath.html>, (pristup 18.03.2019.)
- [113] <http://www.fining-doo.ba/poluportalni-kranovi>, (pristup 21.03.2019.)
- [114] <https://pravimajstor.hr/katalog/4630007/abus-zidne-konzolne-dizalice>, (pristup 18.03.2019.)
- [115] <http://www.demag.rs/sr/linije-proizvoda/konzolne-dizalice>, (pristup 21.03.2019.)
- [116] <https://www.webgradnja.hr/katalog/19417/abus-zidne-konzolne-dizalice/>, (pristup 21.03.2019.)
- [117] <https://www.hduciliste.hr/shop/transport/konzolna-dizalica>, (pristup 20.03.2019.)
- [118] <http://dizalica.hr/stupne-dizalice.html>, (pristup 20.03.2019.)
- [119] <https://www.fering.com.ba>, (pristup 20.03.2019.)
- [120] <https://www.krananfrage.de/produkte/konsolkran>, (pristup 20.03.2019.)
- [121] <http://tril.ba/index.php/palette/81-euro-epal-palette>, (pristup 15.03.2019.)
- [122] <http://plasticne-palette.com/hr/vrste-paleta/palette-za-jednokratnu-uporabu/>, (pristup 15.02.2019.)
- [123] <http://www.skladiste.com/proizvodi/box-palette-i-kutije/rabljene-euro-box-palette/rabljene-euro-box-palette.html>, (pristup 15.02.2019.)
- [124] <https://webshop.schachermayer.com/cat/hr-HR/product/euro-resetka-800-x-1200-x-970-mm-nosivost-1000-kg-rabljena/107856310>, (pristup 19.02.2019.)
- [125] <http://tekelipro.com/hr/eu-palette/>, (pristup 19.02.2019.)
- [126] <https://www.kartonske-kutije.rs/product--kartonske-kutije-trosl-20x20x20-cm>,

(pristup 20.02.2019.)

- [127] <http://www.promix.hr/index.php/content/view/ambalaza-od-valovitog-kartona>, (pristup 20.02.2019.)
- [128] <https://www.njuskalo.hr/sve-ostalo/plasticne-gajbe-kasete-oglas-19732580>, (pristup 20.02.2019.)
- [129] <https://agropartner.co.rs/proizvod/rezervoar-ibc-1000-litara/>, (pristup 20.02.2019.)
- [130] [http://www.natron-hayat.ba/ba/products\\_sack.php](http://www.natron-hayat.ba/ba/products_sack.php), (pristup 15.02.2019.)
- [131] <http://magazinplus.eu/skupstina-dionicara-tvornice-cementa-kakanj-2/>, (pristup 20.02.2019.)
- [132] <https://www.njuskalo.hr/kucanski-tekstil/vrece-zitarice-platna-oglas-6974220>, (pristup 20.02.2019.)



## **XI UPRAVLJANJE TROŠKOVIMA**

### **1. POJAM EKONOMIKE PREDUZEĆA**

Ekonomika preduzeća je izraz ekonomske stvarnosti u konkretnom preduzeću. Obuhvata sve ekonomski značajne elemente, kako ljudske tako i materijalne prirode. Ekonomika preduzeća se ispoljava u jednom od sljedećih vidova:

- rezultatima proizvodnje,
- ulaganjima elemenata proizvodnje (sirovine, materijali, radna snaga...),
- odnosima između rezultata i ulaganja u proizvodnju i
- u vidu činilaca, koji uslovljavaju odnos između rezultata i ulaganja za ostvarenje tih rezultata.

Proizvod preduzeća je rezultat proizvodnje koja se odvija u istom. To je izraz ekonomike preduzeća u raznim vidovima:

- u kojoj mjeri namjena proizvoda i njegovi kvaliteti odgovaraju potrebama tržišta i zahtjevima kupaca,
- tehničko – tehnološki kvaliteti proizvoda,
- koliki je vijek trajanja proizvoda itd.

Ove karakteristike proizvoda su izraz ekonomike preduzeća, ali u njima nije vidljivo u kojoj mjeri preduzeće primjenjuje principe ekonomike. Navedene karakteristike utiču na poslovnu orijentaciju preduzeća, ali malo govore o njegovom ekonomskom uspjehu.

Ulaganja u proizvodnju su uslov da se dođe do proizvoda. Prema tome, ukoliko je proizvod element ekonomike preduzeća utoliko su i ulaganja element ekonomike. Naime određenoj količini proizvoda odgovara određena količina jednog materijala za izradu tog proizvoda, određenoj vrsti i količini proizvoda odgovaraju i određene vrste mašina sa određenim karakteristikama itd.

Ulaganja u proizvodnju nisu samo element ekonomike već istovremeno i činilac te ekonomije, koji određuje odnosno utiče na njen kvalitet. To je uglavnom zato što za svaki proizvod mogu da se koriste, alternativno, razne vrste elemenata ulaganja (razne vrste materijala, razni nivoi kvalifikovanosti radnika, razne mašine itd.). Izborom jedne kombinacije elemenata ulaganja dobiće se razni kvaliteti ekonomije.

Ni rezultati proizvodnje ni ulaganja u proizvodnju, posmatrani svaki za sebe, nisu izraz kvaliteta ostvarene ekonomike. Međutim, ako se ti isti elementi ekonomike stave u međusobni



funkcionalni odnos oni tada govore o kvalitetu ekonomike. Tako, ako neka preduzeća uz iste uslove u jednom slučaju proizvedu manju, a u drugom slučaju veću količinu proizvoda, u prvom slučaju je postignut niži nivo kvaliteta ekonomije.

Faktori ekonomike preduzeća su prije svega elementi ekonomike, time što utiču na rezultat ekonomike. Međutim, ekonomiku preduzeća uslovljava i niz drugih faktora, uglavnom društvene i ljudske prirode, koji mogu direktno ili indirektno da uslovljavaju konkretne ekonomske rezultate, odnosno kvalitet ekonomike preduzeća. Najčešće tu spadaju privredna struktura, obrazovanje, naučna dostignuća itd. Ove faktore izučavaju razne nauke, a sa stanovišta ekonomike preduzeća interesantni su samo toliko koliko uslovljavaju kvalitet ekonomike.

## 2. CILJEVI EKONOMIKE PREDUZEĆA

Ciljevi ekonomike preduzeća su izvedeni iz ciljeva preduzeća kao organizacije (opstanak, razvoj, kontinuitet razvoja). Cilj preduzeća je obavljanje određene funkcije u procesu društvene reprodukcije. To je funkcija za koju je preduzeće osposobljeno s obzirom na strukturu sredstava kojim raspolaže i kvalifikacionu strukturu zaposlenih. Funkcija preduzeća u društvenoj reprodukciji su ili proizvodnja određenih proizvoda ili pružanje određenih usluga u cilju zadovoljenja društvenih potreba. Društvene potrebe se stalno razvijaju i reprodukcija se mora prilagođavati dinamici i kvalitetu razvoja potreba. Ako preduzeće prati razvoj društvenih potreba njegov proizvod će biti bolje prihvaćen na tržištu (količina i cijena). Iz ovoga izlazi da je cilj ekonomike preduzeća:

- da preduzeće proizvede takve proizvode, koji će imati takve upotrebne kvalitete da zadovoljavaju određene društvene potrebe,
- da društvo prizna cjelishodnost proizvodnje preduzeća, odnosno pravilnost izbora proizvodnog programa time što će usluge odnosno proizvodi naći svog kupca na tržištu,
- u našoj privredi preduzeća vrši svoju funkciju zadovoljavanja dijela potreba društva preko tržišta. Ako proizvod, odnosno usluga odgovara potrebama članova društva preduzeća će dobiti povoljniju cijenu. Ako je cijena povoljnija onda je uspjeh preduzeća bolji. Iz tog izlazi još jedan cilj ekonomike preduzeća: ostvarenje takve proizvodnje koja će dobiti maksimalno društveno priznanje u vidu maksimalno ostvarenog dohotka na odabranoj proizvodnji, odnosno proizvodnom programu.

## 3. ANGAŽOVANJE SREDSTAVA U REPRODUKCIJI

Trošenje elemenata proizvodnje odvija se tako što čovjek (radna snaga odnosno rad L) djeluje pomoću sredstava za rad (SR) na predmete rada (PR) u tehnološkom procesu (TP) u cilju dobivanja upotrebnog dobra (Q):

$$(L \rightarrow SR \rightarrow PR \rightarrow TP) \rightarrow Q \quad \dots(1)$$

U procesu rada ljudski rad prenosi vrijednost sredstava za rad i predmeta rada u novi proizvod stvarajući novu vrijednost odnosno dohodak. Nova vrijednost sadrži vrijednost potrebnu za obnavljanje radne sposobnosti radnika i višak vrijednosti. Da bi ovako opisan proces proizvodnje mogao da otpočne u nekom proizvodnom, odnosno poslovnom sistemu potrebno

je prethodno obezbijediti elemente proizvodnje. U uslovima robne proizvodnje nosilac reprodukcije odnosno proizvodnje raspolaže univerzalnim oblikom vrijednosti, novcem. Zato proces reprodukcije počinje od novčanog oblika vrijednosti. Razmjenom, na tržištu, pribavljaju se potrebni predmeti rada i sredstava za rad, te se tako obezbjeđuju materijalni uslovi za proizvodnju. Na ovako pripremljene uslove djeluje proizvođač u proizvodnom procesu i stvara nove upotrebne vrijednosti. Pri tome se angažuju i novčane vrijednosti u obliku zarada radnika kako bi mogli izvršiti obnavljanje svoje radne sposobnosti (odnosno živjeti).

Po završetku proizvodnje proizvođač raspolaže proizvodima namijenjenim tržištu, koji za njega nemaju upotrebnu vrijednost. Zato mora da izvrši razmjenu na tržištu čime vrijednost prelazi iz robnog oblika u novčani oblik. Ovako posmatran proces reprodukcije predstavlja kruženje vrijednosti iz jednog oblika u drugi, pri čemu se u svakom krugu povećava ukupan iznos vrijednosti za novu vrijednost odnosno dohodak. Predstavljeno simbolički, prema uobičajenoj praksi u političkoj ekonomiji, to izgleda ovako:

$$Novac \rightarrow Roba \rightarrow Proces\ rada \rightarrow Roba \rightarrow Novac' \quad \dots(2)$$

$$Novac' = Novac + nova\ vrijednost\ (dohodak) \quad \dots(3)$$

Osnovne karakteristike procesa reprodukcije su:

- da angažuje sredstva u svim svojim fazama u raznim oblicima i
- da se tokom odvijanja reprodukcije vrši trošenje sredstava, odnosno elemenata proizvodnje.

Faze angažovanja sredstava su iste kao faze reprodukcije ako se posmatra jedan ulaz u proizvodni sistem. Međutim ako se posmatra više ulaza u proizvodni odnosno poslovni sistem, što treba jer su procesi reprodukcije, proizvodni i poslovni proces uglavnom kontinuirani, onda faze angažovanja sredstava nisu tako podijeljene i vidljive nego se međusobno preklapaju.

Sa druge strane stvarno angažovanje sredstava je duže nego što traju faze reprodukcije, odnosno poslovnog procesa iz raznih razloga. Tako prije početka proizvodnog procesa predmeti rada u različitom obliku su prisutni na skladištu kao zaliha jer je veoma teško uskladiti ritam proizvodnog procesa i ritam nabave tako da predmeti rada odmah po kupovini ulaze u proizvodnju. Zato se stvaraju zalihe, koje obezbjeđuju sigurnost odvijanja procesa. Ova faza zove se prethodna robna faza angažovanja sredstava.

Slična situacija je i sa gotovim proizvodima za koje se ne može obezbijediti da po izlazu iz tehnološkog sistema idu na tržište odnosno kupcu, nego se opet odlažu na skladište. Ova faza angažovanja sredstava zove se završna robna faza. Budući da je proizvodnja kontinuirana prije završetka tehnološke faze za jedan ulaz pristiže novi ulaz i preklapa se sa prethodnim. Iz ovog izlazi da angažovanje sredstava u reprodukciji, odnosno proizvodnom, odnosno poslovnom sistemu ima slijedeće faze:

- novčana faza,
- prethodna robna faza,
- tehnološka faza,
- faza preklapanja i
- završna robna faza.

Vrijeme trajanja svih faza zove se vrijeme angažovanja sredstava u reprodukciji ili ciklus angažovanja.

Ako se kvalitet i efikasnost reprodukcije posmatra kroz angažovanje sredstava onda su od značaja dvije karakteristike:

- vrijeme angažovanja sredstava odnosno ciklus i
- visina angažovanih sredstava.

Što je ciklus angažovanja sredstava kraći onda će ona biti prije oslobođena za drugi ciklus, odnosno za stvaranje novog dohotka. Znači što je ciklus angažovanja kraći, uz iste ostale uslove, poslovni proces je efikasniji i kvalitetniji. Sa stanovišta visine angažovanih sredstava bolji je onaj proces u kome su angažovana manja sredstva, uz iste uslove. Iz ovoga izlazi da su vrijeme angažovanja i visina angažovanih sredstava mjera kvaliteta i efikasnosti procesa reprodukcije, odnosno poslovnog procesa. Osim ovih pokazatelja efikasnosti reprodukcije preko karakteristika angažovanja sredstava koriste se i koeficijenti:

$$\alpha = \frac{S}{Q} \quad \dots(4)$$

$$\beta = \frac{Q}{S} = \frac{1}{\alpha} \quad \dots(5)$$

gdje je:

$\alpha$  – koeficijent angažovanja sredstava je najčešće  $> 1$  što ovisi od vrste proizvodnog sistema,

$S$  – vrijednost prosječno angažovanih sredstava,

$Q$  – vrijednost realizovane proizvodnje,

$\beta$  – koeficijent reprodukovanja uglavnom  $< 1$ .

Visina  $\alpha$  i  $\beta$ , ovise od:

- vrste proizvodnog sistema,
- karakteristika proizvodnog programa,
- organizacijskog nivoa proizvodnog i poslovnog sistema,
- uređenosti i organizacijskog nivoa društva.

Angažovana sredstva mogu da se podijele sa raznih stanovišta. U ekonomiji je najvažnija podjela sa stanovišta načina i vremena prenošenja vrijednosti angažovanih sredstava na novi proizvod. Sa tog stanovišta postoje dvije vrste angažovanih sredstava:

- obrtna sredstva i
- osnovna sredstva.

### 3.1. Obrtna sredstva

To su ona angažovana sredstva, koja su tehnički tako djeljiva da se može odvojiti jedan ulaz u proizvodni sistem od drugog. Ovakvo ulaganje znači da se sredstva angažovana u jednom ulazu reprodukuju čim se oslobode iz završnog robnog oblika. To znači da je njihova utrošena vrijednost potpuno prenešena na proizvod u jednom ciklusu reprodukcije, te da se oslobađa momentom prodaje robe. Stalna sredstva ne bi mogla funkcionisati ukoliko preduzeće nema obrtnih sredstava.

Obrtna sredstva u procesu reprodukcije stalno mijenjaju svoj oblik, umjesto novca pretvaraju se u sirovine, nove proizvode, umjesto realizovanih proizvoda javljaju se potraživanja, a zatim novac.

U teoriji i praksi je poznat veliki broj vrsta obrtnih sredstava, a osnovne vrste su finansijska sredstva angažovana u:

- materijalima svih vrsta;
- nedovršenoj proizvodnji;
- gotovim a neprodatim proizvodima na skladištu;
- akontacijama ličnih dohodaka isplaćenih prije prodaje robe;
- sitnom inventaru i alatu koji se utroši u jednom ulošku u proizvodnju i
- nenaplaćena potraživanja do određenog broja dana.

Obrtna sredstva su vrlo heterogena i po strukturi različita, zavisno od vrste djelatnosti preduzeća, tipa proizvodnje, veličine preduzeća i sl.

Prema pojavnom obliku obrtna sredstva se mogu svrstati u tri osnovne grupe:

- obrtna sredstva u novčanom obliku,
- obrtna sredstva u naturalnom obliku,
- obrtna sredstva u prelaznom obliku.

Obrtna sredstva u novčanom obliku čini gotovina u kasi i na računima finansijskih institucija, kao i ekvivalentne gotovine, koji imaju kratkoročan karakter kao što su: izdvojena sredstva za posebne namjene, depoziti sa kratkim otkaznim rokom, čekovi, plemeniti metali, dionice i drugi vrijednosni papiri.

Obrtna sredstva u naturalnom obliku javljaju se u obliku zaliha, koje se prema karakteristikama mogu klasificirati kao:

- zalihe materijale, rezervnih dijelova i sitnog inventara,
- zalihe u proizvodnji u smislu nedovršene proizvodnje,
- zalihe proizvoda na skladištu,
- zalihe robe, itd.

Obrtna sredstva u prelaznom obliku mogu se pojaviti samo u obliku potraživanja i u obliku razgraničenja.

Prelazni oblici potraživanja mogu biti:

- iz robe u novac,
- iz novca u robu,
- iz novca u novac.

Obrtna sredstva u preduzeću mogu biti:

- u obliku stvari,
- u obliku prava i kratkoročnih razgraničenja,
- u obliku novca.

Obrtna sredstva u obliku stvari obuhvataju:

- materijal u širem smislu (osnovni, pomoćni materijal, potrošni, poluproizvodi, gorivo, mazivo, ambalaža, auto gume i sl.),
- proizvodnju u širem smislu (nedovršena proizvodnja, vlastiti poluproizvodi, dijelovi namjenjeni daljoj proizvodnji i sl.),
- gotove proizvode,
- roba koju je preduzeće nabavilo i namjenilo prodaji. To mogu biti obrtna sredstva na zalih, u obliku materijala, u upotrebi, na putu i sl.

Obrtna sredstva u obliku prava i kratkoročnih razgraničenja:

- kratkoročni plasmani u vrijednosnim papirima (čekovi, mjenice),
- tekuća potraživanja (potraživanja od kupaca, na osnovu kredita do godinu dana i sl.),
- kratkoročna ulaganja u vlastite dionice i tuđe dionice,
- kratkoročna potraživanja po osnovu participacije (avansi dobavljačima npr.).

Obrtna sredstva u obliku novca su:

- novac na blagajni,
- na žiro – tekućem računu,
- devize,
- akreditivi,
- novac na izdvojenim računima.

Obrtna sredstva se obezbjeđuju prije početka rada poslovnog sistema u procesu investiranja. Svako dalje povećanje obrtnih sredstava također predstavlja investiciono ulaganje za proširenu reprodukciju. Inače povećanje obrtnih sredstava bez povećanja proizvodnje predstavlja smanjenje efikasnosti poslovanja. Visina potrebnih obrtnih sredstava za jedan poslovni sistem ovisi od vrste proizvoda, proizvodnog procesa, organizacijskog nivoa preduzeća i stanja na tržištu.

### 3.2. Osnovna – stalna sredstva

Osnovna – stalna sredstva su sredstva koja, se koriste duži vremenski period, a najmanje godinu dana kao posrednici između rada i predmeta rada u procesu reprodukcije. Osnovna sredstva su angažovana sredstva, koja su tehnički nedjeljiva tako da ih se u jedan ulaz u proizvodni proces ne može unijeti samo toliko koliko će ih se potrošiti i reprodukovati u tom ulazu. Redovna je pojava da se u prvi ulaz unese mnogo više sredstava, fizički i finansijski, nego što će se potrošiti u tom ulazu. U jednom ciklusu proizvodnog procesa utroši se samo jedan mali dio ovih sredstava, koji bitno ne utiče na njihova funkcionalna svojstva. Ona su sposobna za niz ciklusa procesa proizvodnje u kojima se njihova vrijednost postepeno reprodukuje i prenose na proizvod. Konačno reprodukovanje se završava kada izgube svoja funkcionalna svojstva ili zbog tehničke ekonomske zastarjelosti. Vrlo su heterogena i njihova struktura je različita u svakom preduzeću, a ona zavisi, prije svega, od djelatnosti preduzeća, vrste i veličine preduzeća, stepena tehničke opremljenosti, stepena razvoja proizvodnih snaga u djelatnosti i grani i sl. Kao primjere osnovnih sredstva navodimo:

- mašine za preradu materijala,

- sredstva za transport,
- krupniji alat i pribor,
- građevinski objekti,
- zemljište,
- dugogodišnji nasadi u poljoprivredi,
- patenti i licence,
- instalacije,
- novac za uplaćenu amortizaciju, od prodaje i odštete za osnovna sredstva itd.

**Karakteristike osnovnih – stalnih sredstava:**

1. koriste se duži vremenski period, a najmanje godinu dana,
2. cijelom svojom upotrebnom supstancom ulaze u proces proizvodnje,
3. ne troše se odjednom, nego postepeno u više procesa reprodukcije,
4. njihovo trošenje predstavlja prenošenje vrijednosti na proizvode.

Oblici stalnih sredstava:

- **Stalna sredstva u obliku stvari** (*posjeduju fizičku supstancu, opipljiv oblik*),
- **Stalna sredstva u obliku prava i dugoročnih razgraničenja** (*nematerijalna su; dugoročna – vijek trajanja duži od jedne godine*).

**3.2.1. Stalna sredstva u obliku stvari**

Stalna sredstva u obliku stvari su:

- **građevinski objekti:** zgrade, saobraćajni objekti, hidrograđevinski objekti, rudnici,
- **oprema:** mašine, uređaji, instalacije, krupni alat i inventar, transportna sredstva,
- **zemljište:** za poljoprivredne i industrijske svrhe,
- **šume i dugogodišnji zasadi i**
- **osnovno stado.**

*Zemljište* predstavlja sredstvo samo onda kada služi u privredne svrhe bilo da se koristi za lokaciju preduzeća, ili da je opšti, osnovni predmet rada na kojem se obavlja proces proizvodnje (poljoprivredno zemljište).

*Građevinski objekti* su razne vrste zgrada (pogonske, skladišne, upravne), hidrograđevinski objekti, saobraćajni objekti, objekti za prenos električne energije, rudarski radovi i dubinska bušenja.

*Oprema* predstavlja najvažniju stavku u strukturi stalnih sredstava, posebno kod proizvodnih preduzeća. To su sredstva za rad kojima radnici djeluju na predmete rada u cilju dobijanja gotovih proizvoda. Ovdje ubrajamo: mašine, uređaje, instalacije, transportna sredstva, laboratorijsku opremu, instrumente i alate, inventar i namještaj, kompjutere i drugu opremu.

*Šume* obuhvataju šumske pojaseve, ukrasne nasade, plantažne šume i prirodne šume.

*Dugogodišnji zasadi i osnovno stado* pojavljuju se kao stalna sredstva u upotrebi kod poljoprivrednih preduzeća. Ovdje ubrajamo: voćnjake, vinograde, proizvodnu i radnu stoku i stočni podmladak.

Prema ekonomskoj funkciji u procesu reprodukcije stalna sredstva u obliku stvari se dijele na:

1. stalna sredstva u upotrebi,
2. stalna sredstva u pripremi,
3. stalna sredstva van upotrebe.

Stalna sredstva u upotrebi su stvari koje su u momentu posmatranja sposobne za upotrebu.

Stalna sredstva u pripremi su u fazi pribavljanja, izgradnje i osposobljavanja za upotrebu. Karakteristično za ovu grupu sredstava je da se ona ne mogu odmah upotrijebiti, već se moraju prethodno ugraditi, odnosno instalirati, pa da u određenom momentu počnu funkcionisati kao stalno sredstvo. Ovdje spadaju: nedovršene zgrade, investiciono ulaganje u toku i sl.

Stalna sredstva van upotrebe su sredstva, koja su nekada bila u upotrebi bez perspektive daljeg korištenja. Ova se sredstva preduzeća, obično, rashoduju ili prodaju.

Osnovna sredstva prema pojavnim oblicima se dijele na:

- nematerijalna ulaganja (prava),
- materijalna sredstva,
- novčana sredstva u obliku dugoročnih finansijskih plasmana.

Prvu grupu nematerijalnih ulaganja čine raznovrsna dugoročna ulaganja i plasmani preduzeća (osnivačka ulaganja, ulaganja u istraživanje i razvoj, ulaganja u probnu proizvodnju, nematerijalna ulaganja u pripremi, avansi za nematerijalna ulaganja...).

Drugu grupu čine koncesije, patenti i licence. Koncesije predstavljaju davanje na korištenje prirodnih bogatstava i javnih dobara na određeni rok uz naknadu. Najčešći rok je 30 godina. Patent je autorsko pravo na sopstveno otkriće kod zvanične institucije, a licenca je kupovina patenta.

U materijalna sredstva spadaju: zemljište, šume, građevinski objekti, višegodišnji zasadi, osnovno stado, osnovna sredstva u pripremi i oprema (uređaji, postrojenja, transportna sredstva, alat i inventar).

Dugoročni finansijski plasmani predstavljaju osnovna sredstva preduzeća u novčanom obliku i u ovu kategoriju spadaju:

- ulaganja kapitala preduzeća u tzv. vezana preduzeća, sa kojima se ostvaruju određene poslovne funkcije,
- učešće u kapitalu drugih pravnih lica, kada preduzeće otkupljuje akcije ili druge papire od vrijednosti, radi ostvarivanja dividend,
- dugoročni krediti u zemlji i inostranstvu koje je preduzeće plasiralo,
- dugoročni papiri od vrijednosti.

### **3.2.2. Stalna sredstva u obliku prava i dugoročnih razgraničenja**

U obliku prava u dugoročnih razgraničenja osnovna sredstva mogu biti:

- patenti, pravo pronalazača da proizvede i proda izum,
- licence, pravo korištenja tuđeg izuma ili proizvoda,
- koncesije, pravo na korišćenje nekog dobra u određenom roku,
- franšize, pravo na ekskluzivne teritorije ili tržište,
- izdaci za istraživanje i razvoj, projekti koji će u budućnosti donijeti profit,
- potraživanja iz osnovnih sredstava, avansi dati proizvođačima opreme ili izvođačima građevinskih radova,
- ostala dugoročna razgraničenja, ulaganja za istraživanja, softver, aktivna vremenska razgraničenja i slično.

### **3.2.3. Izvori finansiranja osnovnih sredstava**

Izvori finansiranja osnovnih sredstava se dijele se na:

- sopstvena sredstva – ostvarena dobit iz amortizacije kao i sredstva primljena od drugih lica bez obaveze vraćanja i
- pozajmljena sredstva – krediti, izdvajanje obveznica, udruživanjem i ulaganjem sredstava drugih lica.

Vrijednosti osnovnih sredstava ekonomski gledano su:

- a) nabavna vrijednost,
- b) amortizovana vrijednost,
- c) sadašnja vrijednost,
- d) revalorizovana vrijednost.

Nabavnu vrijednost osnovnih sredstava sačinjava fakturna cijena uvećana za troškove transporta, montaže i ugradnje, carine, poreza. Ona se ne mijenja tokom trajanja osnovnog sredstva, osim u povremenim revalorizacijama. Služi za obračun amortizacije. Amortizovana vrijednost osnovnih sredstava je knjigovodstveno – tehnicka kategorija. Ona u toku godine predstavlja trošak, a na kraju godine prelazi u ispravku vrijednosti osnovnih sredstava (otpis). Amortizovana vrijednost pokazuje koliko je osnovno sredstvo umanjilo svoju vrijednost u dotadašnjem vijeku trajanja.

### **3.2.4. Amortizacija osnovnih sredstava**

Pod amortizacijom podrazumijevamo postepeno prenošenje vrijednosti stalnih sredstava na gotove proizvode ili usluge. Sa ekonomskog stanovišta amortizacija je vrijednosni izraz trošenja stalnih sredstava. Amortizacijom osnovnih sredstava obezbjeđuje se integritet tih sredstava i kontinuitet reprodukcije sredstava.

Zadaci amortizacije su:

- da odrazi trošenje stalnih sredstava i smanjivanje njihove vrijednosti,
- služi kao sredstvo za određivanje dijela vrijednosti stalnih sredstava koji je prešao na



proizvod ili usluge,

- služi kao sredstvo da se osigura mogućnost obnavljanja, odnosno zamjene dotrajalih osnovnih sredstava.

Stalna sredstva u obliku stvari troše se u procesu reprodukcije, te se ona moraju amortizovati, mada neka sredstva kao što je zemljište, ne podležu obavezi amortizacije.

Osnovica za obračun amortizacije može biti nabavna, revalorizovana i reprodukciona vrijednost stalnih sredstava. Naravno potrebno je i poznavati stopu amortizacije. Stalna sredstva u toku svog vijeka korištenja prenijela su 100% svoju vrijednost na proizvode.

U nomenklaturi sredstava za amortizaciju osnovna sredstva su grupisana u amortizacione grupe. [4]

Vremenski sistem obračuna amortizacije kao bazu za obračun uzima vrijeme, tj. vijek trajanja stalnih sredstava. Kod ovog sistema razlikujemo sljedeće metode obračuna:

- a) metod ravnomjerne ili konstantne amortizacije,
- b) metod progresivne amortizacije,
- c) metod degresivne amortizacije.

Obrtna sredstva (ObS), osnovna sredstva (OS), sredstva zajedničke potrošnje (ZP) čine poslovna sredstva preduzeća (PS) odnosno imovinu preduzeća:

$$PS = ObS + OS + ZP \quad \dots(6)$$

Zakon o očuvanju supstance imovine poslovnog sistema traži poštovanje:

$$PS_t \geq PS_{t_0} \quad \dots(7)$$

gdje je:

$PS_{t_0}$  – vrijednost poslovnih sredstava u nekom početnom momentu  $t_0$ ,

$PS_t$  – vrijednost poslovnih sredstava u bilo kojem momentu posmatranja  $t$ .

Neodgovarajuća amortizacija dovodi do toga da sistem jede sam sebe. To je čest slučaj u uslovima visoke inflacije i neodgovarajuće raspodjele dohotka.

## 4. TROŠKOVI

### 4.1. Pojam troškova

Postoje brojna pojmovna određenja troška, ali se u literaturi najčešće definiraju kao vrijednosno izraženi utrošak upotrijebljenih resursa, koji se koriste u svrhu postizanja određenog cilja ili ostvarivanja učinka. [2] „U užem smislu, pod troškovima se smatra potrošnja resursa zbog izrade novih proizvoda, te troškovi shvaćeni na ovaj način imaju karakter prenijete vrijednosti. Jednako tako, za sva navedena pojmovna određenja troška karakteristično je navođenje mogućnosti mjerenja, izračunavanja i izražavanja troškova u novčanom iznosu. Ova mogućnost izražavanja vrlo je značajna s aspekta planiranja, razvrstavanja, evidentiranja, kontrole, analize i upravljanja troškovima.“ [3]

Pošto se vrijednost izražava u novcu to su troškovi u novcu izražene količine utrošene radne snage, sredstava za rad i predmeta rada. Znači da se troškovi sastoje od:

- troškova živog rada,
- troškova opredmećenog, odnosno minulog rada (sredstva za rad i predmeti rada) i
- drugih izdataka koje obezbjeđuju reprodukciju, a po Zakonu smatraju se troškovima.

Trošenje elemenata u proizvodnom procesu nije nepovratno uništavanje sredstava već trošenje koje ima svrhu stvaranja novih upotrebnih vrijednosti. Trošenje je uslov proizvodnje. Zbog toga se rezultati poslovanja ne poboljšava smanjivanjem troškova ispod određene granice. Treba povećavati i proizvodnju.

Količine utrošenih elemenata proizvodnje mogu se izraziti i u naturalnim jedinicama mjere. Međutim naturalno izražavanje nekih utrošenih elemenata proizvodnje je nemoguće ili vrlo teško pa se novčane vrijednosti koriste kao zajedničko mjerilo za sve vrste količinskog trošenja. Zato su troškovi, u stvari, suma količina utrošenih elemenata proizvodnje pomnoženih sa odgovarajućim cijenama.

Ovako rečena definicija troškova predstavlja samo uži sadržaj pojma troškovi. Naime pored troškova vezanih za neposrednu proizvodnju u poslovnom sistemu, odnosno preduzeću, nastaju i drugi troškovi vezani za obavljanje drugih funkcija u preduzeću koje su u neposrednoj vezi sa proizvodnjom (planiranje, priprema rada, nabava, prodaja itd). Ovi troškovi nemaju karakter reproduccionog trošenja.

Zato pojam troškovi u širem smislu označava sva trošenja koja su nastala u preduzeću u direktnoj ili indirektnoj vezi sa proizvodnjom. Svi troškovi su sastavni dijelovi cijene koštanja proizvoda odnosno usluga. Troškovi opterećuju proizvod (uslugu) i preko njega (prodajom) se vrećaju uložena sredstva u proizvodni, odnosno poslovni proces.

U praksi se susrećemo sa raznim izrazima koji su povezani sa pojmom troškova, ali među njima postoji razlika. S aspekta upravljanja troškovima potrebno je razlikovati i troškovima bliske kategorije kao što su: utrošak, isplata, izdatak, rashod, gubitak.

**Isplata** je pojam najčešće vezan za predaju gotovog novca korisniku, a obuhvata i doznake novca na žiro račun. Isplata može prethoditi utrošku ili uslijediti nakon njega, a i ne mora da ima veze sa utroškom (darovanje, učešće).

**Utrošak** je pojam najbliži pojmu troška, ali se od njega i razlikuje. Utrošak se u potpunosti podudara sa pojmom troška kad se u novcu izražava trošenje elemenata proizvodnje neposredno vezanih za stvaranje učinaka (proizvoda ili usluga). Osim ovih utrošaka postoje i utrošci koji nemaju veze sa proizvodnjom i poslovanjem preduzeća. Takvi utrošci nemaju karakter troškova i ne ulaze u cijenu koštanja. Uopšte se može reći da utrošci obuhvataju svu potrošnju preduzeća, dok u troškove ulazi samo ona potrošnja, koja je posljedica proizvodnje novih učinaka i poslovne djelatnosti preduzeća.

**Izdatak** ima slično značenje kao i isplata s tim što izdatak ne mora biti samo u novcu već i u raznim materijalnim oblicima. Izdatak ne mora značiti i obaveznu pojavu troškova nakon nekog vremena (naprimjer izdani, a neutrošeni materijal). Isplata i izdatak uopšte znače određena prostorna kretanja raznih vrijednosti, koja nemaju nužno za posljedicu smisao konačnog trošenja vrijednosti.

**Rashod** je pojam koji ima šire značenje od pojma troškova. Rashodi obuhvataju sva trošenja vrijednosti u preduzeću bez obzira imaju li veze sa proizvodnjom ili nemaju. Svi troškovi su rashodi, a svi rashodi nisu troškovi. Osim troškova, koji se javljaju u vezi sa proizvodnjom javljaju se vanredni i neposlovni rashodi kao štete, kazne, otpis nenaplativih potraživanja itd.,

te rashodi sredstava zajedničke potrošnje i sredstava rezervi.

**Gubitak** je višak rashoda iznad ostvarenih prihoda zbog čega poslovni sistem ne može da pokrije neke svoje obaveze. Razlika između gubitaka i troškova je što troškovi mogu postojati a da nema gubitaka.

Budući da je polje djelovanja inženjera najviše i najčešće vezano za proizvodnju i njoj vezane funkcije to su za naša razmatranja od posebnog značaja troškovi.

Na visinu troškova u preduzeću utiče veliki broj različitih faktora. Dio tih faktora djeluje unutar samog preduzeća, a drugi dio se nalazi van nje. Zato se mogu razlikovati unutrašnji i vanjski faktori. Unutrašnji faktori su:

- subjektivnog karaktera gdje naročito dolazi do izražaja oblik i efikasnost organizovanja preduzeća, kvalitet izvršilaca itd. i
- objektivnog karaktera kao kvalitet sredstava za rad, geografski položaj itd.

Vanjski faktori su oni faktori koji djeluju izvan preduzeća i na njih preduzeće može uticati samo djelimično. To su naprimjer tržište, zakonske obaveze, osiguranje itd.

#### 4.2. Podjela troškova prema različitim kriterijima

Podjela troškova evoluirala je s razvojem ekonomskih nauka. Troškove, kao jedan od oblika ulaganja vrijednosti u reprodukciju, možemo posmatrati sa više stanovišta i prema tome podijeliti po više kriterijuma. U računovodstvenoj literaturi postoje različiti kriteriji klasifikacije troškova, no za potrebe inženjera obrađene su sljedeće klasifikacije: [5]

- troškovi prema prirodnoj podjeli,
- troškovi prema mjestima nastanka,
- troškovi prema vezanosti za nosioca,
- troškovi prema načinu prenošenja na proizvod,
- troškovi prema uslovljenosti veličinom proizvodnje (stepen korištenja kapaciteta),
- troškovi s gledišta njihove usporedbe i predviđanja,
- troškovi prema mogućnosti terećenja na zalihe.

Poznavanje različitih podjela troškova omogućuje lakše promatranje njihovih reakcija u različitim uslovima, odnosno njihovo nejednako kretanje u nejednakim uslovima, zatim njihovo rangiranje prema važnosti u različitim okolnostima. [6]

##### 4.2.1. Prirodna podjela troškova

To je podjela troškova po osnovu porijekla troškova i funkcionalne zavisnosti troškova i elemenata proizvodnje. U reprodukciji odnosno proizvodnji učestvuju tri osnovna elementa: radna snaga, sredstva za rad i predmeti rada, Slika 1.



Slika 1. Osnovni elementi reprodukcije

Prema tome to su i tri vrste prirodnih troškova:

- troškovi rada,
- troškovi materijala,
- troškovi sredstava za rad.

Za trošenje materijala u proizvodnom procesu karakteristično je da se materijal unosi postepeno u proces i u njemu se odjednom utroši. Pri tome se na novi proizvod prenosi vrijednost, koja je opredmečena u materijalu. Količinski troškovi materijala su jednaki:

$$T_{pr} = \sum_{i=0}^n M_i \cdot C_{mi} \quad \dots(8)$$

gdje je:

$M_i$  – količina i-tog materijala,

$C_{mi}$  – nabavna cijena i – tog materijala.

$$T_{pr} = T_{om} + T_{pm} + T_{dm} + T_e + T_{um} \quad \dots(9)$$

Pri ovome razlikujemo:

- **osnovne materijale** koji cijelom svojom supstancom ulaze u proizvod i čine najveći dio njegove mase. Oni nose najveći dio troškova materijala. Troškovi osnovnog materijala ovise od karakteristika proizvoda, karakteristika tehnološkog procesa i stepena osvojenosti proizvoda, odnosno procesa rada. Specifičnost ovih troškova je da su oni stalni po jedinici proizvoda ukoliko se ne mijenja normativ utroška ili nabavna cijena. Ovo omogućava direktno vezivanje troškova osnovnog materijala za jedinicu proizvoda. Troškovi osnovnog materijala su proporcionalni obimu proizvodnje;
- **dodatni materijal**  je materijal koji također ulazi svojom supstancom u proizvod ali čini manji dio njegove mase. To je naprimjer elektroda za zavarivanje. Troškovi dodatnog materijala imaju iste karakteristike kao troškovi osnovnog materijala;
- **pomoćni materijal**  je materijal koji svojom supstancom ne ulazi u proizvod, ali bez čijeg se trošenja ne bi mogao proizvesti određeni proizvod. To je naprimjer zaštitni plin kod zavarivanja, sredstvo za podmazivanje itd. Troškovi pomoćnog materijala imaju visok stepen proporcionalnosti sa obimom proizvodnje;
- **troškove energije**  koji mogu biti troškovi pogonske i tehnološke energije. Troškovi pogonske energije nastaju uslijed trošenja prirodnih izvora energije za pokretanje mašina i uređaja. Visina ovih troškova ovisi od stepena tehničke opremljenosti preduzeća i kvaliteta vođenja procesa. Ako je ovaj stepen viši biće i ovi troškovi viši. Troškovi tehnološke energije javljaju se trošenjem energije u cilju omogućavanja samog tehnološkog procesa kao naprimjer troškovi koksa i plina koji su potrebni za stvaranje uslova neophodnih za ostvarenje potrebne temperature, hemijskih reakcija i slično;
- **troškovi tuđih usluga**  koje se javljaju pri izvršavanju kompleksnog zadatka reprodukcije kao posljedica podjele rada. Ovi troškovi mogu biti materijalne i nematerijalne prirode. Prvi su rezultat kooperacije, gdje se u interesu ekonomije preduzeća povjere određeni zadaci drugim proizvođačima. Troškovi tuđih usluga nematerijalne prirode su uglavnom plaćanja raznih usluga kratkoročnog ili dugoročnog karaktera.

Troškovi sredstava za rad su cjenovno izraženi utrošci tih sredstava u reprodukciji. Njihova visina se utvrđuje specifično, u vezi sa načinom njihovog unošenja u proces proizvodnje i učestvovanja u tom procesu. Ako se ovako posmatraju troškovi sredstava za rad onda oni sadrže sljedeće troškove:

- troškovi fizičkog trošenja sredstava za rad ( $T_{FT}$ ),
- troškovi zastarjevanja ( $T_{zast.}$ ),
- troškovi produženja vijeka trajanja ( $T_{pžv}$ ) i
- režijski troškovi sredstava za rad ( $T_{rtsr}$ ).

$$T_{sr} = T_{FT} + T_{zast.} + T_{pžv} + T_{rtsr} \quad \dots(10)$$

Osnovni oblik trošenja sredstava za rad je **fizičko trošenje**. U većini slučajeva to su i najveći troškovi sredstava za rad. Kako se utvrđuju ovi troškovi? Sredstva za rad se postepeno troše prenoseći svoju vrijednost na proizvod dok ne izgube svoje funkcionalne sposobnosti. S obzirom da se ne može tačno utvrditi pripadajući dio trošenja na jedinicu proizvoda to se on procjenjuje kao iznos amortizacije sredstava za rad. Ovaj način procjenjivanja trošenja sredstava za rad naziva se pretpostavljeno trošenje. Prema tome, fizički utrošak sredstava za rad pojavljuje se kao amortizacija. Pri tome razlikujemo vremensku amortizaciju, gdje se amortizacija pojavljuje kao trošak u jednakim iznosima tokom amortizacionog vijeka i funkcionalnu amortizaciju, gdje se amortizacija pojavljuje kao trošak sveden na jedinicu proizvoda. Najčešće je pojava vremenske amortizacije, a funkcionalna se pojavljuje kod sredstava za rad, gdje je fizičko trošenje više vezano za intenzitet eksploatacije (saobraćajna sredstva). Zakon propisuje visinu amortizacije po vrstama sredstava za rad (da sistem "ne pojede sam sebe").

Pri eksploataciji sredstava za rad često se može desiti da je neko sredstvo za rad ekonomski opravdanije staviti van upotrebe bez obzira što nije u potpunosti amortizovano niti je izgubilo svoje funkcionalne sposobnosti. To su slučajevi:

- kad se pojavilo sredstvo slične ili iste namjene ali većih proizvodnih sposobnosti,
- promjene tehnološkog procesa,
- nemogućnosti realizacije proizvoda, koji se izrađuje na tom sredstvu, na tržištu.

Neamortizovani dio ovih sredstava predstavlja **troškove zastarjevanja**. Karakteristično za troškove zastarjevanja je da nastaju neočekivano i da nemaju svog nosioca – proizvod. Zato je neophodno blagovremeno uočiti mogućnost pojave navedenih slučajeva i svesti troškove zastarjevanja na minimum.

**Troškovi produženja vijeka trajanja i režijski troškovi** sredstava za rad predstavljaju u stvari troškove održavanja sredstava za rad. Prvi predstavljaju troškove investicionog, a drugi troškove tekućeg održavanja. Zamjenom živog rada opredmećenim radom (minulim), odnosno mehanizacijom i automatizacijom, troškovi sredstava za rad postaju sve značajniji u odnosu na troškove rada.

**Trošenje radne snage** u procesu reprodukcije ostvaruje se tako što se privremeno smanjuje radna sposobnost radnika uslijed trošenja njegove bioenergije. Za obnavljanje radne snage radnika potrebno je obezbijediti sredstva za obezbjeđenje te reprodukcije. To se ostvaruje preko zarade koju radnik prima za izvršeni rad. I upravo ova zarada se tretira kao trošak radne snage. Trošak radne snage je prije svega kalkulativna stavka u cijeni koštanja i odnosi se samo na onaj

dio koji se obračunava kao trošak po sporazumu (pravilniku ili...) o raspodjeli ličnih dohodaka. Drugi dio ličnog dohotka radnika uslovljen je poslovnim uspjehom preduzeća i ne smatra se troškom rada. Troškovima rada se dakle podrazumijeva dio ličnog dohotka nazvan „ukalkulisani lični dohoci”.

#### **4.2.2. Podjela troškova prema mjestima nastanka**

Prema ovom kriterijumu podjele, troškovi se dijele na:

- troškove izrade i
- troškove režije.

U **troškove izrade** spadaju troškovi, koji nastaju u vezi sa trošenjem elemenata proizvoda na radnim mjestima izrade, tj. na proizvodnim, odnosno tehnološkim radnim mjestima. Zato se često u praksi ovi troškovi zovu i proizvodni troškovi. O tome šta sve spada u ove troškove ne postoji saglasnost između različitih autora. Prema nekima, u troškove izrade spadaju samo troškovi materijala za izradu (materijala koji ulazi u supstancu proizvoda) i troškovi rada na tehnološkim radnim mjestima. Po drugima, u troškove izrade spadaju svi troškovi koji su posljedica trošenja na radnim mjestima izrade: troškovi materijala osnovnog, dodatnog i pomoćnog, troškovi rada, troškovi energije, koja se troši na radnim mjestima izrade, troškovi mašina.

Svi ostali troškovi u praksi nazivaju se **režijski troškovi**. To su troškovi nastali kao posljedica trošenja elemenata proizvodnje na "pomoćnim radnim mjestima" u proizvodnim prostorima, na radnim mjestima organizatora proizvodnje i na svim radnim mjestima izvan proizvodnih prostora: u pripremi rada, planiranju, poslovima tržišta, finansijskim poslovima, kontroli itd. Odnos obima troškova izrade i troškova režije ovisi o više faktora od kojih su važniji:

- proizvodni program (složeniji proizvodi i skupi materijali – veći troškovi izrade),
- stepen mehanizovanosti,
- organizaciono – tehnički nivo poslovnog sistema,
- tip proizvodnje.

#### **4.2.3. Podjela troškova prema vezanosti za nosioca**

Nosioci troškova su proizvodi ili usluge u vezi s čijom proizvodnjom nastaju ti troškovi. Sa stanovišta vezanosti za proizvod, u vezi s kojim nastaju, troškovi se dijele na:

- pojedinačne i
- zajedničke.

Pojedinačni troškovi su oni troškovi koji su nastali kao posljedica utroška vezanog za tačno određen proizvod. Tako su troškovi materijala za izradu jasno vezani za proizvod za koji je taj materijal utrošen. Isti je slučaj i sa troškovima rada izrade.

Zajednički troškovi su oni koji su posljedica zajedničkih utrošaka elemenata proizvodnje za više raznih proizvoda ili za čitavu proizvodnju u preduzeću. Naime ovdje se ne vidi koji dio utroška pada na koji proizvod. Tako su troškovi električne energije za osvjjetljenje zajednički troškovi za sve proizvode koji se rade u osvjjetljenom proizvodnom prostoru, isti je slučaj sa troškovima grijanja, administracije itd.

#### **4.2.4. Podjela troškova prema načinu prenošenja na proizvod**

Sa stanovišta načina po kojem se prenose na proizvod troškovi mogu biti:

- direktni i
- indirektni.

Pod **direktnim troškovima** podrazumijevaju se troškovi, koji su neposredno vezani za proizvod već u izvornoj dokumentaciji i to u momentu kad su nastali. Tako su troškovi materijala izrade proizvoda i rada izrade definisani u radnom nalogu.

**Indirektni troškovi** su oni koji u momentu nastajanja ne mogu da se vežu neposredno za proizvod. Umjesto toga, oni se obično kasnije, na osnovu izvjesnih, unaprijed utvrđenih kriterijuma, odnosno ključeva, prenose na proizvod zbog kojeg su nastali. Neki od tih ključeva su površine radnih prostora (za troškove grijanja i osvjetljenja), vrijednost osnovnih sredstava na kojima se zajednički izvode neke faze proizvodnog procesa, broj ljudi u pojedinim organizacionim jedinicama itd.

Iz do sada navedenih podjela se vidi da su troškovi materijala i rada, koji nastaju na tehnološkim radnim mjestima troškovi izrade, da su to najčešće pojedinačni troškovi i da imaju karakter direktnih troškova. Sa druge strane se vidi da su troškovi izvan tehnoloških radnih mjesta režijski troškovi, da su to najčešće zajednički troškovi i da se na proizvod prenose preko unaprijed dogovorenih ključeva.

#### **4.2.5. Podjela troškova prema uslovljenosti veličinom proizvodnje**

Najčešće razmatrana podjela u ekonomskoj teoriji i praksi je podjela troškova sa stanovišta njihovog ponašanja u odnosu na promjenu obima proizvodnje. Pri tome se pod obimom proizvodnje podrazumijeva nivo iskorištenja kapaciteta. Kapacitet predstavlja proizvodnu sposobnost preduzeća (poslovnog sistema) u jedinici vremena.

Pri promjeni obima proizvodnje, odnosno stepena iskorištenja ukupni troškovi se mijenjaju. Međutim, pojedine komponente troškova se pri tome različito ponašaju. Jedni troškovi se sa obimom proizvodnje uopšte ne mijenjaju pa se nazivaju fiksni odnosno nepromjenljivi troškovi.

Ostali troškovi se, pri promjeni obima proizvodnje mijenjaju pa se nazivaju varijabilni troškovi odnosno promjenljivi.

Zakovitost promjene troškova pri tome može biti različita: proporcionalna, iznadproporcionalna, ispodproporcionalna ili neka druga.

#### **4.2.6. Troškovi s gledišta njihove usporedbe i predviđanja**

Predviđanje troškova omogućuje menadžerima izbor između alternativa radi postupka njihova racionaliziranja, te radi izrade planova i budžeta kako bi se troškovi mogli držati pod kontrolom.

U tu svrhu značajna je sljedeća podjela troškova: [6]

- *stvarni troškovi* su odraz stvarno nastalih troškova u određenom periodu. Ako se radi o troškovima koji su nastali u nekom proteklom periodu, stvarni se troškovi nazivaju i povijesnim troškovima. Ako se radi o tekućem periodu stvarni se troškovi nazivaju i

tekućim troškovima. Nedostatak stvarnih troškova je u tome što se utvrđuju na kraju obračunskog perioda, što znači da ih menadžeri prekasno dobivaju za donošenje tekućih odluka.

- *planski troškovi* izraz su nastojanja da se usklade troškovi i prihodi i da se oni ne prepuste nekontroliranom i nepredvidivom kretanju. Karakteristika planskih troškova je da se najprije predviđaju kao prirodne vrste troškova, zatim se dodjeljuju pojedinim mjestima nastanka i zaračunavaju nositeljima troškova, a vodeći računa dostignutom ili očekivanom stepenu iskorištenja kapaciteta. Ovisno o tome za koliki period se troškovi planiraju razlikujemo čvrste planske ili fleksibilne planske troškove. [7]
- *standardni troškovi* su oni troškovi koji se mogu unaprijed predvidjeti. Uslov za utvrđivanje standardnih troškova je poznavanje asortimana i vrste proizvoda koji se proizvodi, poznavanje proizvoda koji se troše u radnom procesu, te poznavanje cijena pojedinih proizvoda.

#### 4.2.7. Troškovi prema mogućnosti terećenja na zalihe

U proizvodnim poduzećima troškovi se prema mogućnosti terećenja na zalihe dijele na: [8]

- uskladištive troškove kojima je dopušteno teretiti zalihe. To su: troškovi direktnog materijala, troškovi direktnog rada, opšti troškovi proizvodnje (troškovi proizvodne režije).
- neusklađive troškovi kojima nije dopušteno teretiti zalihe, nazivaju se još i troškovima perioda ili vremenskim troškovima. To su: troškovi uprave i prodaje, opšti troškovi finansiranja i drugi opšti troškovi.

### 4.3. Dinamika troškova ili odnos između obima proizvodnje i troškova

#### 4.3.1. Reagibilnost troškova

Promjena obima proizvodnje različito utiče na kretanje pojedinih vrsta troškova. Promjene troškova u nizu uzastopnih vremena u ekonomskoj teoriji naziva se dinamika troškova. Pri ispitivanju kako neki troškovi reaguju na promjenu obima proizvodnje koristi se odnos promjene troškova i obima proizvodnje:

$$r = \frac{\Delta T}{\Delta Q} \quad \dots(11)$$

gdje je:

$\Delta T$  – promjena visine troškova,

$\Delta Q$  – promjena obima proizvodnje.

Koeficijent "r" (11) zove se koeficijent ili stepen reagibilnosti troškova. Za određene vrijednosti "r" imamo vrste troškova s obzirom na kretanje obima proizvodnje:

- za  $r = 0$  radi se o fiksnim troškovima,
- za  $r = 1$  radi se o proporcionalnim troškovima,
- za  $r < 1$  radi se o regresivnim (ispod proporcionalnim) troškovima,
- za  $r > 1$  radi se o progresivnim (iznad proporcionalnim) troškovima.



Kod razmatranja dinamike troškova može se posmatrati:

- promjena ukupnih troškova za čitavu proizvodnju:

$$T = f(Q) \quad \dots(12)$$

- promjena jediničnih troškova po proizvodu u odnosu na promjenu proizvodnje:

$$t = f\left(\frac{T}{Q}\right) \quad \dots(13)$$

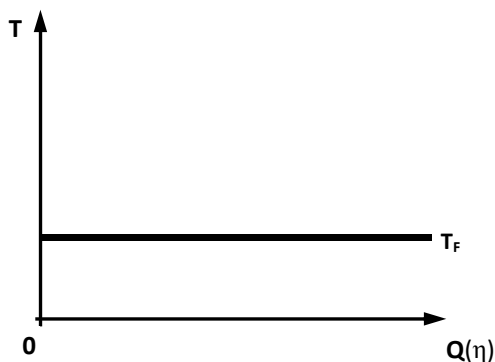
#### 4.3.2. Fiksni troškovi ( $T_F$ , $t_f$ )

Fiksni troškovi se ne mijenjaju u ukupnoj sumi ako se mijenja obim proizvodnje, odnosno aktivnosti preduzeća uopšte. Neki od fiksnih troškova postoje kad preduzeće uopšte ne radi. Najveći dio ovih troškova su posljedica korištenja kapaciteta ili pripreme za to korištenje. Zato se često i zovu troškovima kapaciteta. Po pravilu mijenjaju se pri povećanju kapaciteta, odnosno modernizacijom i proširenjem tehničkih uslova proizvodnje. Ako prikažemo grafički ponašanje ukupnih fiksnih troškova onda to izgleda kao na Slici 2.

Sa slike se vidi da su fiksni troškovi isti i pri najmanjem i pri najvećem obimu proizvodnje.

Sa stanovišta uspješnosti obima proizvodnje značajnije je posmatrati fiksne troškove po jedinici proizvoda u uslovima promjene obima proizvodnje jer su nosioci troškova proizvodi (odnosno drugi učinci) i što se utrošene vrijednosti preko proizvoda naplaćuju od njihovih kupaca.

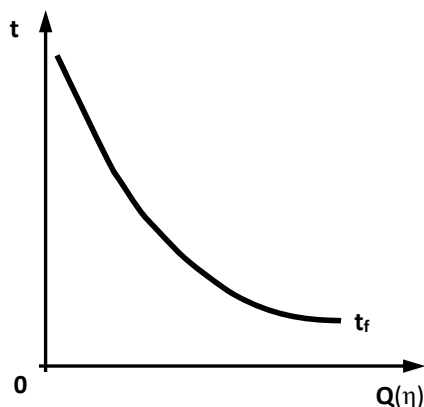
Fiksni troškovi po jedinici proizvoda mijenjaju se obrnuto proporcionalno promjenama obima proizvodnje, Slika 3.



Slika 2. Prikaz ukupnih fiksnih troškova

Ne postoje preduzeća isključivo sa fiksnim troškovima već se pojavljuju zajedno sa varijabilnim troškovima. Međutim, smjer razvoja preduzeća pokazuje da se u strukturi ukupnih troškova preduzeća stalno povećava učešće fiksnih troškova. To je posljedica stalnog razvoja proizvodnih snaga, povećanja sredstava za rad, mehanizacije i automatizacije u preduzeću. Povećanje obima i vrijednosti osnovnih sredstava, a time i fiksnih troškova upućuje na obavezu zaposlenih, naročito organizatora u preduzeću, da se što više koriste kapaciteti.

Tako fiksni troškovi po jedinici proizvoda, a time i cijena koštanja proizvoda, postaju manji. Ovakva obaveza stoji tim više ako se radi o preduzeću u čijoj strukturi ukupnih troškova prevladavaju fiksni troškovi (visoko učešće sredstava rada u poslovnim sredstvima).



Slika 3. Prikaz kretanja jediničnih fiksnih troškova

Kao primjeri preduzeća sa visokim učešćem fiksnih troškova u ukupnim troškovima mogu da se navedu: hidroelektrane, čeličane, koksare, valjaonice, termoelektrane itd.

Među najvažnije troškove, koji imaju fiksni karakter ubrajaju se:

- amortizacija (vremenska),
- troškovi investicionog održavanja (dijelom),
- premije osiguranja,
- najamnine i zakupnine,
- stalni doprinosi i članarine,
- stalni troškovi administracije itd.

#### 4.3.3. Relativno fiksni troškovi ( $T_{RF}$ , $t_{rf}$ )

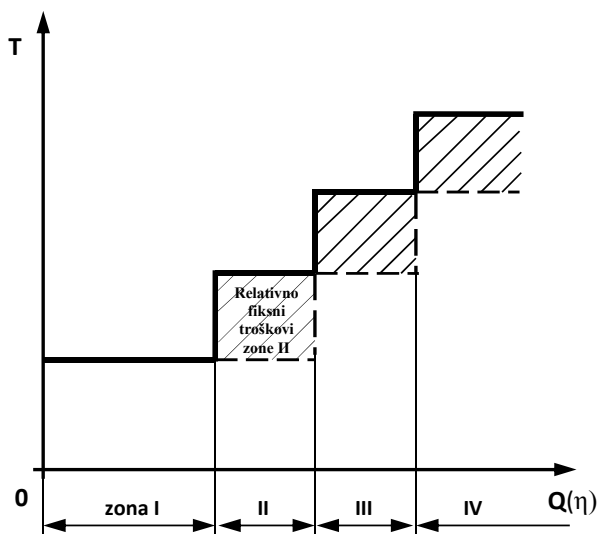
Relativno fiksni troškovi su troškovi koji su nepromjenjeni u jednoj zoni obima proizvodnje. Kad obim proizvodnje prekorači obim jedne zone onda dolazi do skokovitog rasta relativno fiksnih troškova. Nakon toga ovi troškovi ostaju nepromjenjeni na svim stepenima iskorištenja kapaciteta u novoj zoni poslovanja. Zato se relativno fiksni troškovi često nazivaju i zonskim fiksnim troškovima.

Zonu obima proizvodnje ili poslovanja čini razlika između najvećeg i najmanjeg obima proizvodnje. sa datim obimom i strukturom sredstava za rad, asortimanom proizvodnog

programa, strukturom kadrova, organizacijom rada i segmentima tržišta. Promjena obima proizvodnje iz jedne zone u drugu najčešće uzrokuje i promjenu nekih od ovih elemenata što opet ima za posljedicu skokovitu promjenu fiksnih troškova.

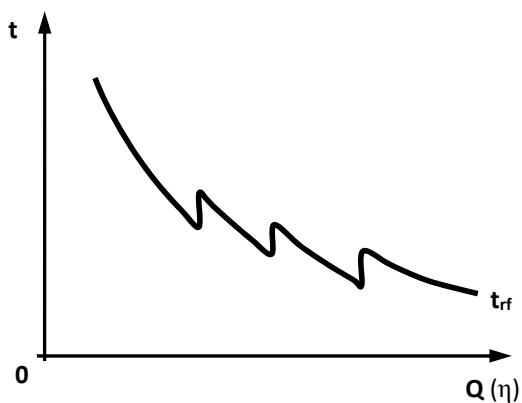
Slikovit primjer pojave relativno fiksnih troškova je uvođenje nove smjene rada. Uvođenje nove smjene povećava kapacitet skokovito, ali se pojavljuju i novi troškovi kao troškovi osvjjetljenja i grijanja proizvodnih prostora, novi opslužnici u režiji (izdavanje alata, garderober, organizatori posla, restoran, protivpožarna zaštita), obezbjeđenje prevoza radnika itd. Relativno fiksni troškovi se javljaju ne samo u vezi organizovanja proizvodnog procesa nego i ukupnog poslovnog procesa preduzeća. Tako naprimjer povećanje obima proizvodnje može da nametne potrebu prostornog proširenja tržišta kad dolazi do povećanja troškova transporta. Također povećanje obima proizvodnje može da zahtijeva proširenje asortimana što također povećava troškove proizvodnje. I to su primjeri relativno fiksnih troškova.

Ako se grafički prikažu relativno fiksni troškovi, onda to izgleda kao na Slici 4. za ukupne troškove, a na Slici 5. za relativno fiksne troškove po jedinici proizvoda (prosječne troškove).



Slika 4. Prikaz ukupnih relativno fiksnih troškova

Iz Slike 5. se vidi da se jedinični relativno fiksni troškovi smanjuju povećanjem obima proizvodnje u okviru jedne zone. Slijedi zaključak da ne treba prelaziti u višu zonu proizvodnje, odnosno poslovanja ako se njen kapacitet neće koristiti dovoljno. Inače dobivamo povećanje troškova nesrazmjerno povećanju obima proizvodnje.



Slika 5. Prikaz jediničnih relativno fiksnih troškova

#### 4.3.4. Varijabilni troškovi ( $T_v$ , $t_v$ )

To su troškovi koji se mijenjaju sa obimom proizvodnje po nekoj zakonitosti koju djelimično određuje koeficijent reagibilnosti. Specifičan primjer varijabilnih troškova (granični primjer) su relativno fiksni. Najveći dio varijabilnih troškova čine:

- troškovi materijala izrade,
- troškovi energije,
- troškovi rada.

Tipični primjer preduzeća, koje u ukupnim troškovima imaju preovlađujuće varijabilne troškove su:

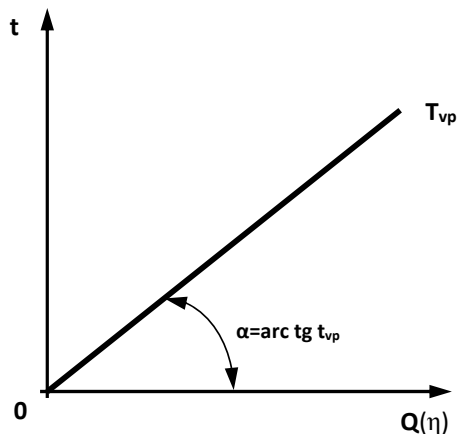
- građevinska preduzeća,
- preduzeća koje se bave održavanjem sredstava rada,
- preduzeća koje se bave montažom opreme.

##### 4.3.4.1. Proporcionalni troškovi

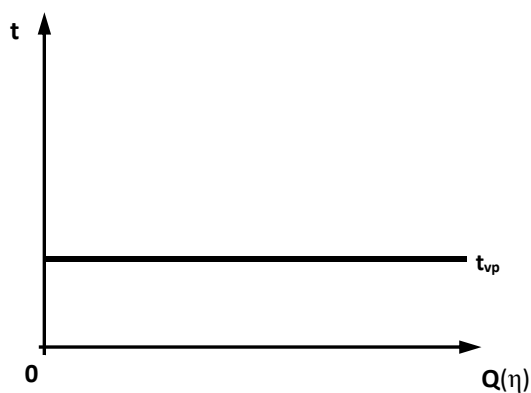
Proporcionalni troškovi su varijabilni troškovi koji se mijenjaju direktno srazmjerno promjeni obima proizvodnje, Slika 6. Stepenn reagibilnosti ovih troškova je:  $r = 1$ . Ukupni proporcionalni troškovi mogu se izraziti kao:

$$T_{vp} = t_{vp} \cdot Q \quad \dots(14)$$

i predstavljaju pravac povučen iz ishodišta koordinatnog sistema troškovi – proizvodnja, Slika 6. Nagib pravca ovisi od koeficijenta smjera  $t_{vp}$ , odnosno jediničnih varijabilnih troškova, Slika 7. Kad nema proizvodnje nema ni varijabilnih troškova.



Slika 6. Prikaz ukupnih varijabilnih troškova



Slika 7. Prikaz kretanja jediničnih troškova

Kretanje fiksnih i varijabilnih troškova u odnosu na obim proizvodnje ima sasvim različita obilježja. Kod niskog stepena iskorištenja kapaciteta značaj (učešće) fiksnih troškova je velik. Međutim, kako raste stepen korištenja kapaciteta opada uticaj fiksnih troškova, a raste uticaj varijabilnih. To znači da kod malog stepena korištenja kapaciteta veću pažnju treba obratiti na fiksne troškove, a kod viših stepeni iskorištenja kapaciteta veću pažnju treba posvetiti varijabilnim troškovima.

Visoko učešće varijabilnih proporcionalnih troškova u ukupnim troškovima preduzeća ukazuje na manju opremljenost preduzeća sredstvima rada.

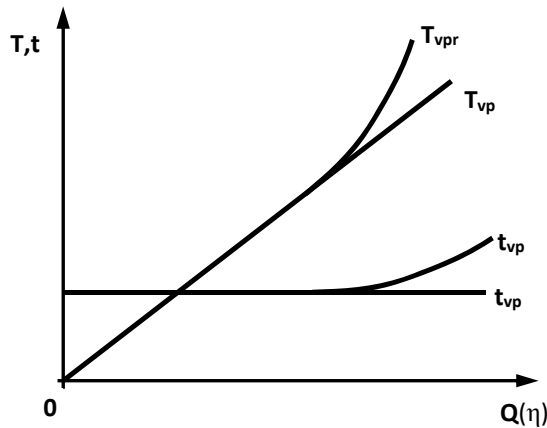
Najznačajniji proporcionalni troškovi u preduzećima su:

- troškovi materijala izrade,
- troškovi rada,
- neki opšti troškovi koji su ovisni o obimu proizvodnje (troškovi nabave, prodaje itd.).

4.3.4.2. *Progresivni troškovi ( $T_{vpr}$ ,  $t_{vpr}$ )*

Progresivni troškovi su takvi troškovi koji rastu brže nego što raste obim proizvodnje, odnosno njihov stepen reagibilnosti je  $r > 1$ . Međutim ne postoje troškovi, koji su po svojoj prirodi progresivni nego se javljaju uglavnom kao posljedica nenormalnih pojava u proizvodnom, odnosno poslovnom procesu. Takve troškove izazivaju grla u proizvodnji, zatim razne neusaglašenosti u ulaganja i korištenje elemenata proizvodnje. Tako naprimjer uvođenje prekovremenog i noćnog rada izaziva razne vrste progresivnih troškova kad rastu lični dohoci, troškovi energije, škart i otpadak. Progresivni troškovi su značajniji i češće se pojavljuju u preduzećima kod kojih preovladavaju varijabilni troškovi u ukupnim troškovima. Kod preduzeća sa visokim stepenom opremljenosti sredstvima za rad oni imaju manji značaj. Pojava progresivnih troškova nema stalan karakter već nestaje čim se iz poslovnog procesa uklone anomalije, Slika 8.

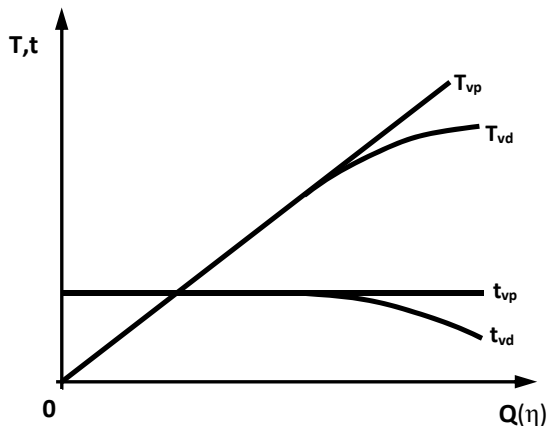
U svakom momentu u preduzeću u ukupnim varijabilnim troškovima ima i proporcionalnih i degresivnih i progresivnih troškova, ali ako neki od njih prevlada onda imamo pojavu varijabilnih troškova takvih karakteristika. Porastom obima proizvodnje uticaj progresivnih troškova se povećava.



Slika 8. Prikaz progresivnih troškova

4.3.4.3. *Degresivni troškovi ( $T_{vd}$ ,  $t_{vd}$ )*

Ova vrsta troškova raste sporije od rasta obima proizvodnje, odnosno ima stepen reagibilnosti  $r < 1$ , Slika 9. To znači da sa porastom obima proizvodnje njihovo učešće i uticaj na ukupne troškove opada. Primjer degresivnih troškova mogu biti neki troškovi rada (lansiranje proizvoda) ili troškovi nekih dodatnih i pomoćnih materijala.



Slika 9. Prikaz kretanja degresivnih troškova

#### 4.4. Ukupni troškovi (T, t)

Ukupni troškovi preduzeća predstavljaju sumu fiksnih i varijabilnih troškova:

$$T = T_f + T_v + T_{rf} \quad \dots(15)$$

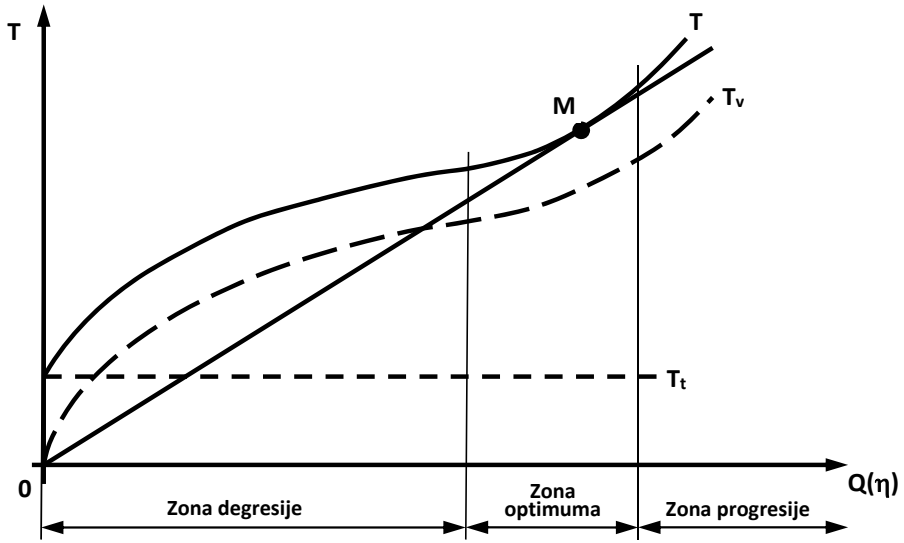
Također ukupni troškovi po jedinici proizvoda ili prosječni troškovi predstavljaju sumu jediničnih fiksnih i jediničnih varijabilnih troškova:

$$t = t_f + t_v + t_{rf} \quad \dots(16)$$

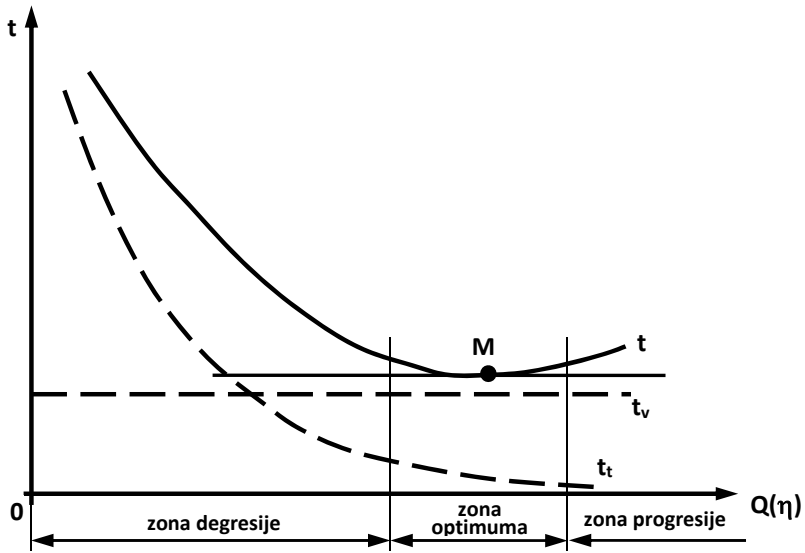
Ukupni troškovi kao zbir fiksnih, relativno fiksnih i varijabilnih troškova se mijenjaju sa promjenom obima proizvodnje, ali je veličina te promjene ovisna od količinskog učešća pojedinih vrsta troškova u ukupnim troškovima. Sa stanovišta upravljanja poslovanjem preduzeća od interesa je ponašanje ukupnih troškova, odnosno njihova dinamika pri promjeni obima proizvodnje jer se na osnovu poznavanja zakonitosti tih promjena, može organizovano uticati na sniženje cijene koštanja proizvoda. Cijena koštanja proizvoda u uslovima različitog stepena korištenja kapaciteta pokazuje uspjeh poslovanja preduzeća. S obzirom da su fiksni (apsolutni i relativni) troškovi nepromjenjivi u granicama iste zone poslovanja to oni nemaju nikakvog uticaja na dinamiku ukupnih troškova u okviru posmatrane zone poslovanja. Promjena ukupnih troškova je pod isključivim uticajem ukupnih varijabilnih troškova. Ako se posmatra dijagram ukupnih troškova nekog realnog preduzeća onda on izgleda kao na Slici 10., dijagram troškova po jedinici proizvoda su prikazani na Slici 11.

Iz oba dijagrama kretanja troškova se mogu izvesti određeni zaključci.

Na nultom stepenu iskorištenja kapaciteta ukupni troškovi preduzeća jednaki su apsolutno fiksnim troškovima, koji nisu uslovljeni proizvodnjom nego postojanjem preduzeća odnosno postojanjem kapaciteta.



Slika 10. Prikaz kretanja ukupnih troškova



Slika 11. Prikaz kretanja prosječnih troškova

Pojavljuju se i varijabilni troškovi, koji rastu sa obimom proizvodnje. Zato rastu i ukupni troškovi. Međutim, taj porast nije linearan nego su uočljive tri zone, naročito ako se gledaju prosječni troškovi:



- a) **zona degresije** gdje prosječni troškovi opadaju zbog uticaja opadanja fiksnih troškova po jedinici proizvoda. To je područje gdje preduzeće može i treba koristiti pozitivne ekonomske efekte opadanja jedinične cijene koštanja proizvoda. Granica ove zone je u tački M gdje tangenta iz koordinantnog početka dodiruje krivulju ukupnih troškova. Malo dalje prosječni troškovi su proporcionalni i počinju da rastu;
- b) **zona optimuma** je oblast obima proizvodnje gdje su prosječni troškovi najmanji. To je obično sasvim usko područje poslovanja preduzeća u kojem treba nastojati da se kreće poslovanje jer je proizvodnja najekonomičnija. Zona optimalnosti je kod svakog preduzeća na drugom mjestu. Za preduzeća sa visokom vrijednošću sredstava rada zona optimalnosti je na visokim nivoima stepena korištenja kapaciteta (80 do 90 %);
- c) **zona progresije** je oblast gdje ukupni troškovi poslovanja rastu brže od obima proizvodnje. Najčešći uzrok tome je forsirano korištenje kapaciteta koje izaziva dodatne varijabilne troškove. Naime poznato je da se tehnički optimumi korištenja kapaciteta kreću (0,7–0,9).

## 5. UKUPAN PRIHOD

Preduzeće ostvaruje poslovne, finansijske i vanredne prihode. Poslovne prihode ostvaruje na tržištu prodajom dobara i usluga proisteklih iz njegovog proizvodnog odnosno poslovnog procesa koje potrošači traže. Tražena količina dobara ili usluga za preduzeće predstavlja količinu dobara ili usluga, koje može da ponudi, proda, i da ostvari prihod. Prihod preduzeća direktno zavisi od tržišne tražnje i pokazuje njegovu sposobnost da ponudi proizvode, koje potrošači žele da kupe. Prihod je pokazatelj efikasnosti, ali i preduslov opstanka preduzeća. Jer ukoliko ne ostvaruje prihod, preduzeće ne može da opstane na tržištu.

Ukupan prihod je jedan od izraza rezultata poslovanja preduzeća i on je finansijski rezultat poslovanja preduzeća. Na izvjestan način ukupan prihod predstavlja realizaciju cilja preduzeća (onečišćen troškovima kao izrazom ulaza). Ovdje treba podvući da se radi o realizovanom izlazu odnosno proizvodnji. Naime proizvodnja može da se ostvari, ali ne realizuje na tržištu, odnosno ne proda kada nema prihoda, a preduzeće je opterećeno zalihama na skladištu. Ukupan prihod je ukupna realizovana količina proizvoda i usluga, ili ukupna suma novca koju preduzeće ostvaruje prodajom proizvoda i usluga. On se sastoji od:

1. vrijednosti prodate robe,
2. vrijednosti izvršenih usluga,
3. drugih prihoda ostvarenih poslovanjem,
4. vanrednih prihoda.

*Prodaja* zavisi od količine i cijene proizvoda. Također, od elemenata vrijednosti realizovane veličine proizvodnje zavisi ukupna vrijednost realizovane proizvodnje. Svako povećanje prodajne cijene bez promjene količine proizvoda utiče na povećanje ukupnog prihoda i obratno.

Vrijednost izvršenih i naplaćenih, kako materijalnih tako i nematerijalnih *usluga* drugim preduzećima i pravnim licima, je veoma značajna za ukupan prihod. U nekim preduzećima učešće ovog elementa u ukupnom prihodu je veliko, a u preduzećima koja se bave uslugama, veličina vrijednosti usluga je presudna za ukupni prihod.

Treći element čine *prihodi* na osnovu ugovora o ulaganju sredstava za zajedničke poslove, od kamate na pozajmljena sredstva, odnosno od kamate zaračunate na vrijednosti prodate robe ili

kredita, od kamate na deponovana sredstva po osnovu učešća u fondu osnivača banaka, od vrijednosti robe sopstvene proizvodnje i sopstvenih usluga upotrebljenih za sopstvene investicione potrebe i dr.

*Vanredne prihode* čine iznosi ostvareni od zateznih kamata, od naknada šteta, po osnovu utvrđenih viškova materijala, sitnog inventara, nezavršene proizvodnje, poluproizvoda, gotovih proizvoda i robe kao i od drugih prihoda ostvarenih poslovanjem.

Matematički model ukupnog prihoda može se izraziti kao:

$$UP = \sum_{i=1}^n Q_i \cdot C_{pi} + \sum_{i=1}^m OP_i \quad \dots(17)$$

gdje je:  $Q_i$  – količina  $i$ -te vrste proizvoda ili usluge,

$C_{pi}$  – jedinična prodajna cijena  $i$ -te vrste proizvoda ili usluge,

$OP_i$  – ostale vrste prihoda.

Kako se vidi iz izraza (17), osim sredstava dobivenih prodajom proizvoda i usluga dio ukupnog prihoda čine ostali i eventualni vanredni prihodi.

Ostali prihodi za privredne organizacije čine manji dio ukupnog prihoda naročito za proizvodna preduzeća za koje se može reći da je:

$$\sum_{i=1}^m OP_i \cong 0 \quad \dots(18)$$

Ima perioda vremena kad ostalih prihoda uopšte nema.

Kao primjeri ostalih prihoda za privredna preduzeća mogu se navesti:

- zakupnine,
- prihodi stečeni prodajom određenih prava (licence, patenti),
- otpisana a naplaćena potraživanja,
- prihodi stečeni po osnovu zajedničkih ulaganja itd.

Iz izraza (17) i (18) slijedi da je za privredna, odnosno proizvodna preduzeća:

$$UP = \sum_{i=1}^n Q_i \cdot C_{pi} \quad \dots(19)$$

Ukupan prihod je dakle proporcionalan obimu proizvodnje i jediničnim prodajnim cijenama. To znači da se ukupan prihod može povećati (to je cilj poslovne politike preduzeća) na tri načina i to povećanjem:

- obima proizvodnje pri istim prodajnim cijenama,
- prodajnih cijena proizvoda pri istom obimu proizvodnje i

- obima proizvodnje i prodajnih cijena.

Na koji način će se težiti povećanju ukupnog prihoda zavisi od:

- unutrašnjih uslova u preduzeću (stanje kapaciteta, stepena iskorištenosti kapaciteta, kvaliteta kadrova, organizacionog nivoa preduzeća, razvijenosti odnosa, proizvodni program itd. ) i
- vanjskih uslova, odnosno uslova okruženja preduzeća (stanje na tržištu izlaza iz preduzeća, ukupno stanje privrede zemlje, mjere ekonomske politike).

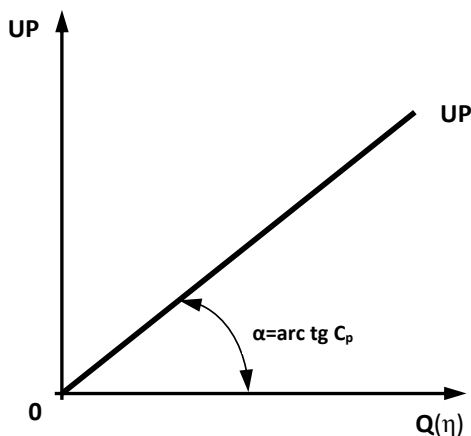
Način povećanja ukupnog prihoda određen je poslovnom politikom preduzeća. Osnovni i najbolji način povećanja ukupnog prihoda je povećanje obima proizvodnje. Tada se postižu pozitivni efekti:

- veće zadovoljenje društvenih potreba za određenim proizvodom ili uslugom (interes društva),
- veći stepen iskorištenja kapaciteta, odnosno smanjenje cijene koštanja (interes preduzeća),
- veći dohodak, a time i lični dohodak (interes svakog zaposlenog) i
- veća zaposlenost u većem broju preduzeća (interes društva).

Međutim ova mogućnost povećanja ukupnog prihoda može biti ograničena veličinom i stepenom iskorištenja kapaciteta i spremnošću tržišta da prihvati proizvode i usluge posmatranog preduzeća. Ako tržište neće da prihvati proizvode onda treba razmišljati o izmjeni proizvodnog programa.

Povećanje ukupnog prihoda povećanjem prodajnih cijena nije znak pravilne poslovne politike. Prvo treba iskoristiti sve mogućnosti unutrašnje ekonomije i izbora pravilnog proizvodnog programa. Povećanje cijene dolazi u obzir samo u slučaju strukturnih poremećaja na tržištu i nepovoljnih mjera ekonomske politike.

Ako se želi dijagramski prikazati kretanje ukupnog prihoda u odnosu na obim proizvodnje na osnovu izraza (19), onda to izgleda kao na Slici 12.



Slika 12. Prikaz kretanja ukupnog prihoda

## 6. ODNOS UKUPNOG PRIHODA I TROŠKOVA

Ukupan prihod (UP) se dijeli na dvije osnovne komponente:

- komponentu za reprodukciju proizvodnje poslovanja ( $T$ ) i
- dohodak ( $D$ ).

$$UP = T + D \quad \dots(20)$$

Troškovi poslovanja predstavljaju ukupne troškove za realizaciju određenog proizvoda i jednaki su sumi fiksnih i varijabilnih troškova.

$$T = T_f + T_{rf} + T_v = T_m + A \quad \dots(21)$$

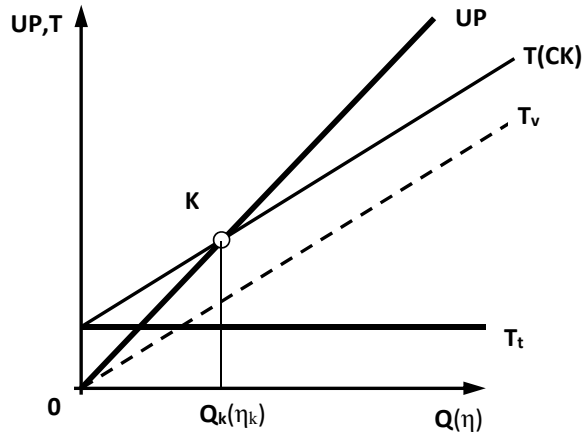
gdje su:

$T_m$  – materijalni troškovi poslovanja i

$A$  –amortizacija.

Šta se sve smatra materijalnim troškovima poslovanja definiše se Zakonom.

Tokom odvijanja poslovnog procesa i promjenom obima proizvodnje, troškovi poslovanja kao izraz ulaganja i ukupan prihod kao izraz rezultata poslovanja formiraju odnose koji iskazuju uspjeh poslovanja. Odnos između ukupnog prihoda i troškova poslovanja pri raznim obimima proizvodnje može se prikazati dijagramom, Slika 13.



Slika 13. Prikaz odnosa ukupnog prihoda i troškova u ovisnosti o kretanju obima proizvodnje, odnosno stepena iskorištenja

Sa slike se vidi da se linije ukupnog prihoda i troškova poslovanja sijeku u tački K koja se naziva kritična tačka poslovanja odnosno stepena iskorištenja kapaciteta. Na toj tački je cijena koštanja proizvodnje (CK) jednaka ukupnom prihodu:

$$CK = UP \quad \dots(22)$$

Zona iskorištenja kapaciteta ( $0 - \eta_k$ ) predstavlja zonu poslovanja u kome organizacija ima gubitke, a zona ( $\eta_k - \eta$ ) predstavlja zonu poslovanja sa dobiti. Tačka K se naziva i prag rentabilnosti. Prag rentabilnosti može da se i izračuna:

$$CK = T_f + T_v \quad \dots(23)$$

$$UP = Q_k \cdot C_p \quad \dots(24)$$

$$T_f + T_v = Q_k \cdot C_p \quad \dots(25)$$

$$T_v = Q_k \cdot C_v \quad \dots(26)$$

$$Q_k = \frac{T_f}{C_p - C_v} [\text{jed. proizvoda}] \quad \dots(27)$$

U izrazu (27) je kritični obim proizvodnje  $Q_k$ , (a time i kritični stepen iskorištenja) dat u funkciji fiksnih troškova.

Težnja svake organizacije je da ostvari takav kvalitet poslovanja da bude što više udaljeno od kritične tačke u zoni dobiti. To se, posmatrajući dijagram sa Slike 13., može izvesti na više načina:

- povećanjem obima proizvodnje u granicama od kritičnog stepena iskorištenja kapaciteta do optimalnog stepena,  $\eta_{opt}$ .

$$\eta \rightarrow \eta_{opt} \quad \dots(28)$$

To je naravno moguće u uslovima kad tržište prihvata povećani obim proizvodnje:

- smanjenjem ukupnih troškova poslovanja. Pošto su mogućnosti smanjenja fiksnih troškova veoma male ili nikakve (samo prodajom ili otpisom neiskorištenih kapaciteta) ostaje dakle da se to uradi smanjenjem varijabilnih troškova. Time se smanjuje nagib pravca ukupnih troškova i kritična tačka pomjera u lijevo odnosno na manji stepen iskorištenja kapaciteta odnosno:

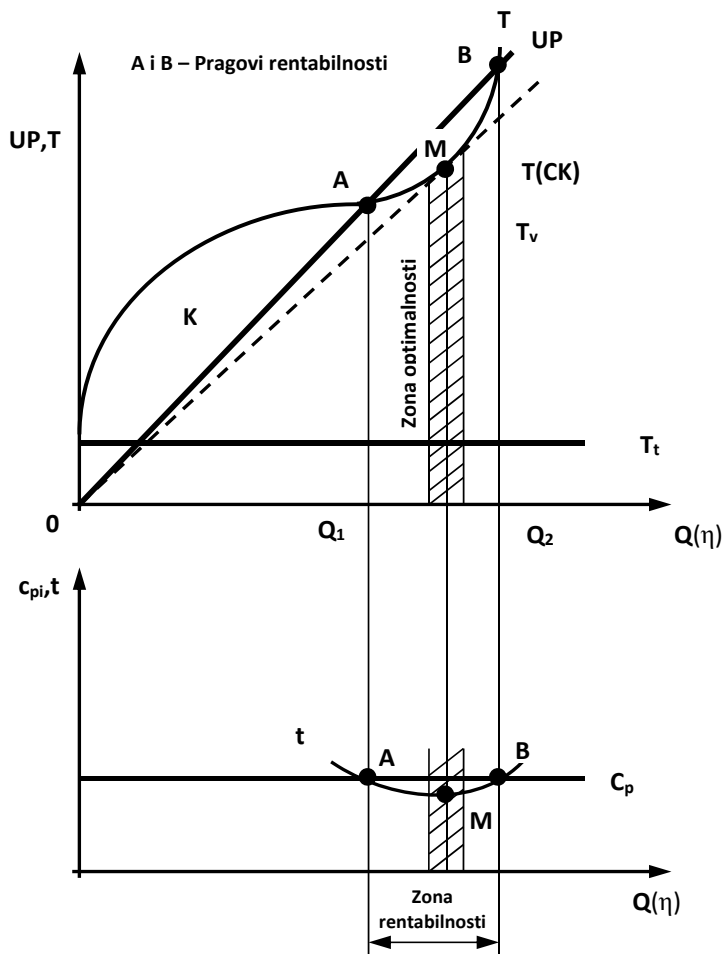
$$\eta_k \rightarrow 0$$

- povećanjem ukupnog prihoda povećanjem prodajne cijene čime se povećava nagib linije ukupnog prihoda i kritična tačka opet pomjera ulijevo odnosno:

$$\eta_k \rightarrow 0$$

Kako smo već prethodno rekli povećanje cijene prodaje treba da bude zadnja mjera poslovne politike na poboljšanju poslovnog uspjeha. Prethodno treba maksimalno koristiti povećanje obima proizvodnje i smanjenje troškova.

U realnim organizacijama ne postoji tačno određena kritična tačka, nego je to jedna zona poslovanja, Slika 14., koja se zove zona rentabilnosti. Gornja i donja granica zone rentabilnosti zovu se pragovi rentabilnosti.



Slika 14. Prikaz zone i pragova rentabilnosti realnih organizacija

## 7. UPRAVLJANJE TROŠKOVIMA

Procjena kretanja troškova u sadašnjosti i budućnosti jedan je od najznačajnijih faktora u određivanju cijena proizvoda i usluga, njihove profitabilnosti te formiranja strategije preduzeća jer troškovi poslovanja imaju presudan utjecaj na veličinu ostvarene dobiti. [9]

Upravljanje troškovima (engl. *Cost Management*) poseban je način upravljanja preduzećem i vođenja poslovanja koji najveću važnost u postizanju organizacijskih ciljeva poklanja optimalizaciji troškova.

Osnovni cilj upravljanja troškovima je postići što veću dugoročnu korist od ostvarenog troška. Drugim riječima, osnovni cilj upravljanja troškovima je postizanje troškovne efikasnosti, odnosno postizanje optimalnog odnosa između angažiranih troškova i ostvarenih rezultata.

U uslovima globalizacije i recesije upravljanje troškovima predstavlja osnovni menadžerski alat, koji je neophodan kako bi se povećala konkurentnost preduzeća i osigurao opstanak na tržištu.

Upravljanje troškovima obuhvata: [10]

- predviđanje, planiranje, budžetiranje i kontrolu troškova,
- analize koje pokazuju ponašanje troškova ovisno o promjeni okolnosti u kojima su nastali,
- analizu uzroka odstupanja od predviđenih veličina,
- zadržavanje troškova u prihvatljivim granicama,
- osiguranje informacija menadžerima za izbor između alternativa u cilju postizanja optimalnih ekonomskih rezultata.

Kao i kod provođenja drugih strategija poslovanja, uvođenje sistema upravljanja troškovima zahtijeva potpunu posvećenost preduzeća od vrhovnog menadžmenta do uključenosti zaposlenika na svim hijerarhijskim nivoima i uvođenja sistema kontrole učinkovitosti, koji će pomoći unaprijediti aktivnosti koje rezultiraju dodatnom vrijednosti, a smanjiti one koje tome ne doprinose. [11]

S povećanjem konkurencije male troškovne razlike mogu uticati na to hoće li poduzeće uspjeti na tržištu.

Upravljanje troškovima ozbiljan je, kontinuiran i odgovoran proces, a rezultat je pozitivnog odnosa svih zaposlenika prema poslovnim procesima unutar poduzeća i stalne analize odnosa troškova i koristi koje iz tih troškova proizlaze. Eliminacija troškova nije moguća jer dovodi do apsurdnih situacija u kojima dolazi u pitanje smisao poslovanja. Optimizacija troškova omogućuje da se troškovi minimaliziraju kako bi utjecali na poslovni rezultat, a navedeni efekt se postiže u dugom vremenskom razdoblju. [13]

### 7.1. Modeli upravljanja troškovima

U devedesetim godinama prošlog vijeka nastale su brojne metode i postupci optimiziranja troškova, kojima su menadžeri u vodećim svjetskim kompanijama nastojali poboljšati svoje unutarnje prednosti. Na temelju karakteristika industrije u kojoj proizvodno preduzeće djeluje, karakteristika proizvoda ili usluga, snaga i slabosti samog preduzeća, prilika i prijetnji u okolini preduzeća itd., menadžeri koji se odluče za upravljanje troškovima trebaju odabrati određeni model upravljanja troškovima.

Upravljanje troškovima predstavlja pouzdani niz metoda, koje se mogu koristiti na individualnom nivou u cilju podupiranja određene odluke ili menadžmenta organizacije u cjelini, a koje se nazivaju sistemima ili modelima upravljanja troškovima. [5]

Organizacije se sve više okreću modernim metodama upravljanja troškovima, te je danas sve teže odgovoriti na sljedeća ključna pitanja o troškovima: [15]

- Koliki su stvarni ukupni troškovi svakog proizvoda ili usluge?
- šta uzrokuje troškove i moraju li oni biti tako visoki?
- šta napraviti da se troškovi smanje ili zadrže u prihvatljivim granicama?
- kakve efekte izazivaju troškovi na ukupan rezultat preduzeća?
- koji menadžeri su odgovorni za troškove i kako ih motivirati na upravljanje troškovima?

Za odgovore na ova pitanja menadžeri trebaju sve veći broj složenih i preciznih informacija o troškovima.

S obzirom na način alokacije općih troškova proizvodnje u računovodstvenoj teoriji i praksi razlikuju se: [16]

- tradicionalni pristup alokaciji općih troškova proizvodnje i
- savremeni pristup alokaciji općih troškova proizvodnje.

U tu svrhu, razvijeni su brojni modeli koji bi trebali osigurati efikasnije upravljanje troškovima, a neki od njih su: [3]

- model tradicionalnog upravljanja proizvodnim troškovima (engl. *Traditional Product Costing – TPC*),
- modeli upravljanja troškovima utemeljeni na procesu (engl. *Process Based Costing – PBC*),
- model upravljanja troškovima temeljen na aktivnostima (engl. *Activity Based Costing – ABC*),
- model upravljanja troškovima temeljen na integraciji pristupa proces/aktivnosti (PBC/ABC),
- model ciljanih troškova (engl. *Target Costing – TC*),
- budžetiranje temeljeno na aktivnosti (engl. *Activity Based Budgeting – ABB*),
- model bilance postignuća (engl. *Balanced Score Card – BSC*),
- model «Kaizen» troškova (engl. *«Kaizen» Costing – KC*),
- analiza vrijednosti (engl. *Value Engineering – VE*),
- model upravljanja troškovima kvalitete (engl. *Quality Cost management – QCM*).

## 7.2. Tradicionalne metode obračuna troškova

Model tradicionalnoga upravljanja proizvodnim troškovima još se naziva i „tradicionalnom kalkulacijskom metodom“, a predstavlja najstariji model upravljanja troškovima. Ovaj model temelji se na podjeli proizvodnih troškova u sljedećim osnovnim skupinama: [17]

- troškovi direktnog materijala, tj. troškove nabave materijala potrebnog za proizvodnju,



- troškovi direktnog rada, tj. troškove ličnih dohodaka radnika u proizvodnji,
- troškovi amortizacije,
- troškovi proizvodne režije, tj. trošak struje, vode i ostalih proizvoda i usluga potrebnih za izvršenje same proizvodnje,
- troškovi upravne i prometne režije, tj. troškove povezane s poslovanjem samog preduzeća neovisno o proizvodnji (prodaje, uprave itd.).

„Tradicionalni model prati i kontrolira troškove izravnoga materijala i izravnoga rada po svakoj jedinici proizvoda ili usluge, dok se troškovi proizvodne i upravne režije pridružuju izravnim troškovima primjenom određene osnovice, odnosno „ključa“ raspoređivanja.“ [18]

Tradicionalni modeli upravljanja troškovima uspješno su se koristili u stabilnim uslovima poslovanja. Međutim, razvoj novih proizvodnih i informatičkih tehnologija, rast globalog tržišta, razvijanje svijesti o zahtjevima potrošača i stavljanje fokusa na kupca dovele su do značajnih kritika u području upravljanja troškova.

Karakteristike tradicionalnih metoda obračuna troškova su: [19]

- veliki broj mjesta troškova,
- izraženo usmjerenje na fazu proizvodnje,
- u kalkulaciji cijene koštanja značajno mjesto zauzimaju opšti troškovi,
- zanemarivanje strateškog aspekta poslovanja.

Tradicionalni model upravljanja troškovima ne vodi računa o različitim troškovima aktivnosti proizvodne režije, koji se javljaju kod svake vrste proizvoda ili usluga već ih prati u ukupnom iznosu. To je i glavno obilježje tradicionalnog modela upravljanja troškovima. [5]

S obzirom na to da je za računovodstvene svrhe identificirana podjela proizvodnje prema njezinom načinu, odnosno iniciranju na proizvodnju po narudžbi i procesnu proizvodnju, postoje dva sistema obračuna troškova:

- sistem obračuna troškova po radnom nalogu i
- procesni sistem obračuna troškova.

U okviru oba sistema direktni troškovi proizvodnje izravno se alociraju na proizvode, koji su ih uzrokovali, te je potrebno također naglasiti da se tradicionalna podjela troškova na troškove izravnog materijala, izravnog rada i troškove proizvodne režije zadržala i u složenijim modelima.

### ***Prednosti i nedostaci tradicionalnih metoda***

Osnovna prednost tradicionalnog modela upravljanja troškova je jednostavnost primjene, a u današnje vrijeme najčešće ga koriste preduzeća, koja posluju u relativno stabilnom poslovnom okruženju, odnosno tamo gdje je rad dominantan faktor proizvodnje, tehnologija poznata, količina proizvoda limitirana, te kod preduzeća koja imaju nekoliko sličnih proizvoda ili usluga ili nekoliko kupaca u manjim preduzećima i kada se ne zahtijeva značajnija tačnost u rasporedu troškova proizvodne režije. [9]

Tradicionalni model upravljanja proizvodnim troškovima daje odgovor na pitanje: „Gdje trošak nastaje?“. Troškovi proizvoda određeni na tradicionalan način usklađeni su sa standardima finansijskog izvještavanja i kao takvi prilagođeni su za eksterno izvještavanje prema poreznoj

upravi i ostalim vanjskim korisnicima finansijskih izvještaja. [20]

Međutim, glavni razlog neadekvatnosti postojećih metoda upravljanja troškovima sve je veći porast opštih troškova i smanjenje troškova direktnog rada, kao i nemogućnost prilagođavanja informacijskih potreba menadžmentu savremenog poduzeća. [10]

Nedostaci primjene tradicionalnih modela upravljanja troškovima u današnjim uvjetima poslovanja odnose se na sljedeće: [21]

- problem preciznog utvrđivanja visine indirektnih (opštih) troškova,
- problemi u alokaciji opštih troškova na mjesta troškova,
- izbor metode po kojoj se troškovi raspoređuju na mjesta troškova,
- procjenjivanje direktnih sati rada i/ili sati rada mašine u svrhu izračunavanja stope prijenosa opštih troškova,
- način na koji se postupa s troškovima uprave, troškovima prodaje i distribucije.

Struktura troškova proizvodnih preduzeća značajno se promijenila. Uslijed sve veće konkurencije i diverzifikacije proizvoda, te automatizacije proizvodnje dolazi do smanjenja udjela direktnog rada, a značajnog porasta troškova istraživanja i razvoja, te troškova prodaje i distribucije. Takvi troškovi se po tradicionalnim metodama ne raspoređuju na nositelje troška, već se odmah rashoduju. Tradicionalni pristup upravljanja troškovima ima kratkoročni unutarnji fokus, s glavnim ciljem utvrđivanja troškova proizvoda i usluga.

Potreba za pravodobnim, relevantnim i pouzdanim informacijama uticala je na razvoj savremenih metoda upravljanja troškovima. Savremeni uslovi poslovanja i globalizacija uticali su na jačanje konkurencije i smanjenje cijena na tržištu. Poslovno okruženje rezultira sve kraćim životnim ciklusom proizvoda i sve bržim zastarijevanjem tehnologije, što zahtijeva stalno investiranje u tehnologiju, istraživanje i razvoj, a te investicije uglavnom klasificiraju opšte troškove. Uporedo s porastom udjela opštih troškova u ukupnim troškovima poslovanja javlja se potreba za novim metodama upravljanja i obračuna troškova.

U donošenju odluke o tome koji sistem, metodu ili oblik obračuna troškova uvesti u vlastiti poslovni sistem, treba uvažavati specifičnosti poslovanja i postignuti nivo organizacije poslovnog sistema uopšte. [10] Izabrani sistem, metoda i oblik moći će se cjelovito primijeniti samo ukoliko se njegove informacijske mogućnosti uklapaju u okvir važećeg obračunskog sistema.

### **7.3. Savremene metode obračuna troškova**

Tradicionalne metode upravljanja troškovima raspoređuju opće troškove temeljem neodgovarajućih ključeva, što uzrokuje pogrešne odluke u pogledu stvarne visine troškova koju pojedina aktivnost izaziva. Da bi se taj problem otklonio, uvode se savremene metode upravljanja troškovima kojima se preciznije i realnije procjenjuju troškovi aktivnosti. To pomaže preduzeću da donese odluku koji proizvod i u kojoj količini proizvoditi i plasirati na tržište s ciljem ostvarivanja što boljeg finansijskog rezultata [13].

#### **7.3.1. ABC metoda (Activity Based Costing – ABC)**

ABC metoda je savremena metoda obračuna troškovima kod koje osnovicu za raspoređivanje

troškova na nositelje troškova predstavljaju troškovi aktivnosti. Za razliku od tradicionalne metode obračuna troškovima, koja je nastala u uslovima radno intenzivne proizvodnje i malog udjela opštih proizvodnih troškova, ABC metoda je nastala u razdoblju porasta opštih proizvodnih troškova zbog razvoja tehnologije. Danas su ti opšti proizvodni troškovi visoki i imaju veliki uticaj na utvrđivanje jediničnog troška pojedinog proizvoda, a ABC metoda pomaže kako profitabilnost pojedinog proizvoda ne bi bila iskrivljena, te kako bi se donosile ispravne poslovne odluke [22].

Dakle, kako bi se eliminirali nedostaci tradicionalnih metoda obračuna troškova razvijena je savremena ABC metoda obračuna troškova kod koje je najvažniji korak identificirati aktivnosti po kojima se prate opšti proizvodni troškovi. Nakon što su opšti proizvodni troškovi pridruženi aktivnostima koja ih je uzrokovala, raspoređuju se na proizvode pomoću faktora trošenja. Faktor trošenja pokazuje u kojoj mjeri određeni proizvod zapravo koristi neku aktivnost. Za razliku od tradicionalnih metoda, gdje se za raspored općih proizvodnih troškova koristi jedna baza za raspored, kod ABC metode se koristi više ključeva za raspored troškova, a koji su direktno povezani sa određenom aktivnošću i mjerljivi su.

### **7.3.2 Pojam i definicija ABC metode**

Kao što je već ranije navedeno, ABC metoda predstavlja savremenu alternativu tradicionalnom pristupu upravljanja troškovima. Ona se oslanja na raspoložive resurse, poslovne procese i aktivnosti koje se obavljaju, a ne na mjesta troška. Prema autoru R. Cooperu ABC metoda se definira kao „izvanredno tačan sistem obračuna troškova, pomoću kojeg se utvrđuju troškovi proizvoda na temelju kauzalno povezanih aktivnosti potrebnih za proizvodnju proizvoda. Obračunom troškova na temelju aktivnosti utvrđuju se troškovi proizvoda koristeći više različitih mjerila aktivnosti, kojima se izražavaju količine inputa utrošenih za proizvodnju nekog dijela“ [23].

ABC metoda upravljanja troškovima na temelju aktivnosti posebnu pažnju posvećuje opštim troškovima proizvodnje nastojeći ih što objektivnije raspoređivati na nositelje troškova. Glavna osnovica za obračun i upravljanje troškovima su aktivnosti. Drljača u svom članku navodi da ova metoda prati kretanje troškova po pojedinoj aktivnosti ili dijelu poslovnog procesa. On također ističe da se time omogućuje lakši nadzor nad troškovima u pojedinim dijelovima preduzeća, te se menadžeri lakše usredotočuju na uklanjanje suvišnih troškova i djelovanja [10].

Kod svake analize troškova u preduzeću potrebno je provesti sljedeće [10]:

- analiza aktivnosti,
- analiza direktnih troškova,
- praćenje troškova po aktivnostima,
- uspostava mjerenja izlaznog proizvoda,
- analiza troškova.

Kada se cijena određuje ABC metodom, trošak je proizvoda jednak zbiru troškova sirovina korištenih u proizvodnji i troškova svih aktivnosti korištenih za proizvodnju. ABC metoda zapravo pretpostavlja da proizvodi ne uslovljavaju korištenje resursa u preduzeću, već njih koriste aktivnosti koje se odvijaju u preduzeću, koje uslovljavaju korištenje resursa te samim time i nastanak troškova. Stoga se može zaključiti da su aktivnosti koje se odvijaju u preduzeću

u uskoj vezi s opštim troškovima [24].

### **7.3.3. Prednosti i nedostaci ABC metode**

Primjena je ove metode široko prihvaćena među menadžerima koji upravljaju troškovima. Međutim, upravljanje troškovima pomoću ABC metode nema smisla ako informacije koje pruža ova metoda ne služe i ako ih menadžeri ne koriste prilikom odlučivanja. ABC metoda pomaže u sagledavanju produktivnosti i učinkovitosti pojedinih aktivnosti, detektira aktivnosti koje izazivaju prevelike troškove i koje nisu produktivne. Glavne prednosti primjene ABC metode u preduzećima su sljedeće [25]:

- odlučivanje o prodajnim cijenama,
- odlučivanje o zamjeni proizvoda,
- odlučivanje o preoblikovanju proizvoda,
- poboljšanje procesa poslovnih strategija,
- tehnološka ulaganja,
- napuštanje proizvoda.

Međutim, spomenuta metoda ima određene nedostatke. Osim glavnih ograničenja u koje se ubrajaju visoki troškovi, složenost i vrijeme primjene, spominju se i ostali nedostaci [25]:

- upitna novost metode (sličan je model postojao u Njemačkoj,
- problematično uvođenje,
- subjektivnost,
- upitan utjecaj na smanjenje troškova,
- smanjivanje odgovornosti za troškove,
- primjerenost za veća preduzeća.

## **7.4. TC (Target Costing) metoda**

Još jedna metoda, koja spada u kategoriju savremenih metoda obračuna troškova, je metoda ciljnih troškova (Target Costing – TC), koja je novijeg datuma od ABC metode. Da bi se ciljni troškovi uopšte mogli razmatrati nužno je dobro poznavanje i razumijevanje postojeće strukture troškova. Da bi se odluka o ciljnim troškovima mogla realizirati, oni moraju biti podijeljeni na pojedine sastavnice proizvoda. U kasnijim fazama to omogućuje njihovo praćenje, utvrđivanje odstupanja kao i njihovih uzroka. Pritom se uvažava princip da troškovi sastavnica proizvoda mogu iznositi samo koliko je doprinos sastavnice korisnosti proizvoda sa stajališta kupca. Na taj način model ciljnih troškova zadržava blizak odnos s tržištem. To je ujedno posebnost modela ciljnih troškova [10]. Tehnike ciljnih troškova predstavljaju savremenu koncepciju upravljanja troškovima, a obuhvataju niz instrumenata za planiranje i donošenje odluke o strukturi troškova proizvoda ili usluga. Ovaj model primjenjuje se u najranijim fazama proizvodnje, odnosno već u fazi planiranja i razvoja proizvoda, a s ciljem prilagođavanja proizvoda potrebama i željama kupaca.

### **7.4.1. Razvoj TC metode**

Metoda ciljnih troškova (Target Costing) je metoda kojom se upravlja ciljnim troškovima, a prvi ju je počeo primjenjivati u svom preduzeću japanski proizvođač automobila Toyota 1963. godine. Iako u početku spomenutu metodu nisu rado primjenjivali, s vremenom je počelo koristiti sve više japanskih proizvodnih preduzeća. Za vrijeme naftne krize 1973. godine primjena je navedene metode doživjela pravu ekspanziju jer se u tim teškim trenucima za proizvodna preduzeća pokazala kao idealna u reduciranju troškova proizvodnje. Iako je njezina primjena najrasprostranjenija u Japanu, danas je primjenjuje značajan broj velikih europskih i američkih proizvodnih poduzeća.

Osamdesetih godina prošlog vijeka ciljni troškovi postaju vrlo popularni u Engleskoj i Njemačkoj gdje nastaju brojne studije vezane za taj koncept. Premda model ciljnih troškova najviše koriste japanske kompanije, u zadnje vrijeme sve se više primjenjuje i u američkoj i europskoj poslovnoj praksi. U nastojanju da postignu konkurentsku prednost, većina poduzeća u razvijenim zemljama prihvatila je ciljne troškove kao tržišnu neminovnost. Pošto je primjena ciljnih troškova potaknuta od strane tržišta, njegovih sve sofisticiranijih zahtjeva te konkurentskih uslova privređivanja, osnovno mu je obilježje „oslušivanje“ tržišnih potreba te nastojanje povezivanja strateških komponenti proizvoda u jednu cjelinu poštujući pri tome zahtjeve onih kojima je namijenjen.

#### **7.4.2. Pojam i definicija TC metode**

Definicija njemačkih autora P. Horvatha i W. Seidenschwartzu u velikoj mjeri obuhvaća ono najvažnije o ovoj metodi: Upravljanje ciljnim troškovima predstavlja tržišno usmjereno upravljanje troškovima koje se sastoji od tržišno orijentiranog planiranja ciljnih troškova, mjera za najranije moguće ostvarivanje utjecaja na troškove, kao i troškovno orijentiranu koordinaciju svih sudionika u procesu stvaranja proizvoda, a sve u vezi sa životnim vijekom proizvoda unaprijed utvrđene kvalitete.

Metoda ciljnih troškova predstavlja složeni koncept određivanja troškova pri kojem proizvod mora imati zahtijevanu kvalitetu kako bi preduzeće njegovom prodajom po predviđenoj prodajnoj cijeni ostvarilo željeni nivo profitabilnosti [17].

Svrha ove metode je određivanje ciljnih troškova u odabiranju procesa i metode proizvodnje koji će zadovoljiti ciljne troškove proizvodnje. Ova metoda ima višestruke prednosti, od kojih se ističu racionalno planiranje, upravljanje i smanjenje troškova, poticanje zaposlenika na razvijanje inovacija koje bi omogućile efikasniju proizvodnju, ali i poboljšavanje kreativnosti i timskog rada među zaposlenicima. Također, ova metoda potiče preduzeće da se primarno orijentira na kupce i zadovoljava njihove želje, što u konačnici rezultira boljim pozicioniranjem preduzeća na tržištu i ostvarivanjem poslovnih ciljeva.

Osnovna karakteristika modela ciljnih troškova je njihovo rano uključivanje u proces razvoja proizvoda i to iz razloga što promjene, koje su sastavni dio savremenih uslova poslovanja, zahtijevaju proizvode s kratkim životnim ciklusom, koji su realizirani uz veoma kompleksan proizvodni proces. U takvim uslovima poslovanja preduzeća najviše isplovljava pojmovno i suštinsko određenje savremenog koncepta obračuna troškova. Model ciljnih troškova proizašao je kao odgovor na zahtjeve cjenovno sve osjetljivijih potrošača, te predstavlja superiorniji pristup reduciranju i kontroli troškova u odnosu na tradicionalnu koncepciju obračuna troškova. Primjenom ove metode preduzeće se orijentira na tri elementa, a to su kvaliteta, funkcionalnost i dizajn. Ciljni trošak određuje koji će nivo kvalitete i funkcionalnosti biti prihvatljiva za potrošača uz određenu cijenu. Ova metoda posebno je bitna u današnjim uslovima poslovanja

na tržištima, koja su već zasićena proizvodima te je potrebno neprestano plasirati nove verzije proizvoda koji će osigurati postizanje dodane vrijednosti [17].

#### **7.4.3. Primjena TC metode**

Primjena spomenute metode iziskuje određena ulaganja u materijalnom smislu i angažiranje stručnjaka iz različitih područja (marketing, finansije, proizvodnja, računovodstvo itd.). Ako preduzeće ovom modelu pristupi samo iz određene perspektive, a ne obuhvati sve nivoe i područja u preduzeću, primjena neće imati smisla i davati željene rezultate. Dakle, da bi se navedena metoda pravilno primijenila, potrebno je vrlo dobro biti upoznat sa situacijom na tržištu i kontinuirano istraživati tržište. Tačnije, potrebno je znati što kupci žele i koliko su spremni za to platiti. Naime, ovaj model pretpostavlja da je prodajna cijena u domeni kupca i da preduzeće na nju nema značajan uticaj iako menadžment u konačnici određuje kolika će cijena biti. Na taj se način sprječava izlazak na tržište s proizvodima koji neće zadovoljiti kupca u pogledu kvalitete i cijene. S obzirom na to, navedena metoda uključuje dva važna faktora poslovanja [26]:

- stalna informiranost o uslovima s tržišta koja će bitno uticati na odlučivanje unutar društva i
- interni proces planiranja troškova koji se temelji na informacijama s tržišta.

Nakon što je određena ciljana cijena proizvoda, potrebno je odrediti ciljane troškove proizvodnje koji moraju pokriti sve troškove potrebne za proizvodnju proizvoda. Oni se formiraju u fazi oblikovanja proizvoda. Od primjene metode ciljanih troškova najviše koristi imaju ona preduzeća koja su [27]:

- orijentirana na proizvodnju heterogenih proizvoda,
- usredotočena na diverzifikaciju svojih proizvoda,
- koriste tehnologije za automatizaciju fabrike, uključujući računarom potpomognuti dizajn, fleksibilne proizvodne sisteme, automatizaciju uredskog poslovanja i računarom potpomognutu proizvodnju,
- imaju kraći životni ciklus proizvoda (kraći proizvodni ciklus) pri čemu je vrijeme povrata za investiranje u automatizaciju fabrike manje od 8 godina,
- razvijaju sisteme za smanjenje troškova tokom planiranja, projektovanja i razvojnih faza životnog ciklusa proizvoda,
- primjenjuju metode upravljanja kao što su Just-In Time, vrijednosni inženjering i upravljanje kvalitetom.

## **8. EKONOMSKI PRINCIPI REPRODUKCIJE**

### **8.1. Osnovni ekonomski principi reprodukcije**

Ekonomski principi reprodukcije su određena pravila koja treba primjenjivati u organizovanju poslovanja bilo koje organizacije da bi se na racionalan način ostvarili ciljevi poslovanja. Ekonomski principi reprodukcije temelje se na zakonitostima reprodukcije koje se ispoljavaju u mogućnosti stvaranja veće proizvedene vrijednosti od utrošene vrijednosti. To znači da u reprodukciji rezultati treba da budu veći od ulaganja. Mogućnost stvaranja većih rezultata od ulaganja proizlazi iz sposobnosti radne snage da stvara veću vrijednost od vrijednosti potrebne za njeno obnavljanje. Uspješnost poslovanja organizacije sagledava se u rezultatu ostvarenja

ciljeva organizacije, posebno ekonomskih. Ciljevi organizacije ostvaruju se ostvarenjem ukupnog zadatka organizacije. Da bi se ostvario ukupan zadatak organizacije mora se izvršiti veliki skup pojedinačnih zadataka dobijenih tehničkom podjelom rada. Pri izvršenju svakog od pojedinačnih zadataka moguće je primijeniti niz principa, odnosno pravila koji treba da obezbijede pravilnost izvršenja zadatka. Izučavanje i analiza velikog broja principa je neizvodljivo i zato ih treba sistematizovati i na osnovu toga postaviti osnovne principe po određenim kriterijumima. Budući da se ovdje radi o ekonomskim principima kriterijum za postavljanje principa treba tražiti u ekonomskoj suštini i ciljevima poslovanja. Ta suština i ciljevi ispoljavaju se kroz: [1]

- ekonomske rezultate proizvodnje (poslovanja) i
- ulaganja elemenata proizvodnje u poslovanje da bi se ostvarili ti rezultati.

Ako se pretpostavi mogućnost ekonomskog optimuma u poslovanju organizacije, onda će konkretni odnos između rezultata proizvodnje i ulaganja elemenata u proizvodnju da bi se ostvarili ti rezultati pokazivati koliko je odstupanje konkretno ostvarene ekonomije organizacije od optimalne. Drugim riječima pokazatelj uspjeha poslovanja organizacije je odnos:

$$E = \frac{I_{(t-to)}}{U_{(t-to)}} \quad \dots(29)$$

gdje je:

$I_{(t-to)}$  – jedinstveno shvaćen proizvod kao rezultat proizvodnje u nekom periodu  $t = t-to$  (odnosno izlaz iz poslovnog sistema),

$U_{(t-to)}$  – jedinstveno shvaćen društveni rad uložen u reprodukciju radi ostvarenja rezultata – proizvoda (ulaz u poslovni sistem).

Ukoliko se određena masa društvenog proizvoda ostvari sa manjom masom rada utoliko je veći kvalitet ekonomije organizacije, odnosno bolji rezultat poslovanja. Iz ovoga izlazi osnovni princip ekonomije:

**ostvariti maksimalan društveni proizvod sa minimalnim ulaganjima društvenog rada u reprodukciju.**

## 8.2. Parcijalni princip reprodukcije

Svako pravilo vrijedi onoliko koliko to njegova primjena pokaže. To važi i za osnovni ekonomski princip. Njegovom primjenom treba da se obezbijedi viši kvalitet ekonomije organizacije. Da bi se to postiglo treba kontrolisati provođenja principa u praksi. Međutim operacionalizacija izraza (29), odnosno osnovnog ekonomskog principa u praksi je suviše kompleksna da bi mogla da se provede u praksi. Naime jedinstveno izražavanje ukupnog rezultata proizvodnje (poslovanja), odnosno izlaza iz poslovnog sistema organizacije je za sada nemoguće već ima svoje osnovne pojavne oblike: [1]

- fizički izražen proizvod,
- vrijednost proizvodnje,
- dohodak.

Isto vrijedi i za ulaganja u reprodukciju (ulaz u poslovni sistem) koja se pojavljuje kao:

- utrošci radne snage,
- troškovi,
- angažovana sredstva.

Na odnosima između pojavnih oblika rezultata reprodukcije i ulaganja u tu reprodukciju postavljaju se parcijalni ekonomski principi poslovanja organizacije. Oni u stvari predstavljaju preciziranje kvantitativno izraženog osnovnog ekonomskog principa, odnosno njegovu operacionalizaciju. Ti parcijalni principi su: [1,28]

- princip produktivnosti,
- princip ekonomičnosti i
- princip rentabilnosti.

### 8.3. Princip produktivnosti

Šira definicija produktivnosti smatra da je produktivnost mjera ekonomske efikasnosti koja predstavlja količnik outputa (proizvodi ili usluge) i inputa, kao raspoloživih resursa (zemljište, rad, kapital, materijal, građevinski objekti). Posmatrana u užem smislu, produktivnost je usmjerena na produktivnost rada, odnosno prikazuje efikasnost tekućeg rada – da se sa što manje uloženog rada ostvare što bolji rezultati. Produktivnost definišemo kao kvantitativni izraz između obima proizvodnje, usluga ili prometa i količine utrošene radne snage, što bismo mogli prikazati opštom formulom: [1,28]

$$P = \frac{Q}{L} \quad \dots(30)$$

gdje je:

$Q$  – ostvarena proizvodnja,

$L$  – uloženi živi rad u ostvarenje proizvodnje.

Budući da se određene društvene potrebe zadovoljavaju određenom proizvodnjom, to će one biti više zadovoljene ako je veća proizvodnja. Iz izraza (30) izlazi da se proširenje zadovoljenja tih potreba, odnosno povećanje životnog standarda može postići samo povećanjem:

- ukupne mase proizvoda ( $Q$ ) i
- radnog učinka ( $P$ ) a to znači povećanjem količine proizvoda po jedinici utrošene radne snage.

Povećanje ukupne mase proizvoda može se izvesti uključivanjem većeg broja ljudi u proizvodnju. Do nekih granica to je moguće pomjeranjem odnosa proizvodnog dijela stanovništva i neproizvodnog u korist proizvodnog. Međutim, kad je ova rezerva iskorištena tada se povećanje proizvodnje može izvesti samo u granicama nataliteta. Ali to znači i povećanje broja potrošača uslijed čega relativna potrošnja (po stanovniku) ne raste iako apsolutna proizvodnja raste. Dakle ne zadovoljavaju se potrebe bolje.

Druga mogućnost povećanja društvene potrošnje je relativno povećanje proizvodnje, tj. povećanje radnog učinka po jedinici rada.

To je povećanje produktivnosti rada. Pri rastu produktivnosti rada raste količina proizvoda pri datom, fiksiranom obimu radne snage. Broj potrošača ostaje nepromijenjen, a proizvodne količine za društvenu potrošnju rastu. Time je svakom potrošaču omogućen porast potrošnje, a to znači porast ličnog i društvenog standarda.



Znači da je put za omogućavanje veće društvene potrošnje, odnosno većeg standarda put povećanja produktivnosti. Produktivnost kao parcijalni pokazatelj kvaliteta ekonomije preduzeća može se posmatrati sa stanovišta: [1]

- društvene zajednice kao sposobnost proizvodnja, tj. koliki obim proizvodnje organizacija može dati društvenoj zajednici i
- kvaliteta ekonomije organizacije, produktivnost pokazuje racionalnost trošenja radne snage.

Na veličinu produktivnosti utiče veliki broj faktora koji mogu da se grupišu u dvije skupine:

- objektivne i
- subjektivne.

Objektivni faktori su:

- tehnički faktori i
- društveni faktori.

Tehnički faktori, uticajni na produktivnost, su sva materijalna i tehnička sredstva koja služe proizvodnji. Najznačajniji tehnički faktori produktivnosti su: [1]

- karakteristike proizvoda,
- karakteristike tehnološkog procesa,
- karakteristike sredstava za rad,
- karakteristike materijala,
- radna sredina,
- obim proizvodnje,
- vid organizacije rada i
- nivo organizacije.

U društvene faktore produktivnosti spadaju sve društvene institucije i društvene vrijednosti koje na bilo koji način utiču na tok društvenih zbivanja:

- kulturni nivo,
- proizvodni odnosi,
- privredne prilike,
- nivo razvijenosti proizvodnih snaga,
- tržište,
- saobraćajna mreža,
- običaj i navike stanovništva itd.

Subjektivni faktori produktivnosti obuhvataju organizacione faktore, odnosno faktore vezane za ličnost čovjeka u proizvodnji i njegove napore u postavljanju i vođenju proizvodnje odnosno poslovanja. Mogu da se ispoljavaju:

- kroz izbor niza tehničkih i društvenih uslova proizvodnje,
- kao kvalifikacioni nivo proizvođača,
- kroz organizacione mjere i napore u ostvarivanju ciljeva organizacije,
- kroz intenzitet rada.

Produktivnost može da se izražava i mjeri na više načina. Svaki od njih ima svojih prednosti i mana. Ako se pogleda izraz (2) može se zaključiti da razlike u načinima izražavanja i mjerenja produktivnosti proizlaze iz načina izražavanja proizvodnje. Naime za izražavanje utroška radne snage, odnosno živog rada je opšte prihvaćeno mjerilo vrijeme trajanja rada. Kao najčešće metode mjerenja produktivnosti upotrebljavaju se metode u kojima se proizvod izražava:

- fizičkim jedinicama mjere,
- tržišnom cijenom proizvoda,
- cijenom koštanja proizvoda,
- društveno potrebnim radom.

Izražavanje proizvoda fizičkom jedinicom mjere moguće je u organizaciji koja proizvodi jedan proizvod ili nekoliko proizvoda koji se mogu izraziti reprezentantom. Ako to nije slučaj onda se proizvodnja  $Q$  ne može izraziti fizičkom jedinicom mjere.

Ako se, zbog heterogenosti proizvodnje, ne može primjeniti izraz (2), pribjegava se svođenju heterogene proizvodnje na zajednički brojnik pomoću tržišne cijene proizvoda odnosno primjenjuje se obrazac:

$$P = \frac{\sum Q_i \cdot C_{pi}}{L} \quad \dots(31)$$

gdje je:

$Q_i$  – količina  $i$  – te vrste proizvoda,

$C_{pi}$  – jedinična tržišna cijena  $i$  – te vrste proizvoda.

Ovaj izraz se može primjenjivati u svim slučajevima. Međutim, on će često dati krivu sliku produktivnosti jer je ona pod uticajem tržišnih cijena koje uopšte nisu faktor produktivnosti.

Znači da se izraz (31) može primjenjivati ako se tržišne cijene ne mijenjaju bitno. Ako je to slučaj onda se primjenjuju standardne cijene i po njima treba stalno obračunavati produktivnost bez obzira mijenjaju li se tržišne cijene ili ne. Često se za mjerenje produktivnosti upotrebljava izraz:

$$P = \frac{\sum Q_i \cdot C_{ki}}{L} \quad \dots(32)$$

gdje je:

$C_{ki}$  – cijena koštanja  $i$  – te vrste proizvoda.

I ovaj izraz ima slične nedostatke kao i (31) jer se i nabavne cijene proizvodnih faktora na ulazu u proizvodnju mijenjaju. Najbolje je primjenjivati izraz:

$$P = \frac{Q}{L} = \frac{L_o}{L} \quad \dots(33)$$

gdje je:

$L_o$  – predstavlja proizvodnju izraženu u količini društveno potrebnog rada za proizvodnju  $Q$  koju bi uložio prosječan proizvođač uz prosječne društveno potrebne uslove.

Međutim u stvarnosti, zato što ne postoji institucija koja bi utvrđivala prosječnog društvenog

proizvođača i prosječne društvene uslove za svaki proizvod, ovaj izraz ostaje samo teorijski.

Još jedan od načina mjerenja produktivnosti je i metoda radnog sata. [29]

Izračunava se kada se uporedi potrebno normativno vrijeme za izradu jedinice proizvoda i utrošeno – stvarno vrijeme, koje se potroši prilikom izrade jedinice proizvoda:

$$P = \frac{t(n)}{t(p)} = \frac{\text{normirano vrijeme}}{\text{ostvareno vrijeme}} \quad \dots(34)$$

Primjenom ovog metoda, produktivnost se iskazuje relativno neimenovanim brojem, koji može imati sljedeće veličine:

$P=1$  – stvarno vrijeme, kada je jednako objektivno mogućem, što znači da je produktivnost na normiranom nivou;

$P>1$  – stvarno vrijeme je ovdje manje od objektivno mogućeg vremena, što znači da je produktivnost povećana i troši se manje rada u proizvodnji pojedinačnog proizvoda;

$P<1$  – utrošeno vrijeme je veće od normiranog; produktivnost je manja od normirane i troši se više rada u proizvodnji jedinice proizvoda.

### **Mjere povećanja produktivnosti [29]**

Postoji širok spektar mjera koje se primjenjuju u ekonomskim organizacijama koje se sprovode za povećanje produktivnosti:

1. organizacione mjere: povećanje stepena korištenja kapaciteta, eliminacija zastoja, kvalifikovana radna snaga, optimalan intenzitet rada;
2. tehničke mjere: izmjene tehničkih uslova rada, modernizacija poslovnih sredstava i sl.;
3. društvene mjere: izmjene društvenih uslova u okruženju, djelovanjem na institucije društva preko granskih (stateških) udruženja, kao što su privredne komore ili druge profesionalne asocijacije u zemlji.

Ako se istraživanjem pokaže da su potrebne opsežnije mjere radi postizanja boljih poslovnih rezultata, ekonomska organizacija pristupa reorganizaciji.

## **8.4. Princip ekonomičnosti**

Ekonomičnost, kojom se obično smatra stepan štedljivosti u ostvarivanju učinka kroz odnos između outputa (izlaza) i inputa (ulaza), je mjerilo uspješnosti poslovanja koje se izražava kroz odnos između ostvarenih učinaka i količine rada, predmeta rada, sredstava za rad i tuđih usluga potrebnih za njihovo ostvarenje.

Sa stajališta poduzeća može se govoriti o ekonomičnom poslovanju samo onda ako je ostvareni učinak rezultat ekonomičnog trošenja sredstava za rad, predmeta rada, tuđih usluga i racionalnog raspolaganja s radnom snagom i ako postoji mogućnost za realizaciju ostvarene proizvodnje. [29]

Princip ekonomičnosti predstavlja ekonomski princip poslovanja koji obezbjeđuje maksimalni proizvodni učinak uz minimalne utroške komponenata poslovnog procesa. Drugim riječima,

ekonomičnost izražava stepen efikasnosti trošenja u preduzeću kroz zahtjev da se sa utrošenim sredstvima ostvari što veći proizvodni učinak.

Sušтина principa ekonomičnosti sastoji se u štednji i ekonomisanju elemenata proizvodnje preduzeća. Ekonomski cilj poslovanja preduzeća je da obezbijedi pozitivnu razliku između ostvarene vrijednosti u vidu rezultata poslovanja i utrošenih vrijednosti (troškova), za dati obim proizvoda i usluga.

Dakle, princip ekonomičnosti je težnja da se određena proizvodnja ostvari sa što manjim trošenjem elemenata proizvodnje. Opšti obrazac koji izražava ekonomičnost je: [1]

$$E_k = \frac{Q}{U} \quad \dots(35)$$

$U$  – predstavlja utrošene elemente proizvodnje. Kako se oni sastoje od predmeta rada ( $M$ ), sredstava za rad ( $S$ ) i rada ( $L$ ) to se ekonomičnost može pisati i kao:

$$E_k = \frac{Q}{M + S + L} \quad \dots(36)$$

U izrazu za ekonomičnost je obuhvaćen cijeli ljudski rad, tj živi ( $L$ ) i minuli ( $M+S$ ) odnosno svi elementi koji su sudjelovali u radnom procesu. Zato pokazatelj ekonomičnosti predstavlja mjerilo koje najšire zahvata ekonomsku stvarnost, odnosno predstavlja najobuhvatnije mjerilo kvaliteta ekonomije. Iz izraza (36) se vidi da se ekonomičnost može povećati na dva načina:

- porastom proizvodnje, odnosno izlaza iz poslovnog sistema uz istu količinu utrošenih elemenata i
- ostvarenjem jednake količine proizvodnje (izlaza) uz smanjenje količine utrošenih elemenata.

Ukupna ekonomičnost može se rastaviti na parcijalne ekonomičnosti, ako se proizvodnja, odnosno učinak iskaže u odnosu na svaki utrošeni element proizvodnje:

$$E_{km} = \frac{Q}{M}; \quad E_{ks} = \frac{Q}{S}; \quad E_{kl} = \frac{Q}{L} \quad \dots(37)$$

Prva dva izraza predstavljaju ekonomičnost sredstava za proizvodnju, a treći je poznat izraz za produktivnost rada. Mjerenje parcijalnih ekonomičnosti predstavlja korisne oblike analize poslovanja, i to kako pojedinih elemenata u cjelini tako i njihovih dijelova (osnovnih materijala, pomoćnih materijala, energije, pogonskih mašina, transportnih mašina itd). Pored navedenih izraza za ekonomičnost, moguće je ekonomičnost izraziti i kao recipročne vrijednosti tih izraza:

$$e_k = \frac{U}{Q} \quad \dots(38)$$

$$e_{km} = \frac{M}{Q}; \quad e_{ks} = \frac{S}{Q}; \quad e_{kl} = \frac{L}{Q} \quad \dots(39)$$

Ovi izrazi ekonomičnosti predstavljaju prosječnu količinu utrošenih elemenata proizvodnje za ostvarenje jedinice proizvoda odnosno učinka, koji predstavljaju značajne podatke za planiranje

proizvodnje i analizu troškova. Izrazi (35) do (39) daju nivo ekonomičnosti. Za praćenje dinamike ekonomičnosti (kretanja u vremenu) koriste se indeksi. Indeksi su relativni brojevi, koji izražavaju odnos između dva stanja neke pojave pa služe za njihovo (40) upoređivanje tokom vremena. Brojnik razlomka predstavlja podatak, koji se upoređuje, a nazivnik podatak sa kojim se upoređuje bazni podatak:

$$I_{ek} = \frac{E_{ki}}{E_{ko}} \cdot 100(\%)$$

gdje je:

$E_{ko}$  – ekonomičnost baznog perioda,

$E_{ki}$  – ekonomičnost posmatranog perioda.

Ako je  $I_{ek} > 100$  ekonomičnost raste,  $I_{ek} < 100$  ekonomičnost opada i  $I_{ek} = 100$  ekonomičnost se ne mijenja.

Lahko se može zaključiti da se princip ekonomičnosti temelji s jedne strane, na zahtjevu štedljivosti sredstava za proizvodnju, a sa druge strane, na zahtjevu maksimalne proizvodnje odnosno učinka. Zato se suština problematike ekonomičnosti u organizaciji svodi na pronalaženje najpovoljnijeg odnosa između ta dva zahtjeva.

Mjerenje ekonomičnosti može se provoditi i onako kako se mogu izraziti trošenja u proizvodnji:

- naturalno (fizičko, količinsko) mjerenje i
- vrijednosno (novčano) mjerenje.

Kod naturalnog mjerenja ekonomičnosti i proizvodnja i utrošci elemenata proizvodnje izražavaju se u prirodnim jedinicama mjere. Međutim, takvo mjerenje ekonomičnosti nije moguće provesti u cijelosti, prije svega zbog toga što utrošci sredstava za rad i radne snage nisu mjerljive veličine.

Parcijalne ekonomičnosti moguće je mjeriti naturalnom metodom. Takvo mjerenje je moguće provesti detaljno za svaki element proizvodnje. Tako se dobija potpunija slika ekonomičnosti poslovanja. Drugi problem kod mjerenja ekonomičnosti naturalnom metodom je problem izražavanja proizvodnje, odnosno učinaka za slučaj da je proizvodnja heterogena. To se prevazilazi:

- primjenom reprezentanta proizvoda gdje se ukupna proizvodnja izražava u količini reprezentanta. Pri tome je reprezentant proizvod koji se najviše proizvodi, a ostali proizvodi se preračunavaju u reprezentant preko koeficijenta;
- primjenom radnog vremena potrebnog za izradu proizvodnje (uslovna naturalna metoda). Naime, time se sve vrste proizvoda izražavaju u jednom uslovnom proizvodu (usluzi) pa se upotrebljava kod srodnih proizvoda;
- izražavanjem proizvodnje u norma satima.

Kod vrijednosnog mjerenja ekonomičnosti količine proizvodnje i količine utrošenih elemenata se množe sa odgovarajućim cijenama:

$$E_k = \frac{Q \cdot C_p}{U \cdot C_n}; \quad e_k = \frac{U \cdot C_n}{Q \cdot C_p} \quad \dots(41)$$

$C_n$  – nabavna cijena elemenata proizvodnje.

Pošto je za proizvodne organizacije:

$$Q \cdot C_p \approx UP \quad \dots(42)$$

$$U \cdot C_n \approx T \quad \dots(43)$$

onda se ekonomičnost može izraziti i kao:

$$E_k = \frac{UP}{T}; \quad e_k = \frac{T}{UP} \quad \dots(44)$$

$UP$  – ukupan prihod,

$T$  – troškovi poslovanja.

Vrijednosno mjerenje ekonomičnosti moguće je izvesti na osnovu različitih cijena:

- tekućih (tržišnih) ili
- standardnih (planskih).

Primjena tržišnih cijena može često da daje krivu sliku ekonomičnosti jer se tržišne cijene uglavnom pomjeraju. Slijedi da će time ekonomičnost rasti ili padati a da se to stvarno nije desilo. Tako ako su porasle nabavne cijene elemenata proizvodnje više od ušteda onda će ekonomičnost pasti bez obzira na uštede. Da bi se ovo izbjeglo primjenjuju se često stalne, odnosno planske cijene.

Faktori koji djeluju na ekonomičnost su raznovrsni. Na njihov pravac i intenzitet, radi poboljšanja ekonomičnosti, utječe se u svakom konkretnom slučaju drugačijim mjerama. Navest ćemo najznačajnije od njih: [1]

- 1) Smanjenje utroška predmeta rada. Glavni faktori koji utječu na visinu utroška predmeta rada (materijala) jesu karakteristike:
  - a) proizvoda,
  - b) materijala,
  - c) sredstava za rad,
  - d) tehnološkog procesa,
  - e) radnih uslova.

Na ove faktore uticaj se svodi na poduzimanje odgovarajućih organizacionih mjera, kojima se smanjuje osobito:

- škart osnovnog materijala (do kojeg dolazi zbog: konstrukcionih grešaka na proizvodu, neadekvatnog tehnološkog postupka, nepogodnih sredstava za rad za obradu određenog materijala, lošeg kvaliteta materijala, slabe organizacije procesa rada, i dr.),
  - utrošak režijskog materijala (koji se u krajnjim slučajevima pretvara u rasipanje, prije svega zbog nepostojanja normativa sličnim onima za materijal izrade),
  - nematerijalni izdaci koji se u organizaciji (knjigovodstvu) bilježe kao materijalni troškovi (raznovrsne neproizvodne usluge, te troškovi putovanja, obrade tržišta, i sl.).
- 2) Smanjenje troškova sredstava za rad. Osnovni faktori trošenja sredstava za rad jesu karakteristike:
    - a) materijala,

- b) tehnološkog procesa,
- c) samih sredstava za rad i dr.

Utjecaj na ove faktore se također svodi na poduzimanje potrebnih organizacionih mjera, ali je problem znatno kompleksniji od onog kod poduzimanja mjera za smanjenje utroška materijala. To proizilazi iz činjenice što se veličina (naturalnog) utroška sredstava za rad obično ne može iskazati, jer se fizička istrošenost sredstava opaža nakon duljeg razdoblja.

Mjere koje se poduzimaju za smanjenje trošenja sredstava za rad obično se odnose na:

- a) lom sredstava za rad (on je obično posljedica slučaja i njegova iznenadna pojava može znatno utjecati na pad ekonomičnosti),
  - b) intenzitet fizičkog trošenja sredstava za rad – habanje (svako odstupanje od predviđenog normalnog režima rada sredstava – raznovrsna preopterećenja imaju za posljedicu povećano fizičko trošenje),
  - c) održavanje sredstava za rad (svrsishodnim održavanjem smanjuje se opasnost od kvara sredstava za rad, pri čemu je potrebno pronaći optimum između povećane ekonomičnosti kao rezultata održavanja sredstava i trošenja materijala i radne snage potrebnih za to održavanje).
- 3) Smanjenje trošenja radne snage. Taj se problem razmatra pri analizi proizvodnosti rada.
- 4) Što potpunije korištenje kapaciteta. Sve većom tehničkom opremljenošću organizacije raste sve više udio fiksnih troškova u ukupnim troškovima. Time značaj fiksnih troškova i u skukturi cijene koštanja postaje sve veći, pa je osobito važno za provođenje principa ekonomičnosti poduzimati organizacione mjere za što potpunije korištenje postojećih kapaciteta (udio prosječnog fiksnog troška sve više opada u prosječnom ukupnom trošku – cijeni koštanja s porastom opsega proizvodnje, odnosno potpunijim korištenjem kapaciteta).
- 5) Otklanjanje grešaka u prijašnjem izboru tehnoloških faktora.

Na povećanje utrošaka elemenata proizvodnje dolazi također i zbog grešaka koje su učinjene u prijašnjem izboru određenih tehničkih faktora. Te se greške mogu odnositi na:

- konstrukciju proizvoda,
- izbor tehnološkog procesa,
- izbor sredstava za rad,
- izbor predmeta rada (materijala),
- izbor oblika organizacije te,
- izbor nivoa tehničke opremljenosti.

Jedna od mogućih mjera za otklanjanje ovih grešaka u organizaciji je rekonstrukcija, premda ona neće dati one ekonomske efekte, koji bi se dobili da su potrebna tehnička rješenja uvedena već prilikom njihovog prvog izbora. Štaviše, efekti rekonstrukcije moraju biti znatni da bi se ona pokazala ekonomičnom, jer ona mora opravdati dopunska ulaganja sredstava za njezino izvršenje, kao i ulaganja izvršena kod prijašnjeg pogrešnog izbora.

- 6) Uvođenje novih tehničkih dostignuća. Mjere koje se poduzimaju da bi se povećala ekonomičnost imaju stalan karakter. Razlog leži prije svega u stalnom pojavljivanju novih naučnih i tehničkih dostignuća, čijim se uvođenjem u proces rada povećava njegova proizvodna snaga. Međutim, treba imati na umu da primjena svakog dostignuća

ne znači odmah i povećanje ekonomičnosti.

Samo u slučaju kad se primjenom novih rješenja ostvaruju veći ekonomski efekti od troškova, koje je prouzrokovalo njihovo uvođenje, nivo ekonomičnosti će postati veći.

### 8.5. Princip rentabilnosti

Rentabilnost je ekonomsko mjerilo uspješnosti, koje predočava unosnost uloženog kapitala u nekom vremenskom razdoblju, odnosno u nekom poslu, a iskazuje se kroz odnos poslovnog rezultata, odnosno profita i uloženog kapitala.

Ako su nekom preduzeću prihodi veći od rashoda ostvarilo je dobit, a ako su prihodi manji od rashoda ono je poslovalo s gubitkom. U prvom slučaju za preduzeće se kaže da je poslovalo rentabilno, a u drugom nerentabilno.

Rentabilnost je različita od preduzeća do preduzeća u okviru iste grane, različita između grana i djelatnosti – sve te razlike su pokazatelj ne samo poslovnog uspjeha već su i veoma važan instrument poslovne orijentacije. [29]

Princip rentabilnosti je težnja da se ostvari što veći dohodak sa što manjim angažovanjem sredstava u reprodukciji. Primjenom ovog principa pokriva se preostali dio ekonomije organizacije, koji nije pokriven principima produktivnosti i ekonomičnosti, a koji je potrebno kontrolisati da bi poslovanje bilo uspješno. Bitni elementi ekonomije organizacije su:

- ostvareni obim proizvodnje i njegova vrijednost,
- utrošci radne snage,
- troškovi,
- dohodak kao novostvorena vrijednost,
- rezultat reprodukcije ( $D$ ),
- sredstva angažovana u reprodukciji ( $AS$ ).

Principima ekonomičnosti i produktivnosti ostali su nepokriveni dohodak i angažovana sredstva. Ako se definicija rentabilnosti iskaže matematički onda je to izraz:

$$R = \frac{D}{AS} \quad \dots(45)$$

$$AS = OS + ObS \quad \dots(46)$$

Iz izraza (18) vidi se da se rentabilnost može povećati djelujući:

- na dohodak i
- veličinu angažovanih sredstava.

Dohodak kao rezultat reprodukcije je razlika između ukupnog prihoda i troškova poslovanja:

$$D = UP - T - Am = Q_i \cdot C_{pi} - T - Am \quad \dots(47)$$

Prema tome, dohodak je veći ako su manji troškovi poslovanja, ako su veće prodajne cijene



proizvoda i ako je veći stepen iskorištenja kapaciteta (veći obim proizvodnje – veći *UP*).

Veličina angažovanih sredstava u organizaciji naročito zavisi od stepena iskorištenja kapaciteta i brzine obrtaja obrtnih sredstava.

Što je veći stepen iskorištenja kapaciteta manja su angažovana sredstva po jedinici proizvoda, odnosno jedinica angažovanih sredstava stvara veći dohodak. To znači da se osnovna sredstva brže reprodukuju. Također što je veća brzina obrtaja sredstava trebaće manja masa obrtnih sredstava za isti obim proizvodnje odnosno dohodak.

### **Mjerenje rentabilnosti [29]**

Cilj mjerenja rentabilnosti jeste da se kvantifikuje efikasnost upravljanja ukupnom imovinom preduzeća. Najznačajniji pokazatelji rentabilnosti su:

1. neto rentabilnost,
2. prinos na ukupna sredstva,
3. prinos na vlasnički capital,
4. prihod po akciji.

**Neto rentabilnost** se izražava u procentima i pokazuje prinos od prodaje. Neto rentabilnost pokazuje koliki se profit ostvari na svaku novčanu jedinicu prodaje. Neto rentabilnost je indikator da li su proizvodi prihvaćeni na tržištu:

$$\text{Neto rentabilnost} = \frac{\text{profit}}{\text{prodaja}} \cdot 100\% \quad \dots(48)$$

**Prinos na ukupna sredstva** izražava se u procentima i predstavlja najšire mjerilo rentabilnosti preduzeća, jer prikazuje prinos i vlasnika i kreditora na ukupno uložena sredstva. Vrijednost ovog pokazatelja, koji pokazuje efikasnost ukupno uloženi sredstava, bez obzira na njihov izvor, zavisi od velikog broja faktora i razlikuje se od preduzeća do preduzeća.

**Prinos na vlasnički kapital** je odnos između profita (poslije oporezivanja) i vlasničkog ili akcionarskog kapitala. Izražava prinos na knjigovodstvenu vrijednost vlasničkog kapitala preduzeća. Vlasnički kapital se sastoji od običnih akcija, dodatno uplaćenog kapitala (dokapitalizacija) i zadržanog profita.

**Prihod po akciji** je za vlasnike najznačajniji pokazatelj rentabilnosti preduzeća. Prihod po akciji se izražava kao novčani iznos po akciji i razlikuje se od preduzeća do preduzeća.

## **9. LITERATURA**

- [1] Brdarević, S.: Organizacija proizvodnje, Mašinski fakultet u Zenici, Zenica, 1986.
- [2] Hilton, W. R., Maher, W.M., Selto, H.F.: Cost Management: Strategies for Business Decisions, New York: McGraw-HillIrwin, 2011.
- [3] Drljača M.: Metode upravljanja troškovima, Električka, Broj 4, Stilloeks, Zagreb, str. 16-22, ISSN 1332-0122, 2004.

- [4] Beberović Š., Stavrić B., Šunjić M.: *Ekonomika preduzeća, treće dopunjeno izdanje*, ISBN 85-81685-03-1, 2000.
- [5] Belak, V.: *Menadžersko računovodstvo*, RRIF plus, Zagreb, 1995.
- [6] Markovski, S.: *Troškovi u poslovnom odlučivanju*, Informator, Zagreb, 1983.
- [7] Perčević, H.: *Metode obračuna troškova u proizvodnom sektoru RH*, Zagreb, 2006.
- [8] Belak, V.: *Menadžersko računovodstvo*, RRIF, Zagreb, 1995.
- [9] Galić, Z.: *Strateško upravljanje troškovima*, RriF, Vol.10, Zagreb, 2008.
- [10] Belak, V.: *Menadžersko računovodstvo, Računovodstvo, revizija i financije*, Zagreb, , str. 130.-131., 1995.
- [11] Galić, Z.: *Strateško upravljanje troškovima*, RriF, Vol.10, Zagreb, str.62, 2008.
- [12] Gayle Rayburn, L.: *Cost accounting – Using a cost management approach*, USA, 1993.
- [13] Cingula M.,Klačmer M.: *Pregled nekih metoda i postupaka upravljanja troškovima*, RRiF, Broj 8, Zagreb, str. 20-25, 2003.
- [14] Skoko, H.: *Obračun troškova na temelju aktivnosti (Activity Based costing, ABC)*, Računovodstvo, revizija i financije, No.8., str. 38, 1998.
- [15] Belak, V.: *Računovodstvene informacije za menadžment utemeljene na aktivnostima*, RRiF, Zagreb, str. 132-133, 2004.
- [16] Gulin, D.: *ABC metoda u upravljanju troškovima*, Zagreb, 1992.
- [17] Špac, D.: *Upravljanje troškovima i njihovo značenje za poslovnu uspješnost*, Računovodstvo, revizija i financije, br. 8, Zagreb, str. 98, 2011.
- [18] Dropulić, I.: *Nastavni materijal - „Obračun troškova zasnovan na aktivnostima (ABC metoda)“*, 9. predavanja i vježbe, Sveučilište u Splitu, 2016., (pristup 25.09.20019.)
- [19] Dunković, D.: *Kako unaprijediti upravljanje troškovima u poslovanju*, RRiF, No.8., Zagreb, str. 17, 2010.
- [20] Pajić T.: *"Obračun troškova na temelju aktivnosti – ABC metoda," Slobodno poduzetništvo*, Broj 19, TEB, Zagreb, str. 14-23, 2000.
- [21] Hicks D.T.: *Activity-Based Costing-Making it work for small and mid-sized companies*, John Wiley & Sons, INC, NewYork, str.72, 1999.
- [22] <http://www.racunovodja.hr/obracun-troskova-primjenom-abc-metode>, (pristup 26.09.2019.)
- [23] Cooper, R.: *When Lean Enterprises Collide, Competing throught Confrontation*, Boston, 1995.
- [24] Pekanov-Starčević, D.: *Koristi primjene ABC metode u hrvatskim poduzećima*, Ekonomski Vjesnik, vol. 26, br. 1, str. 149-159, 2013.
- [25] Hočevar, M.: *Prednosti i manjkavosti nekih suvremenih računovodstvenih metoda*, RRiF, br. 5, 2003.
- [26] Potonik-Galić, K.; Galić, Z.: *Određivanje troškova u procesu razvoja novog proizvoda*, RRiF, br. 10, 2008.
- [27] Rogošić, A.: *Meduovisnost interno orijentiranog računovodstva i zrelost sustava upravljanja kvalitetom*, Sveučilište u Splitu, Ekonomski fakultet Split, Split, 2012.
- [28] Halebić, J.: *Predavanja sa predmeta Ekonomika preduzeća*, dostupno na [ptf.unze.ba › wp-content › uploads › 2019/05 › EP\\_ch\\_09](http://ptf.unze.ba/wp-content/uploads/2019/05/EP_ch_09) (pristup 10.10.2019. godine)

- [29] Jevremović, M.: Principi ekonomije preduzeća, Materijal sa predavanja, (pristup 10.10.2019.)

## **XII INFORMACIONI SISTEM POSLOVNOG SISTEMA**

### **1. UVOD**

Posljednjih nekoliko decenija privređivanje karakterišu značajne dinamičke promjene uslovljene eksponencijalnim rastom znanja. Posljedica takvog razvoja ljudskog društva je ubrzan i izražen naučno – tehnički i tehnološki progres. Funkcionisanje poslovnog sistema usložnjava rastuća složenost poslovnih poduhvata i međusobna povezanost pojava i zbivanja u samom poslovnom sistemu i u okruženju.

Intenzitet promjena i kvalitativno izmijenjeni uslovi poslovanja, ističu u prvi plan komuniciranje, kako bi se ostvarila interakcija i povezivanje svih elemenata sistema i okruženja. Naglim razvojem informacionih i komunikacionih tehnologija rješavaju se uočeni problemi u poslovanju. Razvijene zemlje ulaze u tzv. informatičko društvo koje se značajno razlikuje od industrijskog društva. [1]

Ovladavajući prostorom energetske i materijalne integracije čovjek je uočio da je neophodno sprovesti i informacionu integraciju. Pronalaskom kompjutera čovjekov misaoni proces se iskazuje preko informacionih sadržaja. Danas još uvijek postojeća softverska rješenja, koja su obično još uvijek generalna, ne zadovoljavaju potrebe čovjeka, tako da se problem pokušava riješiti uvođenjem vještačke inteligencije.

Danas su informacije kroz nauku, inovacije, transfer tehnologije, "know how" vrlo značajna komponenta razvoja privrede. Korištenje informacione tehnologije bitno smanjuje troškove proizvodnje, povećava konkurentnost i naravno profitabilnost preduzeća. Za uštede u energiji i sirovinama se može reći da su relativno male u odnosu na uštede koje se postižu u domenu upravljanja, kontrole, evidencije, računovodstva, nabavke, prodaje, marketinga i drugih poslova.

Pored informatizacije procesa proizvodnje sve više se i sama informacija koristi kao roba. Potrebno je napomenuti da nije toliko riječ o novim informacijama, već o radikalnom poboljšanju načina na koji se informacija distribuira krajnim korisnicima. Radi se o selekcioniranim informacijama, čija poruka ima značajnu upotrebnu vrijednost, pri čemu je vrijeme potrebno za pristup ovim informacijama veoma malo. [1]

Od svih informacionih sistema koji se danas koriste u svim sferama društva, najznačajniji su informacioni sistemi, koji služe za upravljanje proizvodnjom u preduzećima. Važnost ovih informacionih sistema odgovara značaju koji materijalna proizvodnja ima u sadašnjem stepenu razvoja ljudskog društva.

Iskustvo razvijenih zemalja nas uči da se na postojeće ciljeve uvijek moraju dodavati novi koji

predstavljaju zahtjev vremena. Najznačajnije mjesto u hijerarhiji ciljeva svakako pripada opštem zahtjevu za bržim razvojem nauke i bržom primjenom naučnih dostignuća u privredi.

U posljednjih nekoliko decenija svjedoci smo intenzivnog razvoja informacione tehnologije. Najbrži rast zabilježen je u industriji mikrokomputera i razvoju softverske podrške. Tome je značajno doprinio paralelan razvoj novih tehnologija i orijentacija industrije na primjenu računara u svom poslovanju. Rezultati istraživanja na polju telekomunikacija imaju velike zasluge za ovakav razvoj računarske tehnologije.

## 2. POJAM I ZNAČAJ INFORMACIJA

Da bismo mogli govoriti o informaciji, prethodno ćemo nešto reći o signalu.

### 2.1. Šta je signal? [2]

Bilo kakav događaj uvijek ima za posljedicu poremećaj postojećeg stanja. Ove posljedice (odnosno fizička, hemijska, geometrijska i druga kretanja) prenose se od jednog objekta ka drugome. Ta kretanja ili promjene uzrokovane pojavom ili događajem iz nekog vanjskog izvora zajednički se označavaju kao signali.

Bacanje kamena u vodu stvara valove koji se šire do dna ili do obale: zračenje zvijezda putuje milionima i stotinama miliona godina prije nego što dopre do nekog nebeskog tijela. Udar groma ima za posljedicu i svjetlosni i zvučni signal. Pokretanje tektonskih slojeva uzrokuje potrese. Vulkanska aktivnost uvijek povlači za sobom bogat niz dodatnih signala koji djeluju na okolinu – i mehaničkih i zvučnih i svjetlosnih i elektromagnetskih i hemijskih. Primjeri se mogu nabrajati u nedogled. Svaki signal ima svoje karakteristike – oblik, učestalost pojavljivanja, intenzitet, trajanje, način djelovanja na okolinu, posljedice... Onaj ko posjeduje dovoljno znanja može, naprimjer, po tragovima koje su signali ostavili na okolinu pratiti historiju naše planete i rekonstruirati vremenski niz pojava i događanja kroz beskrajne eone. Kretanje je sastavni dio materije kao što je i materija sastavni dio kretanja: jedno bez drugog ne postoji. Stoga su događanja svakodnevnost ovoga svijeta, njegov način izražavanja i postojanja. Otuda beskrajna rijeka signala, njihovo neiscrpno bogatstvo i svekolika prisutnost. Na planeti Zemlji signali, kao rezultat događanja, nastaju u dva različita sistema:

- u neživom svijetu i
- u živom svijetu.

*Signali neživog svijeta* rezultat su svih kretanja materije i energije unutar objekata (entropija, starenje, raspadanje radioaktivnih materijala itd.), te kretanja materije i energije izvana (uzrokovanog sudarima, djelovanjem drugih objekata i pojava – izravno ili neizravno itd).

*Signali živoga svijeta* dijele se u dvije osnovne grupe: u one koji nastaju samim postojanjem i odvijanjem života i one koje živo biće generira u neku posebnu svrhu: za označavanje teritorija, traženje partnera, upozorenje itd. Ova druga vrsta signala ima smisla onda i samo onda ako postoji drugo živo biće koje je u stanju ove signale prihvatiti i odgovarajuće reagirati na njih. Tek na vrlo visokom stepenu razvoja određen niz signala dobiva i posebnu namjenu – svjestan prijenos vrlo složene poruke uz primjenu specijaliziranih organa. U poznatoj prirodi ovaj oblik generiranja, prijenosa i prihvaćanja signala karakterističan je samo za ljudsku vrstu i predstavlja sam vrh poznatog evolucijskog razvoja.

## 2.2. Šta je informacija?

Teorija informacija danas je razvijena u posebnu nauku čiji je teorijski i praktični značaj u savremenom svijetu veoma veliki i svakim danom sve veći. Danas se već teorija informacija uspješno primjenjuje u filozofiji i matematici, prirodnim i tehničkim naukama, socijalno – ekonomskim naukama, biologiji i medicini (Kostić M., 1990).

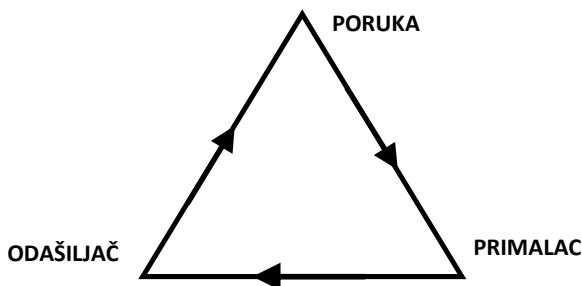
Spoljni svijet, koji okružuje čovjeka, djeluje na njega preko njegovih čulnih organa. Čulni organi daju čoveku informacije o onome što se događa u okolini. Dobijena informacija putem signala se obrađuje u nervnom sistemu i mozgu čovjeka. Nakon odgovarajućeg izbora, prikupljanja i obrade, informacije se koriste od strane čovjeka za obratno, neposredno djelovanje čovjeka na okolinu ili uz pomoć drugih sredstava. Tako se čovjekova okolina pojavljuje kao izvor informacija, a također i kao primalac informacija i dejstava. [1]

Primjena kompjutera pomaže da se "prošire" mogućnosti čovječijeg mozga pri ocjeni situacije, donošenju odluka, mjerenju, kontroli i upravljanju. Ovdje kao međufazu možemo uzeti proces pamćenja i čuvanja informacija u trajnoj ili operativnoj memoriji.

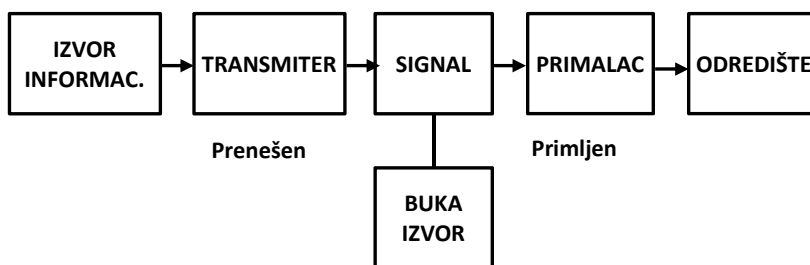
Osnove teorije informacija je najprije izložio američki inženjer i matematičar Klod Elvud Šenon (C. E. Shannon) u svojim radovima o matematičkoj teoriji informacija 1948. i 1949. godine. Šenona je posebno interesovao problem komunikacije. [3]

Taj ga je problem doveo do zaključka da je pri komuniciranju najvažnije da se od odašiljača do primaoca prenese određena količina nečeg nepoznatog primaocu. Ostalo je pitanje da se matematički odredi količina nepoznatog, što treba prenijeti u vidu poruke od odašiljača, preko kanala veze, do primaoca, što i čini osnovu Šenonovog rada iz teorije informacija.

Na Slici 1. Prikazan je najstariji model komunikacija, a na Slici 2. Sanon – Viverov model komunikacija.



Slika 1. Najstariji model komunikacije [3]



Slika 2. Sanon – Viverov model komunikacije [3]

Informacija (*lat. informatio*) označava pojmove kao što su: proučavanje, uputstvo, obavještanje, obavještenje. Neki naučnici smatraju da se informacija ne treba kao pojam definisati, dok drugi naučnici definišu informaciju na više ili manje sličan način. Neke od definicija informacije su: [1,4,5]

- "Informacijom se naziva sadržaj onoga što razmjenjujemo sa spoljnim svijetom dok mu se prilagođavamo i dok utičemo na njega svojim prilagođavanjem. Proces primanja i korištenja informacija je proces našeg prilagođavanja slučajnostima spoljne okoline i našeg nastojanja da u toj okolini djelotvorno živimo." – N. Viner;
- Informacija je skup podataka o nečemu, koji je na određen način obrađen i predstavljen primaocu odnosno korisniku;
- To je način sporazumjevanja između ljudi koji se nalaze u nekoj zajedničkoj aktivnosti. Preko informacija se stiču saznanja o određenom činjeničnom stanju ili promjenama i tendencijama tog činjeničnog stanja;
- Informacija je način i sredstvo povezivanja ljudi kao elemenata sistema. Ona uvijek nosi neku poruku koju davalac informacije upućuje primaocu;
- "Kao što je entropija mjera dezorganizacije, tako je informacija, koja se predaje nizom signala, mjera organizacije." – N. Viner.

Entropija i informacija predstavljaju osnovne informacione veličine. Između njih postoje veze na koje je ukazao Šenon definišući informaciju kao negativnu vrijednost entropije. Iz ovoga slijedi da **entropiju** možemo shvatiti kao mjeru nedostatka informacija, odnosno, mjeru dezorganizacije sistema. [3]

Pojam entropije usko je povezan sa pojmom vjerovatnoće. Entropija izražava prirodnu težnju svakog realnog sistema da dođe u stanje najveće vjerovatnoće, a to stanje odgovara potpunom haosu, koji bi nastao zbog njegove totalne neorganizovanosti.

Polazeći od te prirodne težnje dezorganizacije i neprestanog rasta entropije, u kibernetici se nastoji da se pojam entropije upotrijebi kao mjera valjanosti sistema da bi se moglo odlučivati koji je sistem bolji, odnosno prikladniji za izvršavanje nekog zadatka. Smatra se da je od dva sistema bolji onaj koji ima nižu početnu entropiju i kod koga je njeno povećanje u toku funkcionisanja manje. Prema tome, entropija je mjera za nered u sistemu.

Zbog nepotpunog skupa informacija, procesi u realnim sistemima se, po pravilu, ne izvršavaju sa potpunom sigurnošću. Njihova entropija je mjera slučajnosti njihovog stanja, a to znači njihove dezorganizovanosti.

Informacija je pojam suprotan od entropije. Ona je mjera za red, odnosno organizovanost sistema. Jedini način da se realni sistem odupre prirodnoj težnji porasta entropije je prikupljanje podataka koji ga opisuju i njihova transformacija u informacije koje se koriste za kontrolu rasta entropije. Postupci, kojima se informacije koriste za smanjivanje entropije, odnosno, povećanje organizovanosti sistema predstavljaju upravljanje u širem smislu.

Prema Vineru i Šenonu – informacija je nešto što ukida ili smanjuje neodređenost sistema, odnosno, smanjuje neizvjesnost promjena.

Česte su definicije prema kojima je informacija "najuopštenije rečeno, kapacitet povećanja znanja". Međutim, informacija može, ali ne mora, povećati količinu znanja primaoca. To zavisi od sistema na koji se ona odnosi. Govoriti o informaciji kao o kapacitetu povećanja znanja, moguće je samo ako se ona odnosi na sistem koji može da ima više različitih stanja i kada

postoji neka objektivna neodređenost stanja u kome se sistem nalazi.

- "Informacija je namjenski upravljeno znanje sa ciljem da pripremi ponašanje koje treba da bude efikasno za postizanje ciljeva, po iskustvu traži znanje. Što su bolje poznate varijante i okolnosti, to se bolje mogu pripremiti aktivnosti i to će veći, po pravilu, biti uspjeh. Tu se ne misli na znanje uopšte, nego na znanje sa namjerom da pripremi ponašanje." – W. Witmann (Informacija je prenošenje znanja) [3].

Važno je uočiti da kod svih iskazanih definicija postoji nešto zajedničko, a to je da se informacija definiše u njenom pragmatičnom obliku – ukazujući na njenu ulogu u ponašanju čovjeka pri rješavanju određenih praktičnih problema realne stvarnosti.

Proces informisanja je proces sticanja znanja u cilju realizacije određenih zadataka. Na taj način se uspostavlja izvjesna relacijo – komunikaciona povezanost između objektivne stvarnosti, informacije i znanja o toj stvarnosti kod subjekta.

Ponekad se umjesto informacije upotrebljava izraz podatak. Međutim, mora se jasno napraviti razgraničenje ova dva pojma. Pod podatkom se podrazumijeva predstavljanje informacija (ideja i činjenica) u formalizovanom obliku pogodnom za prijenos ili obradu u nekom procesu. Ili, jednostavno rečeno, podatak je zapis informacije.

Podaci su registrovane činjenice, oznake ili zapažanja nastala u toku nekog procesa. Pojam podataka vezan je za fizičke simbole, koji mogu da se bilježe (registruju), čuvaju, prenose i obrađuju.

Podatak i informacija se razlikuju po stepenu obrade i načinu upotrebe. Podaci su sredstva za izražavanje informacija. Oni predstavljaju izolovane i neinterpretirane činjenice. Podaci su pasivni, oni mogu utjecati na promjenu sadržaja informacije, ali ne utječu na ponašanje sistema. Podatke prikupljamo i registrujemo da bi ih mogli čuvati i po potrebi koristiti. Ako je registrovan, podatak se koristi za preduzimanje akcija ili donošenje odluka i takav podatak se može smatrati informacijom. Podaci postaju informacije u momentu njihovog korištenja. Svi podaci se ne moraju koristiti, niti moraju biti od koristi, a najkorisniji su kada su dostupni u pravo vrijeme i na pravom mjestu.

Sasvim je svejedno kako se do informacije dolazi: gledanjem, slušanjem, korištenjem tehničkih sredstava ili posredstvom direktne razmjene signala s drugim čovjekom. Isto je tako, načelno, nebitno radi li se o tzv. neobrađenu ili sirovu signalu (prirodnog porijekla) ili uputama, priopćenjima, naredbama, izvještajima ili nekom drugom obliku priređene i prethodno obrađene poruke.

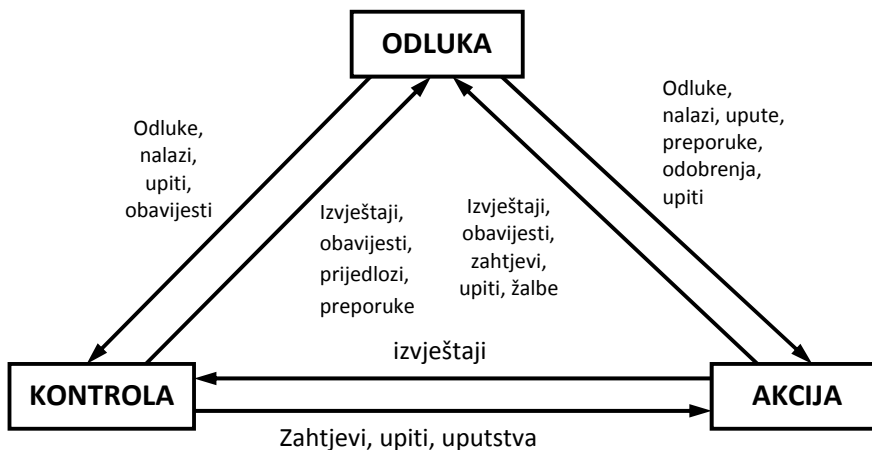
Informacije se dobivaju također i eksperimentima (putem praktičnog rada istraživačkih ekipa) ili promatranjem (naprimjer, nebeskih pojava). Uvijek je riječ o jednom te istom načelu: prijemu i tumačenju signala koji u sebi daje nešto što se do tada nije znalo, nešto novo i nešto što prijemnoj strani do tada nije bilo poznato. Naravno, za učenika prvog razreda osnovne škole savladavanje čitanja i pisanja itekakva je novost, dok je to za starije razrede nešto samo po sebi razumljivo. Otuda proizlazi i činjenica kako status informacije uveliko ovisi i o stanju, kapacitetu i postojećem znanju prijemnika.



### 2.3. Sadržaj i vrste informacija

Sadržaj informacija treba da odgovara potrebama korisnika koje su u vezi sa njegovim zadacima, odnosno u skladu sa dodjeljenim pravima i dužnostima korisnika u izvršenju zadataka poslovnog sistema.

Potrebe korisnika informacija su ishodište tokova informacija i u isto vrijeme i njihova svrha. Na Slici 3. šematski su prikazani sadržaji informacija između mjesta kontrola, odluka i akcija.



Slika 3. Prikaz sadržaja informacija između mjesta upravljanja [6]

Za sadržaj informacija posebno je značajan stepen obaveznosti za primaoca. Ovdje je moguće razlikovati:

- obavijest, kao informaciju koja služi za orijentaciju primaocu i on je prema svome nahođenju koristi ili ne,
- prijedlog, kao informaciju neobaveznu za primaoca, ali može imati određen utjecaj na promjenu njegovog ponašanja i
- naređenje, kao obavezna informacija za primaoca po kojoj on podešava svoje ponašanje.

Svaka informacija ima: [6]

- svoje ishodište koje mora biti jasno definisano radi održavanja organizacijskog autoriteta, snošenja odgovornosti i davanja prednosti hitnijim informacijama,
- intenzitet, kojim ona stiže na cilj savladavajući prepreke na svom putu kroz organizacijsku strukturu i
- usmjerenost, kojom se osigurava stizanje informacija na precizno usmjeren cilj.

### 2.4. Mjerenje informacija [2,7]

Svaka informacija ima dvije komponente na osnovi kojih se može mjeriti i vrednovati: kvantitativnu i kvalitativnu.

Kvantitet informacije dobiva se na osnovi vjerojatnosti i nastupa nekog događaja dok se kvalitet mjeri uz pomoć sintakse, semantike i pragmatike.

**Kvantitet informacije:** Svaki događaj ili pojava u prirodi ima neku vjerojatnoću nastupanja. Ta vjerojatnoća kreće se od nula do jedan (ili, kako se to običava reći, od 0 do 100 %). Naprimjer, vjerojatnoća da će se jaje tvrdo skuhati na temperaturi od 20°C pod normalnim atmosferskim i drugim uslovima iznosi nula. Isto tako, zamrzavanje obične vode na -20°C nastupa 100%, odnosno s vjerojatnošću jedan. U oba slučaja vrijednost informacije koja govori kako se jaje neće skuhati i kako će se voda smrznuti jest nula – odnosno, ovdje se i ne radi o informaciji. Tek oni događaji, koji nastupaju s nekakvom vjerojatnošću između ekstrema, imaju određenu težinu. Novinari dobro znaju priču da je veća informacija kako je čovjek ugrizao psa nego obratno. U teoriji informacija matematički izraz za kvantitet informacije negativni je prirodni logaritam vjerojatnoće nastupa nekog događaja.

### ***Kvalitet informacije:***

**Sintaksa** zahijeva da se kod prijenosa poruke strogo poštuju pravila, koja se odnose na strukturu serije primljenih signala odnosno tretira relacije između simbola, uključujući i obradu podataka, kada ih posmatramo sa gledišta skupa simbola, kojima se iskazuju ili označavaju objekti ili činjenice realnog svijeta. Naprimjer, kada je riječ o pisanju, rečenica počinje velikim slovom, završava propisanom interpunkcijom (tačka, upitnik, uskličnik), postoji propisan red riječi, ispravan gramatički oblik svake riječi i njezina mjesta u rečenici i slično. U svim jezicima sintaksa je važan dio gramatike i pravopisa. I kada je riječ o svim drugim prijenosima poruke (među ljudima, između životinja, kod upravljanja mašinama itd.), sintaksa se strogo poštuje.

**Semantika** ocjenjuje informaciju sa stajališta ekonomičnosti (sažetosti), jasnoće i korektnosti. Semantika tretira i relacije između simbola i onoga što označavaju, sa gledišta značenja informacija za onoga ko ih saopštava ili prima i koristi. Treba naglasiti da je posebno teško mjeriti semantičko značenje informacija. Semantičko značenje ispoljava se naročito pri prevođenju sa jednog jezika na drugi, gdje neusaglašenost u značenju konstrukcija jezika sprječava tok informacija. Uz to, semantički prijem podrazumijeva memorisanje, što prouzrokuje izvjesno kašnjenje informacija. Neka rečenica, niz rečenica pa i čitav govor mogu biti savršeni sintaktički, a da baš ništa ne kažu. Ljudi su oduvijek više cijenili kratku i jasnu poruku nego beskonačne nejasne tirade. Reporteri uče kako se svaki događaj može vrlo kratko i jasno priopćiti ako se daje sažet odgovor na sljedeće upite: "ko", "šta", "kada", "kako", "gdje" i "zašto" – i ništa više.

**Pragmatika** se odnosi na pravovremenost prenesene i priopćene informacije. Kada smo već kod novinarstva, šta znači dobivanje dnevnih novina s dvije sedmice zakašnjenja u današnjem svijetu interneta i konkurencije? Slična stvar je i ako želimo kupiti jeftine cipele, a neko nas obavijesti o prigodnoj rasprodaji koja je jučer završila.

Ako bismo ovo preveli na jezik koji razumiju zaposlenici u preduzeću onda bi mogli reći da su među kvalitativnim karakteristikama najvažnije: [6]

- **sadržaj mora biti istinit**, tj. mora vjerno održavati predmet odnosno činjenično stanje poslovnog sistema i njegovih dijelova o kome informiše;
- **informacija mora biti sažeta, jasna i korektna** (SEMANTIKA). Svaki događaj se može vrlo kratko i jasno priopćiti ako se daju odgovori na sljedeće upite: "ko", "šta", "kada", "kako", "gdje" i "zašto";
- **sadržaj mora biti aktuelan** jer samo pravovremena informacija pruža mogućnost

poduzimanja svrsishodnih mjera i akcija. Informacija, čiji je sadržaj zastario ima samo historijsku vrijednost koja se samo ponekad može koristiti u upravljanju (održavanje). Zahtjev za aktuelnošću informacije raste sa dinamikom i složenošću poslovnog sistema (PRAGMATIKA);

- **sadržaj mora biti jasan i razumljiv** za onoga kome je namijenjen. Nejasne i konfuzne informacije nemaju osnova za pravilno upravljanje (SINTAKSA);
- **sadržaj mora biti objavljen i dostupan** svim članovima poslovnog sistema kojima je potreban za obavljanje njihovog zadatka i ostvarivanje prava.

*Sažeto formulisani ovi zahtjevi: prava informacija na pravo mjesto i u pravo vrijeme, a ukoliko je moguće i uz minimalne troškove.*

Opreznost u pogledu troškova polazi od toga da kvalitetna i pravovremena informacija može biti od neprocjenjive koristi, pa krajnosti u ekonomisanju troškovima informacija može biti od veće štete no što se uštedi. Druga krajnost, naravno, ne dolazi u obzir.

Među najvažnija svojstva informacije spadaju:

**Svojstvo relativnosti** informacije se posmatra u odnosu na primaoca informacije i izvor informacije. Objektivna stvarnost je jedna, a više je subjekata koji primaju informacije o toj stvarnosti, što u sebi uključuje svojstvo relativnosti informacije u odnosu na posmatranog primaoca. Svaki pojedinačni subjekat vrši izbor informacija na osnovu kriterijuma koji formira na osnovu svog iskustva (znanja).

**Utvrđivanje cilja informacija** – Informacija treba da ima određeni cilj u momentu predaje, a to je da je primalac iskoristi.

**Cijena informacije** – Pod cijenom informacije ili njenom upotrebnom vrijednošću treba podrazumijevati materijalni efekat koji se dobija upotrebom date informacije.

**Trajnost i pouzdanost informacija** – Pouzdanost informacija se ocjenjuje u odnosu na to u kojoj mjeri ona održava ono što treba da odražava. Trajnost se osigurava i uslovljena je mogućnostima tehničkih sredstava za uskladištenje, brzu obradu i prijenos informacija. Informacija može da bude pouzdana, ali ne trajna i obratno.

**Količina informacija** – Za donošenje raznih odluka potrebne su informacije različitog obima i kvaliteta. Možemo raspolagati:

- potpunim,
- nepotpunim,
- preobimnim informacijama.

Potpune informacije prikazuju sva bitna svojstva sistema na koji se odnose. Nepotpunim informacijama se služimo kada su nam ograničene mogućnosti prikupljanja, obrade, čuvanja i prenosa informacija. Preobimnost otežava proces komuniciranja, poskupljuje informacioni sistem i povećava vjerovatnoću donošenja pogrešne odluke.

**Brzina djelovanja informacija** – Brzina predaje ili prijema informacije od strane čovjeka je povezana s vremenom koje je neophodno da se shvati smisao primljene informacije i situacija o objektu na koji se odnose informacije. Velika brzina prenošenja informacija je od posebnog interesa za sisteme koji rade u realnom vremenu.

**Deterministički i stohastički karakter informacija** – Informacija o prošlosti, odnosno o događajima koji su se već zbili, u biti je uvijek deterministička, jer predstavlja konstataciju realizovanog stanja. Obično se informacija proglašava determinističkom na osnovu njenog upoređenja sa nekom sigurnom situacijom ili veličinom. Međutim, i u ovim slučajevima postoji izvjesna neodređenost povezana s vjerovatnoćom da se ta veličina izmjeni u budućnosti.

**Troškovi pribavljanja informacija** – Slično kao kod materijalnih i energetske dobara, i informacija zahtijeva određene materijalne i druge rashode neophodne za njeno pribavljanje, njeno dobijanje u skladu sa njenom namjenom.

**Način i forma predstavljanja informacija** – Osnovni, uobičajeni način za prezentovanje informacija u sistemu čovjek – mašina je vizuelan ili zvučni oblik. Forma se također pojavljuje kao bitna karakteristika, kako za čovjeka, tako i za mašinu. Čovjek većinu informacija dobija u obliku dokumenta određene forme. Isto tako se široko primenjuje način primanja informacija preko tzv. video displej uređaja.

## 2.5. Klasifikacija informacija

U poslovnom sistemu informacije se mogu klasificirati po važnim kriterijumima i na taj način ih izučavati i primjenjivati u gradnji informacijskog sistema.

Tako se po svrsi kojoj služe informacije mogu podijeliti na informacije za: [6]

- potrebe planiranja,
- o izvršenju planskih zadataka,
- za potrebe kontrole,
- informacije o ocjeni rezultata poslovanja itd.

Na osnovu poslova koji se obavljaju u poslovnom sistemu informacije se mogu podijeliti na informacije o proizvodnji, prodaji, nabavi, kadrovima, finansijama itd.

Prema načinu predstavljanja informacije se dijele na:

- optičke (slikovne i pisane) i
- akustične.

Po vezanosti za struku informacije se dijele na:

- tehničke,
- ekonomske,
- društvene,
- institucionalne.

Po iznosu u odnosu na sistem informacije se dijele na:

- vanjske i
- unutrašnje.

Po zvaničnosti informacije se dijele na:

- formalne odnosno propisane i
- neformalne.

Prema učestalosti pojavljivanja i korišćenja, informacije mogu biti:

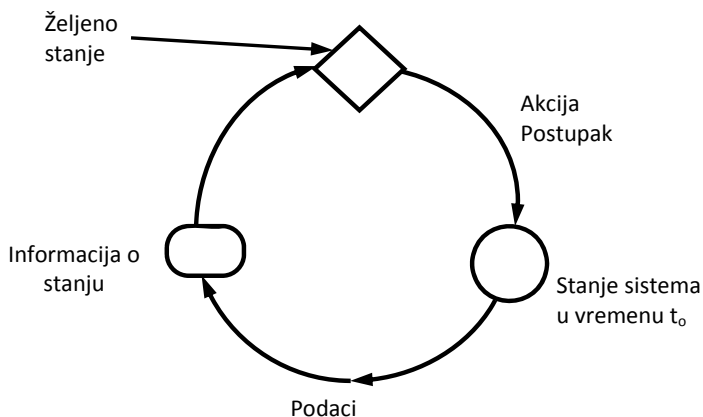
- rekurentne ili periodične i
- nerekurantne ili povremene.

### 3. UPRAVLJANJE POSLOVNIM SISTEMOM

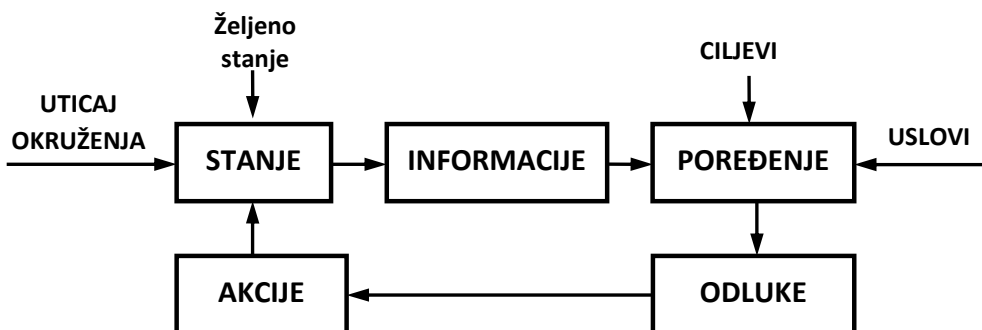
Poslovni sistem je otvoreni sistem na kojem u procesu njegovog funkcionisanja djeluju veliki broj faktora, iz okruženja i iz njega samog, stalno izazivajući odstupanja procesa i rezultata sistema od željenog stanja. Da bi proces odnosno rezultate procesa funkcionisanja poslovnog sistema doveli u željeno stanje u skladu sa postavljenim ciljevima potrebno je poslovnim sistemom upravljati.

Budući da je dobar dio uticajnih faktora na poslovni sistem slučajnog karaktera čiju zakonitost ne znamo, tu je potrebno kontinuirano odlučivanje i upravljanje na osnovu najnovijih informacija o značajnim parametrima procesa, sistema i okruženja. Dakle osnova upravljanja je informacija, Slika 4. [6]

Upravljanje sistemom predstavlja u suštini preradu informacija i pretvaranje istih u akciju u skladu sa postavljenim ciljevima sistema, Slika 5.



Slika 4. Šema postupka odlučivanja i upravljanja



Slika 5. Šema postupka upravljanja poslovnim sistemom

Iz predloženih šema se jasno vidi da nema akcije bez odluke, a nema odluke bez informacije. U uslovima povećanja složenosti sistema, njihove dinamike, zahtjeva i uticaja okruženja upravljanje na osnovu što boljih informacija postoje uslov opstanka. I to takav uslov da se tvrdnja da se svijet sastoji od materije i energije pretvorila u tvrdnju da se svijet sastoji od materije, energije i informacija. Materija i energija su mrtve bez informacija.

$$\text{SVIJET} = f(\text{materija, energija, informacija})$$

U uslovima savremenih društveno – ekonomskih odnosa informacije imaju posebnu važnost zato što su neophodne za odlučivanje svih članova poslovnog sistema. Funkcionisanje bilo kojeg društva, pa i preduzeća, nužno zahtjeva razvijenost sistema informacija, njihovu javnost i redovno i sistematsko objavljivanje, te dostupnost svim članovima poslovnog sistema. Razvijeni sistem informacija i dobre komunikacije predstavljaju odlučan faktor za stvaranje jedinstva volje i akcije, neophodne za odlučivanje i efikasnu realizaciju donešenih odluka.

Da bi poslužile svom cilju informacije moraju biti razumljive za korisnike i distribuirane na potrebna mjesta.

Potrebe poslovnog sistema za informacijama proizilaze iz:

- vanjskih potreba u vezi uspješnog uključenja poslovnog sistema u okruženje (veliki sistem – privredni sistem) i
- unutrašnjim potrebama upravljanja i rukovođenja poslovnim sistemom kao cjelinom.

Potrebe elemenata poslovnog sistema za informacijama proizilaze iz:

- zadataka u poslovnom sistemu i
- ovlaštenja odlučivanja u dijelu procesa upravljanja.

#### **4. SISTEM INFORMACIJA I KOMUNIKACIJA**

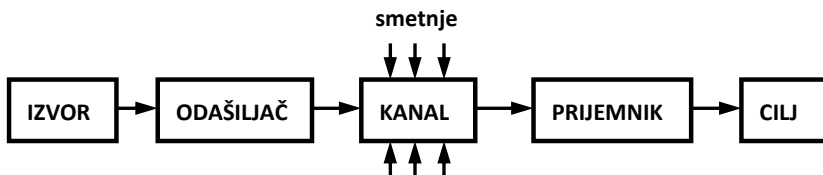
Složenost pojava u poslovnom sistemu i njegovom okruženju, promjenjivost tih pojava, povećanje obima poslovanja i veličine sistema povećavaju broj informacija velikom brzinom što zahtjeva izgradnju odgovarajućeg informacijskog sistema.

Ne tako davno, traženje, upoređivanje i sortiranje informacija se obavljalo ručno. To je često bio dug i skup proces. Podaci su se obično zapisivali na papir i čuvali u registrima, u posebnim prostorijama. Klasifikacija i pretraga, kao i sama odluka o tome gdje smjestiti registre, često je predstavljala veliki problem. Također sâm prijenos informacije je bio otežan. [1]

Razvoj informacione tehnologije omogućio je velike promjene u procesu informisanja. Danas, proces informisanja predstavlja proces stvaranja informacije obradom podataka uz pomoć informacionih tehnologija. Pri tome informacijski sistem mora biti takav da sadrži povratne veze na svim nivoima kako bi se omogućilo upravljanje poslovnim sistemom.

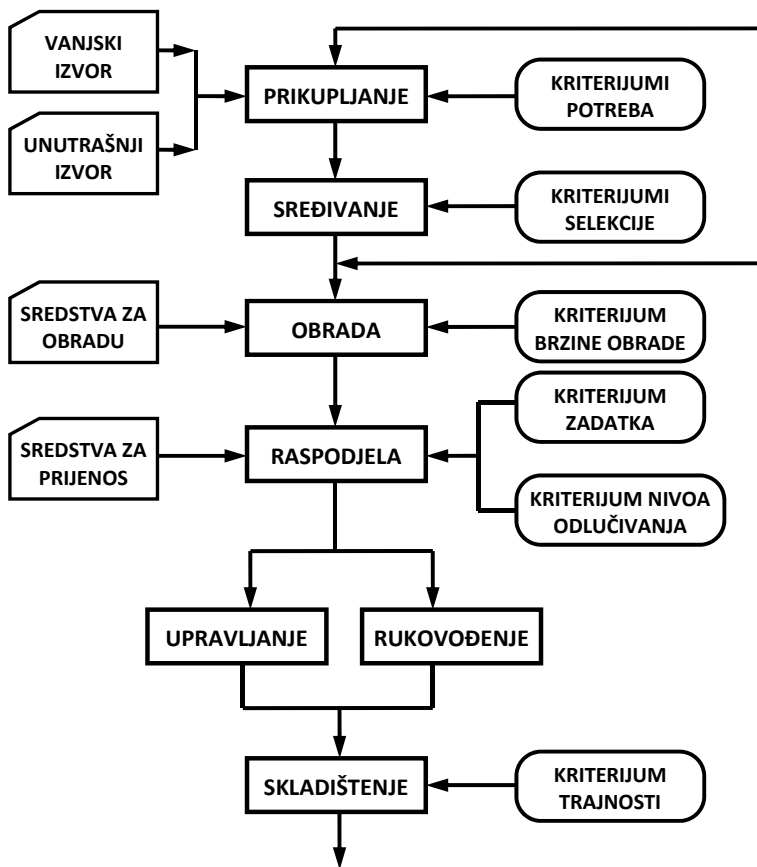
Dobro izgrađen i svrsishodno organizovan sistem informacija u poslovnom sistemu sastoji se uglavnom od sljedećih elemenata: izvor, odašiljač, kanal prenosa i prijemnik, Slika 6.

Preko ili kroz ovaj sistem kreće se tok informacija kao suština funkcionisanja poslovnog sistema ili kao sistem u funkcionisanju.



Slika 6. Šematski prikaz sistema informacija [6]

Tok informacija ima svoje faze prikupljanje, sređivanje, obrada, raspodjela, korištenje i uskladištenje, Slika 7.



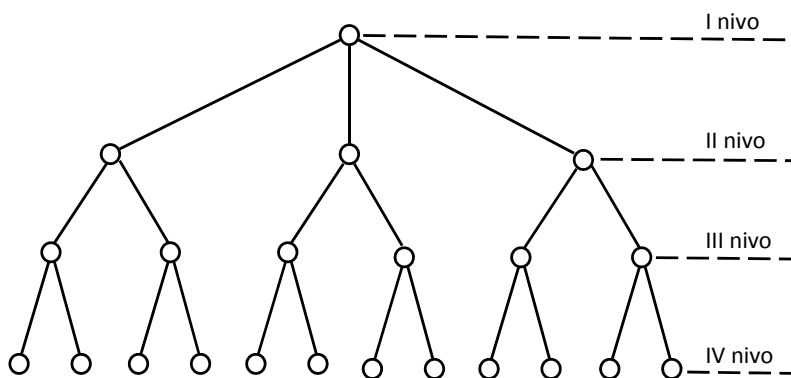
Slika 7. Algoritam toka informacija u poslovnom sistemu [6]

**Prikupljanje informacija** se odvija po unaprijed utvrđenom planu koji se temelji na potrebama i mogućnostima poslovnog sistema. Pri tome se koriste vanjski i unutrašnji izvori. Poslovni sistem može sve potrebne informacije prikupljati sam ili se služiti uslugama specijalizovanih organizacija koje se bave prikupljanjem informacija. Najveći broj poslovnih sistema kombinuje oba načina, u zavisnosti od raspoloživih kadrova i vrste informacija. Preuzimaju se informacije o opštim privrednim kretanjima, naučnim i tehničkim pronalascima i njihovoj primjeni u

proizvodnji, stanju na tržištu i slično. Samostalno se prikupljaju informacije one koje drugi ne prikupljaju ili ne obrađuju do detalja. To se odnosi na dio informacija izvan sistema (iz okruženja) i uglavnom sve informacije iz sistema. U svakom slučaju prikupljaju se informacije koje se tiču toka, rezultata i problema poslovanja. Prikupljene informacije se sređuju. **Sređivanjem** se olakšava snalaženje u velikom broju informacija koje se danas u poslovnim sistemima prikupljaju. Sređivanje informacija se vrši po određenim kriterijumima, u prvom redu prema vremenskom redoslijedu, izvoru i sadržaju, a zatim po namjeni kojoj je upućena informacija. Najslabija tačka informacionih sistema u većini poslovnih sistema je nedostatak odgovarajuće selekcije informacija zavisno od potrebe korisnika informacija. [6]

Zatrpavanje brojnim informacijama ne predstavlja dokaz informisanosti onoga ko ih prima, već naprotiv, stvara mu probleme. Ovdje treba istaći pogrešnost stava prema kome treba svi o svemu da budu informisani. Jedna informacija koja može biti od kapitalnog značaja za poslovođu ona može da nema nikakvu vrijednost za rukovodioca pogona ili knjigovođu, ili za člana upravnog ili nadzornog odbora. Ovdje treba poći od zadatka primaoca informacije i njegovog mjesta u upravljanju i rukovođenju poslovnim sistemom. Međutim, iako je besmisleno slati sve informacije svakom članu kolektiva ne smije se prenapregnuti potreba da svaki član kolektiva vidi cijelinu svog zadatka i dijela sistema čiji je član. Koordinacija rada ne može se obaviti bez sveobuhvatnog poznavanja stanja. Da bi se ovo postiglo nužno je sintezom doći do manjeg broja karakterističnih informacija koje će biti predstavljene u odnosu na cjelokupni rad. Zavisno od nivoa zadatka i mjesta člana kolektiva u upravljanju i rukovođenju razlikovaće se stepen sinteze informacija kojem treba prilagoditi sređivanje i **obrađu informacija**. Ovaj zahtjev selekcije i sinteze informacija može se ilustrovati piramidalnim sistemom cirkulacije informacija u poslovnom sistemu, (Slika 8.). Karakteristike informacija nižeg nivoa u okviru piramidalnog sistema su:

- veći stepen detaljnosti informacija jer su najbliže radnom mjestu,
- veći broj informacija koje kvantificiraju pojave i zbivanja u proizvodnji,
- kraća je periodičnost informacija koje ovdje zadovoljavaju operativne potrebe regulacije radnih mjesta.



IV nivo – najmanji stepen selekcije i sinteze informacija

I nivo – najveći stepen selekcije i sinteze informacija

Slika 8. Šema piramidalnog sistema cirkulacije informacija u poslovnom sistemu [6]



Jedna od glavnih karakteristika pojava i zbivanja u poslovnom sistemu je njihova dinamika. Stalne izmjene uslova u kojima se odvija proizvodnja nalaže stalno praćenje u vremenu. Zaokruživanje rezultata odnosno informacija o njima u okviru pravilno odabranih vremenskih perioda daje jedan vanredan instrument sagledavanja proteklih događaja i korištenje rezultata tog sagledavanja u donošenju odluka za naredni period. Poređenjem informacija između raznih perioda dobije se znatna pomoć za analizu. Zbog toga je potrebno sređivanje i razgraničenje podataka vršiti po vremenu.

Poslovni sistem, naročito veći, predstavlja jednu prilično kompleksnu cjelinu. Svaki dio te cjeline ima određen zadatak i određenu samostalnost. Nužnost praćenja doprinosa dijelova ukupnom rezultatu zahtijeva je razgraničenje informacija u prostoru.

**Obrada informacija** obuhvata stručnu, grafičku i jezičku obradu.

Stručna obrada odnosi se na tekstualno prilagođavanje sadržaja korisniku informacije pri čemu se sadržaj ne smije suštinski mijenjati u pogledu činjenica o kojima se želi informisati. Grafička obrada znači davanje takvog oblika informaciji koji će je učiniti što privlačnijom, uočljivijom i pristupačnijom korisnicima. Da bi informacija postala razumljivijom i jasnijom onima kojima je namijenjena vrši se jezička obrada. Jezička obrada ima naročit značaj za informacije koje će koristiti u upravljanju poslovnim sistemom jer je obrazovni nivo zaposlenih veoma različit.

Kod obrade informacija sve veći značaj ima standardizacija, odnosno ujednačavanje pojedinih elemenata informacija i to utoliko više što je veća količina informacija. Standardizacija olakšava obradu i istovremeno predstavlja osnovu za mehanizaciju i automatizaciju procesa informacija odnosno sistema informacija. Radi usklađivanja sadržaja informacija sa sredstvima za njihov prenos i obradu svaka informacija mora biti dosljedno definisana sa više stanovišta kao naprimjer:

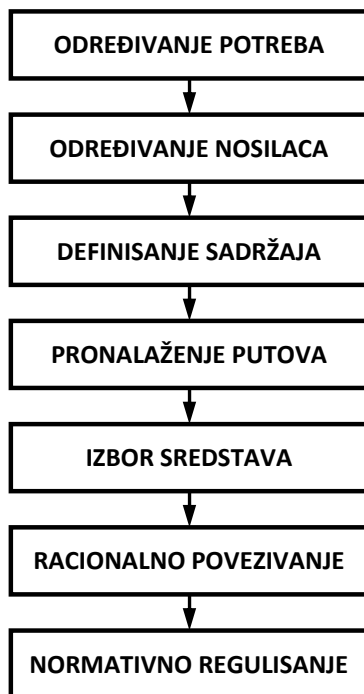
- oblik informacije,
- sadržaj,
- terminologija,
- korištene oznake,
- stepen detaljnosti itd.

**Raspodjela informacija** odnosi se na određivanje puta komunikacija i određivanje korisnika. Raspodjela informacija se vrši na osnovu zadatka koje obavlja korisnik i na osnovu njegovih prava i obaveza u upravljanju i rukovođenju poslovnim sistemom. To znači da ne treba svi o svemu da su informisani jer bi takav informacioni sistem bio skup i veoma složen, a ne bi povećao efikasnost sistema. Korištenje informacija je važno jer se upravo svrsishodnost svih prethodnih faza procesa informisanja potvrđuju njihovom upotrebom.

Informacija je baza za donošenje odluka u upravljanju i u rukovođenju. Također služi za davanje instrukcija za neposredno izvođenje osnovnih i drugih procesa u poslovnom sistemu. Neke informacije imaju trajniju vrijednost pa je potrebno da se **čuvaju** neko vrijeme odnosno da se skladište. Također zbog određenih društvenih potreba zakon propisuje čuvanje određenih informacija neko vrijeme. [6]

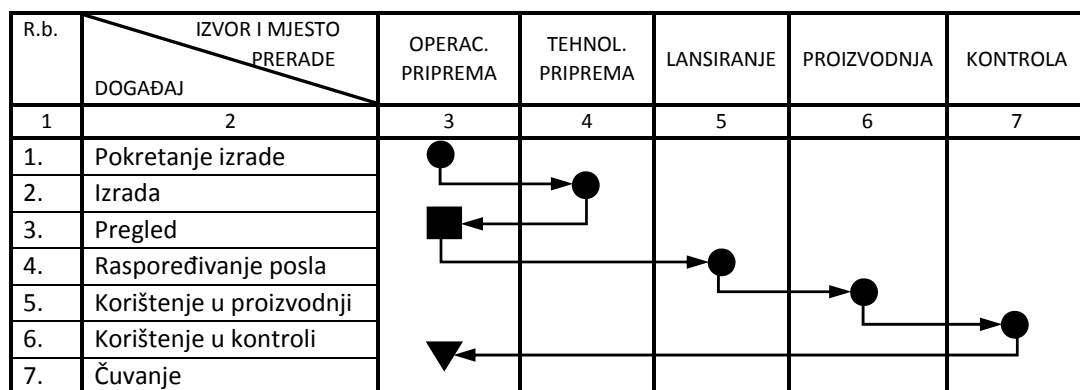
Svaki sistem informacija ima i svoj odgovarajući sistem komunikacija preko kojih se informacije prenose (Slika 6.). Sistem komunikacija predstavlja izgrađenu mrežu kretanja informacija i sredstava kojim se informacije prenose. Sistemi komunikacija su složeni i njihovoj

izgradnji treba posvetiti posebnu pažnju. Pravilan postupak izgradnje sistema komunikacija ima svoje faze prikazane na Slici 9.



Slika 9. Faze izgradnje sistema komunikacija [6]

Komunikacijski putevi označavaju formalno utvrđene i određene postupke i redoslijede u prenošenju informacija odnosno nosilaca informacija (dokumentacije). Putevi mogu biti jednosmjerni i dvosmjerni, vertikalni i horizontalni i istovremeni i uzastopni, definišu se hodogramom za svaku informaciju odnosno nosilac informacija, Slika 10.



Slika 10. Hodogram kretanja karte tehnološkog procesa [6]

## 5. KOMPONENTE INFORMACIONIH SISTEMA

Osnovno sredstvo komuniciranja je jezik kao najvažniji i najsavršenije sredstvo. Pored njega postoji čitav niz tehničkih uređaja i pomagala kojima se služimo u obradi i prenosu informacija i koja veoma povećavaju brzinu i kapacitet komuniciranja.

Osnovne komponente informacionih sistema su hardver i softver računara, baze podataka, telekomunikacioni sistemi i tehnologije, ljudski resursi i procedure, odnosno metodologije obrade i prenošenja informacija. [5,7,8]

**Hardver,**

**Softver,**

**Baze podataka** – Ogromna većina informacionih sistema se primarno oslanja na baze podataka. Baza podataka je kolekcija međusobno povezanih podataka, organizovanih na način koji omogućava najefikasnije korištenje i ekstrakciju po zadatim kriterijumima. Tipičan primjer baza podataka u jednom preduzeću su podaci o radnicima i katalozi proizvoda. Naročitu vrijednost karakterišu baze o kupcima, koje se koriste za dizajn i marketing novih proizvoda. Bilo ko, ko je ikada kupio nešto sa kreditnom karticom, direktno u prodavnici, preko elektronske pošte, ili na Internetu, postaje dio neke od mnogobrojnih baza o kupcima.

**Telekomunikacije** – Telekomunikacije (ili mrežne komponente) se koriste za povezivanje, ili umrežavanje računarskih sistema, kao i za prenošenje informacija. Moguće je podesiti više različitih računarskih konfiguracija, zavisno od potreba svake organizacije. Lokalne mreže (LAN) povezuju računare određenog mjesta, kao što su poslovne zgrade ili akademski kampus. Mreže širokog opsega (WAN) povezuju računare koji se nalaze na različitim mjestima i često iz različitih organizacija.

Internet je mreža koja povezuje ogroman broj računara sa svih kontinenata. Zahvaljujući umrežavanju, korisnici personalnih računara dobijaju pristup različitim resursima i informacijama, velikim bazama podataka i ljudskim resursima, mogućnost obavljanja istih poslova u saradnji sa kolegama, kao i kontakt sa ljudima koji dijele ista profesionalna i privatna interesovanja.

**Ljudski resursi i procedure** – Kvalifikovani stručnjaci su vitalna komponenta svakog informacionog sistema. Tehničko osoblje se sastoji od razvojnih i menadžera operacija, analitičara i projekatara sistema, programera i administratora sistema. Procedure za korištenje, upravljanje i održavanje informacionih sistema su dio njihove dokumentacije. Naprimjer, neophodno je definisati procedure za pokretanje programa za nalog za isplatu ličnih dohodaka, uključujući procedure za trenutak pokretanja, ko ima neophodnu dozvolu da ga pokrene i ko će imati pristup izlaznim informacijama.

## 5.1. Vrste informacionih sistema

Informacioni sistemi nude operacionu podršku, implementiranje znanja i podršku menadžmentu u raznim organizacijama i preduzećima. [5,9]

**Operaciona podrška** – Na operacionom nivou nalaze se sistemi za obradu transakcija preko kojih se proizvodi projektuju, prave marketinške strategije, kontroliše proces proizvodnje i šalje gotov proizvod na tržište. Ti sistemi akumuliraju informacije u baze koje su osnova sistema višeg nivoa.

U današnjim naprednim organizacijama i preduzećima, informacioni sistemi koji podržavaju više funkcionalnih jedinica (marketing, finansije, proizvodnju i ljudske resurse), integrisani su u tzv. sisteme za planiranje i upravljanje resursima preduzeća (engl. *Enterprise resource planning – ERP*). Sistemi za planiranje i upravljanje resursima preduzeća podržavaju kompletnu sekvencu aktivnosti preko kojih preduzeće može dodati vrijednost na svoja dobra i usluge. Naprimjer, pojedinac ili preduzeće, mogu poslati personalizovanu narudžbu preko interneta, koja će automatski pokrenuti proizvodnju u skladu sa specifikacijama poručioca, preko sistema koji se zove sistem za masovnu personalizaciju proizvoda i usluga. Narudžba se šalje u magacine preduzeća, u slučaju potrebe i dobavljačima materijala neophodnih za proizvodnju. Na kraju, ažuriraju se računi i započinje novčana transakcija u skladu sa vrijednošću proizvoda. Mnogi sistemi za obradu transakcija podržavaju elektronsko poslovanje preko Interneta. Izmjenu ostalih, to su online sistemi za kupovinu, online banking i sistemi koji osiguravaju bezbjednost transakcija.

Drugi sistemi nude informacije, usluge obrazovanja i zabave po zahtjevu.

**Podrška za unapređivanje znanja** – Veliki dio posla u informacionom društvu, sastoji se, pored direktne obrade tačnih informacija i od manipulacije apstraktnih dijelova informacija i znanja.

Postoje tri opšte kategorije informacionih sistema koji podržavaju rad na unapređivanju znanja: sistemi za profesionalnu podršku, kancelarijski informacioni sistemi i sistemi za upravljanje znanjem.

- **Sistemi za profesionalnu podršku** – Sistemi za profesionalnu podršku omogućavaju obavljanje poslova specifičnih za određenu profesiju. Naprimjer, mašinski inženjeri koriste CAD softver zajedno sa sistemima za virtuelnu realnost, za projektovanje i testiranje novih modela različitih mašinskih dijelova, sistema za zaštitu putnika u vozilu, itd., prepravljenja prototipa. Kasnije, koriste CAE (engl. *Computer – Aided Engineering*) za projektovanje i analizu rezultata realnih testova.
- U bankama se koristi finansijski softver za izračunavanje dobiti i analizu potencijalnih rizika različitih finansijskih ulaganja i strategija. Danas, specijalizovani profesionalni sistemi za podršku su prisutni u skoro svim profesijama.
- **Kancelarijski informacioni sistemi** – Glavni zadatak kancelarijskih informacionih sistema je olakšavanje komunikacije i saradnje svih članova jedne organizacije, ali i sa članovima drugih organizacija. Arhiviranje dokumenata i pošte u elektronskom formatu olakšava organizacijama njihovu klasifikaciju, indeksiranje i čuvanje, kao i brz i efikasan pristup po potrebi.

- **Sistemi za upravljanje znanjem.** Sistemi za upravljanje znanjem se sastoje od metoda sakupljanja znanja, odnosno njegovog organizovanja u cjelinu, kao i procedura i metodologija korištenja akumuliranog znanja u organizacijama. Ova vrsta znanja se obično sastoji od pisane dokumentacije i slika koje sadrže patenti, metoda dizajna, zbiru efikasnih poslovnih strategija, različitih studija i analiza kompetencije i sličnih resursa.
- Baza znanja jedne organizacije nije eksplicitnog karaktera, tako da ti sistemi pomažu korisnicima da stignu do onih članova organizacije čiji stručni profil najbolje odgovara njihovom upitu. Pristup znanju jedne organizacije se obično realizuje preko lokalne mreže (Intranet, ili mreže zatvorenog tipa), koje su snabdjevene specijalizovanim softverom za pretragu.

**Sistemi za podršku menadžmentu** – Postoji široka kategorija informacionih sistema koji su dizajnirani za podršku menadžmentu u jednoj organizaciji. Ti sistemi se baziraju na podacima sistema koji obrađuju transakcije organizacije, podacima koji dolaze izvan organizacije i podacima koji stižu od poslovnih partnera, provajdera i klijenata. Informacioni sistemi generalno podržavaju sve nivoe menadžmenta, počev od onih zaduženih za planiranje i nadgledanje budžeta i troškova malih radnih grupa kratkoročno, pa do onih za planiranje i nadgledanje budžeta i troškova planova i strategija dugoročno gledano, koji se obično tiču cijele organizacije.

Sistemi za kreiranje izvještaja nude detaljne i obilne informacije u obliku izvještaja, predstavljenih i organizovanih na najpogodniji način, za svaku oblast odgovornosti menadžera. Generalno, ti izvještaji su fokusirani na prošla i sadašnja događanja u organizaciji. Radi prevencije zatrpavanja informacijama, izvještaji se automatski šalju samo u izuzetnim slučajevima, ili na konkretan zahtjev menadžera.

Razvoj sredstava u oblasti informacionih tehnologija i komunikacija znatno uvećavaju ljudske mogućnosti u svim vidovima i povećavaju etikasnost:

- smanjenjem vremena operacija,
- smanjenjem mogućnosti greške,
- smanjenjem mogućnosti zlonamjernih iskrivljavanja informacija,
- povećanjem kapaciteta,
- smanjenjem troškova.

## **6. POSLOVNI SOFTVER (ENTERPRISE SOFTWARE)**

### **6.1. Uvod u poslovne informacione sisteme (Enterprise Information System)**

Poslovni informacioni sistem je bilo koji računarski sistem, sposoban da manipuliše velikim brojem podataka, koji se primjenjuje u preduzeću. Poslovni informacioni sistemi su tehnološke platforme koje omogućavaju da preduzeća integrišu i koordinišu svoje poslovne procese. U jednom preduzeću se instalira i koristi jedan poslovni informacioni sistem, koji centralizuje obradu podataka, ali i obezbjeđuje dijeljenje informacija kroz sve funkcionalne nivoe preduzeća i hijerarhije upravljanja. Primjena centralnog poslovnog informacionog sistema podrazumijeva kreiranje i korištenje standardne strukture podataka i time uklanja probleme u poslovanju proistekle iz tzv. fragmentacije podataka.

Poslovni softver predstavlja softver koji se koristi na nivou cijelog preduzeća. On realizuje tačan model cijelog preduzeća i predstavlja informatičko jezgro za podršku komunikaciji i kolaboraciji unutar njega. S obzirom na njegovu cijenu i složenost, uglavnom ga grade i/ili preimjenjuju srednja i velika preduzeća.

Sva preduzeća karakteriše slična poslovna organizacija na funkcionalnom nivou, kao i slični procesi. Ovo je naročito izraženo u sektorima kod kojih postoje referentni modeli procesa i podataka. Referentni modeli procesa i podataka predstavljaju terminološke i sadržajne smjernice zahvaljujući kojima se pospješuje kolaboracija između različitih preduzeća, ali i između različitih organizacionih cjelina jednog preduzeća.

Bez obzira na ove sličnosti i postojeće opšte smjernice za poslovanje, ne postoje dva identična preduzeća. Zato, poslovni softver mora da karakteriše postojanje razvojnih standarda, jezika i alata, čijom primjenom se on može prilagoditi okruženju u kojem se implementira. Ovi razvojni alati podrazumijevaju korištenje nekog programskog jezika i zato ih koriste isključivo programeri. Oni se razlikuju od jednog do drugog proizvođača poslovnog softvera, od kojih svaki koristi svoju ili otvorenu tehnologiju, ali i više njih, istovremeno (portabilnost). Glavni proizvođači poslovnog softvera su kompanije IBM, HP, SAP, Microsoft, Sun Microsystems, Adobe Systems, Oracle Corporation i drugi.

Razvoj elektronskih sredstava za obradu informacija je omogućio razvoj čitavih sistema za projektovanje, proizvodnju i upravljanje proizvodnjom i poslovnim sistemom kao što su:

- projektovanje pomoću kompjutera CAD (*Computer Aided Design*),
- proizvodnja (ili održavanje) pomoću kompjutera (ili podržani kompjuterom) CIM (*Computer Aided Manufacturing ili Maintenance*),
- integralno upravljanje pomoću kompjutera CIM (*Computer Integrated Management*).

## 6.2. Potrebe i koristi od uvođenja poslovnih informacionih sistema

Poslovne organizacije imaju potrebe za informacionim sistemom i to kod: [1]

- kontrole zaliha proizvoda, prodaja, platnih spiskova, akcija na tržištu, cijena roba,
- donošenja odluka sumiranjem i upoređivanjem podataka,
- razmjene podataka i informacija između pojedinaca sektora na različitim lokacijama,
- čuvanja i organizacije informacija o trendovima kupaca, proizvodima konkurencije ili cijene rada.

Uvođenjem informacionih sistema u poslovni sistem omogućava se:

- brza i precizna obrada podataka,
- arhiviranje velike količine podataka,
- brza razmjena podataka,
- trenutni pristup informacijama,
- prevazilaženje fizičkih granica poslovnih Sistema,
- automatizacija,
- podrška donošenju odluka,

- akumulacija znanja poslovnih sistema,
- učenje na prethodnim iskustvima.

Aktivnosti razvoja informacionog sistema traže ulaganja značajnih sredstava pa se ona mogu smatrati investicijom za poslovni sistem. Kao i kod svih investicija i ovdje mora postojati ekonomska opravdanost ulaganja sredstava (pretpostavljaju se veći efekti od troškova). Međutim, veoma je teško precizno odrediti koliki će biti efekti ulaganja. Problem je utvrditi u kojoj mjeri će dobijena informacija stvarno doprinijeti kvalitetnijem donošenju poslovnih odluka. Svaka poslovna odluka ima svoju vrijednost odnosno efekat izražen u novcu koji se očekuje kao posljedica te odluke. Tu je i centralni problem analize djelotvornosti informacionog sistema.

Uvođenjem informacionih sistema treba da se postigne mjerljiva i nemjerljiva korist za poslovni sistem.

**Mjerljiva korist** se lako može izraziti u novcu i ona obuhvata uštede i povećanje prihoda usljed korištenja informacionog sistema. Ušteta pri uvođenju informacionog sistema obuhvata smanjenje cijene rada, smanjenje cijena proizvoda, smanjenje cijena nabavke i smanjivanje zaliha. Povećanje prihoda obuhvata povećanu prodaju na postojećim tržištima, kao i proširenja tržišta.

**Nemjerljiva korist** se teško kvantifikuje. Nemjerljivu korist koju poslovni sistem ima od uvođenja informacionog sistema, iako je često od primarnog značaja, teško je izmjeriti novcem. Ona se ispoljava indirektno preko parametara kao što su poboljšana usluga prema kupcima, veći kvalitet proizvoda, dostupnost kvalitetnijim informacijama, veća iskorištenost kapaciteta, poboljšani uslovi rada, poboljšano planiranje, poboljšana kontrola resursa, povećana fleksibilnost kompanije i kvalitetnije donošenje odluka.

Ulaganje u razvoj informacione tehnologije mora biti uvijek u korelaciji i sa ciljem povećanja efikasnosti, efektivnosti rada i poslovanja poslovnog sistema.

Postoje i ograničenja u korištenju informacionih sistema kao što su: društveno – ekonomska, političko – pravna, organizaciona, kadrovska, tehnološka i psihološka ograničenja.

## 7. KLASIFIKACIJA INFORMACIONIH SISTEMA

Informacioni sistemi se mogu klasifikovati na nekoliko načina: prema organizacionoj strukturi, prema funkcionalnoj oblasti, prema pruženoj podršci i arhitekturi sistema. Informacioni sistemi se mogu klasifikovati prema **organizacionoj strukturi** na: [1]

- Odjeljski informacioni sistem – često organizacija koristi nekoliko aplikacionih programa u jednoj funkcionalnoj oblasti ili odjeljenju;
- Informacioni sistem preduzeća – dok je odjeljski informacioni sistem obično povezan sa funkcionalnom oblašću, zbir svih odjeljskih aplikacija u kombinaciji sa aplikacijama drugih funkcija obuhvata informacioni sistem cijele firme;
- Međuorganizacioni sistemi – neki informacioni sistemi povezuju više organizacija.

Klasifikaciju informacionih sistema moguće je izvršiti i prema **funkcionalnoj oblasti** na računovodstveni i finansijski informacioni sistem, proizvodni informacioni sistem, marketinški informacioni sistem i informacioni sistem upravljanja ljudskim resursima.

U jednoj organizaciji računovodstveni i finansijski informacioni sistem podrazumijeva

podsystem prihoda, podsystem rashoda, podsystem glavne knjige i izvještavanja, kao i finansijsko predviđanje i planiranje, finansijsku kontrolu, upravljanje novčanim sredstvima i internu kontrolu (reviziju) i slično.

Proizvodni informacioni sistem u jednoj organizaciji odgovoran je za proces koji transformiše ulaze u korisne izlaze. Informacione tehnologije treba da podržavaju: upravljanje unutrašnjom logistikom i upravljanje materijalom, planiranje proizvodnje i poslovnih operacija, automatizaciju projektovanja i proizvodnje, računarski integrisanu proizvodnju (CIM).

Mnoge aktivnosti u upravljanju marketingom imaju podršku marketinškog informacionog sistema, kao naprimjer: određivanje cijene proizvoda ili usluga, produktivnost prodavaca, analiza rentabilnosti proizvod–kupac, analiza prodaje i trendovi, planiranje novih proizvoda, usluga i tržišta.

Informacioni sistem upravljanja ljudskim resursima podrazumijeva informacione podsysteme: zaposlenih, praćenje kandidata, praćenje radnih mjesta, praćenje obučenosti zaposlenih, održavanje spiska beneficija i planiranje kadrova.

Klasifikacija prema **pruženoj podršci**:

- sistem obrade transakcija (TPS) podržava praćenje, sakupljanje, čuvanje, obradu i slanje glavnih poslovnih transakcija organizacije;
- upravljački informacioni sistem (MIS) podržava funkcionalne aktivnosti i menadžere;
- sistem za upravljanje znanjem (KMS) podržava potrebu svih zaposlenih za korporativnim znanjem;
- sistem za automatizaciju kancelarijskih poslova (OAS) podržava rad kancelarijskih radnika;
- sistem podrške odlučivanju (DSS) pruža podršku prvenstveno pri donošenju analitičkih i kvantitativnih odluka;
- informacioni sistem preduzeća (EIS) pruža podršku direktorima;
- sistem podrške grupama (GSS) pruža podršku menadžerima koji rade u grupama;
- inteligentni sistemi podrške obuhvataju komponentu znanja, kao što je ekspertski sistem ili neuronska mreža.

Klasifikacija informacionih sistema prema **arhitekturi sistema** je na: sistem baziran na centralnom računaru, samostalni personalni računar (PC), distribuirani ili umreženi računarski sistem (postoji nekoliko varijacija).

## 8. PROCJENA KVALITETA INFORMACIONIH SISTEMA

U mnoštvu ponuda koje danas imamo na tržištu postavlja se logičko pitanje: “Šta izabrati?” Svakako dobro bi bilo prije samog izbora postaviti neke kriterije kvaliteta koji će nas voditi u tome. Kvalitet informacionih sistema procjenjuje se prema, najčešće, sljedećim kriterijumima: [1, 10,11]

- **ispravnost** se može uzeti za osnovni kriterijum, jer sistem koji ne udovoljava tom zahtjevu, zapravo se još ne može smatrati kvalitetnim proizvodom. Sistem je ispravan ako generiše samo ispravne izlaze odnosno rezultate;
- **potpunost** zadovoljava onaj sistem koji generiše sve predviđene rezultate. Ako sistem ne ispunjava taj uslov, onda ga, u najboljem slučaju, možemo smatrati nedovršenim;



- **robustnost sistema** se odnosi na njegovo djelovanje na nepredviđeno, odnosno nekorektno djelovanje okoline. U toku rada sistema, događaju se i neispravni postupci korisnika i greške u radu drugih sistema, zbog čega informacijski sistem treba da bude oblikovan tako da te greške otkriva i sprječava njihovo širenje odnosno dalji učinak;
- **jednostavnost upotrebe** sistema vrednuje se prema tome koliko je sistem “naklonjen” korisniku, koliko je njegova primjena jednostavna i da li “štiti” korisnika od grešaka;
- **jednostavnost održavanja** sistema zavisi od toga kako je sistem oblikovan i dokumentovan, a treba da omogućava relativno jednostavno upoznavanje, održavanje i mijenjanje;
- **pouzdanost sistema** zavisi od toga da li je upotrebljena dovoljno kvalitetna oprema. Dupliranjem hardverskih komponenti ili razvojem mogućnosti preusmjerenja kritičnih procesa omogućava se da eventualno izrazito osjetljive komponente, čije otkazivanje može imati izrazito nepovoljne posljedice po rad cjelokupnog sistema, budu posebno osigurane;
- **optimalnost sistema** se procjenjuje na osnovu toga mogu li se funkcije sistema realizovati i uz manje sredstava odnosno na jednostavniji način. Odgovor na to pitanje je uglavnom teško dati;
- **mogućnost proširivanja sistema** odnosi se na mogućnosti dogradnje sistema, odnosno njegovog povezivanja sa drugim sistemima. Pošto su procesi sistema relativno nezavisni, mogućnost dogradnje zavisi prvenstveno od toga kako je oblikovana baza podataka. Zato, pri razvoju jednog sistema, treba voditi računa i o mogućnostima proširenja i povezivanja koja bi se u budućnosti mogla zahtijevati;
- **prenosivost sistema** zavisi od mogućnosti prenosa softvera na novi hardver ili operativni sistem, kao i mogućnosti primjene sistema u nekim drugim organizacijskim uslovima. Prenosivost sistema zavisi i od izbora opreme (“standardne”, “kompatibilne”) i od načina njegovog softverskog oblikovanja i dokumentovanja. Prenosiv sistem može postati vrijedan tržišni proizvod, pa makar u početku i ne bio razvijen u te svrhe.

Za informacijski sistem je bitno da bude fleksibilan, tako da može brzo da se prilagodi promjenama vezanim za promjenu djelatnosti ili cilja poslovne politike, da se može uvesti za relativno kratko vrijeme, da se iz baze podataka može dobiti bilo koja željena informacija koja ima smisla za sve nivoe odlučivanja i da omogućava racionalno poslovanje koje je u funkciji dobiti.

## **9. LITERATURA**

- [1] <https://www.primus-gradiska.org> (Predavanja-vjezbe-informaticke-tehnologije- pristup 05.10.2019.)
- [2] Injac, N.; Mala enciklopedija kvaliteta, II dio Informacije, Dokumentacija, auditi, Oskar, zagreb, 2002.
- [3] [www.fasper.bg.ac.rs](http://www.fasper.bg.ac.rs) › predavanja › opsta\_logopedija (pristup 05.10.2019.)
- [4] Milanović, D., Janković, S., Novaković, J.: Poslovna informatika. Beograd: Megatrend univerzitet primenjenih nauka, 2000.
- [5] <https://itrevizija.ba/wp-content/materijal/razno/PojamInformacionihSistemia.pdf> (pristup 05.10.2019.)
- [6] Brdarević, S.: Organizacija proizvodnje, Mašinski fakultet u Zenici, Zenica, 1986.
- [7] <http://si3is1.etf.rs/Nastava/Predavanja/1/IS1-Uvod.pdf> (pristup 05.10.2019.)
- [8] [http://lekcije.mfp.co.rs/?page\\_id=22](http://lekcije.mfp.co.rs/?page_id=22) (pristup 05.10.2019.)
- [9] [https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&ved=2ahUK Ewi5nb\\_fxYTIAhVy\\_CoKHQ18AkMQFjAAegQIARAC&url=http%3A%2F%2Fwww2.masfak.ni.ac.rs%2Fuploads%2Farticles%2Fwww2\\_poslovni\\_informacioni\\_sistemi.pdf&usg=AOvVaw327vBooRS7bIipCA1TT5gP](https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&ved=2ahUK Ewi5nb_fxYTIAhVy_CoKHQ18AkMQFjAAegQIARAC&url=http%3A%2F%2Fwww2.masfak.ni.ac.rs%2Fuploads%2Farticles%2Fwww2_poslovni_informacioni_sistemi.pdf&usg=AOvVaw327vBooRS7bIipCA1TT5gP) (pristup 05.10.2019.)
- [10] Đikanović, P.: Implementing information technologies in modern business for better market positioning of companies, Megatrend revija, 2011., vol. 8, iss. 1, pp. 373-385
- [11] Skorup, A.; Krstić, M.; Bojković, R.: MANAGEMENT INFORMATION SYSTEMS AND SMALL AND MEDIUM ENTERPRISES, International Scientific Conference MANAGEMENT 2012, Mladenovac, Serbia, 20-21 April, 2012., pp. 632-637



## XIII STRUKTURA ORGANIZACIJE

### 1. POJAM ORGANIZACIONE STRUKTURE

Pod pojmom organizacije u praksi (laici) najčešće se podrazumijeva organizaciona struktura. U stvarnosti organizacija obuhvata mnogo širi sadržaj sa osnovnim elementima: [1]

- cilj i zadatak organizacije,
- organizaciona struktura,
- norme ponašanja u sistemu (propisane),
- informacioni sistem i
- potrebna znanja za izvršenje zadataka organizacije, odnosno postupci.

Organizacionu strukturu poslovnog sistema ili njegovog dijela čine: [2]

- ljudi,
- sredstva za rad,
- predmeti rada i
- veze između njih.

Samu definiciju organizacione strukture je teško dati i one se razlikuju od autora do autora. Neke od definicija bi bile: „Organizaciona struktura je poredak njenih elemenata napravljen u cilju izvršenja zadataka organizacije, odnosno poslovnog sistema“. [3]

"Organizaciona struktura poslovnog sistema je na određen način grupisanje ljudi, sredstava za rad, predmeta rada, te uspostavljanje određenih veza između njih u cilju izvršenja zadataka poslovnog sistema". [4]

Ona treba da je tako postavljena da je: [2]

- tehnički provodljiva,
- ekonomski racionalna i
- društveno opravdana.

Organizaciona struktura u određenom vremenu u stvari predstavlja podjelu rada između dijelova i članova organizacije odnosno poslovnog sistema. Ovo ukazuje na statičnost organizacione strukture.

To je tačno za određen period vremena i s obzirom na postupak njene izmjene. Međutim, s obzirom na faktore koji utiču na organizacionu strukturu i tempo njihovih promjena, u relativno dužem vremenu organizaciona struktura je promjenjiva, odnosno dinamična.

Na poslovni sistem, odnosno organizaciju djeluje veoma veliki broj faktora čije djelovanje se prenosi i na organizacionu strukturu kao dio sadržaja organizacije. Svi ovi faktori se mogu podijeliti na:

- unutrašnje i
- vanjske.

Unutrašnji faktori obuhvataju: [2,3]

- proizvodni program,
- sredstva za proizvodnju,
- struktura i kvalitet kadrova,
- lokacija i
- veličina organizacije.

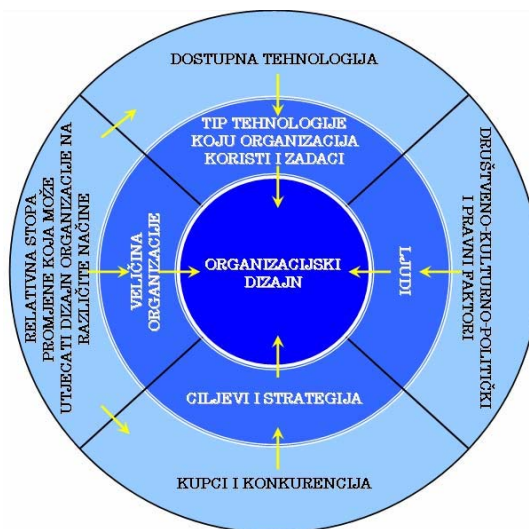
Unutrašnji (prema drugim autorima):

- ciljevi i strategija,
- tip tehnologije koju preduzeće koristi,
- zadaci preduzeća i
- ljudi.

Vanjski faktori obuhvataju:

- društveno – kulturne faktore,
- političko – pravne faktore,
- kupce i konkurenciju (tržište),
- dostupnu tehnologiju koju preduzeće može koristiti, ali je ne koristi.

Svi ovi faktori prikazani su na Slici 1.



Slika 1. Utjecajni faktori (unutrašnji i vanjski) na oblikovanje organizacije [5]

Različit je utjecaj faktora organizacije na izgradnju i modeliranje organizacione strukture preduzeća zbog

- razlika organizacione strukture, od jednog do drugog preduzeća i
- razlika organizacione struktura jednog te istog preduzeća, koja se posmatra u različitim vremenskim intervalima.

Ako je utjecaj faktora na oblikovanje organizacije/organizacione strukture kontinuiran i stalan potrebno im je posvetiti veliku pažnju.

Faktori organizacije, u svom utjecaju na oblikovanje organizacije, ne mogu se promatrati izolirano jedan od drugoga zbog dva osnovna razloga:

- međusobni utjecaj i međusobna povezanost faktora i
- utjecaj jednog faktora određuje izbor organizacijskog modela preduzeća, dok neki drugi faktor potire to organizacijsko rješenje.

### 1.1. Unutrašnji faktori, koji utječu na oblikovanje organizacije

Oni djeluju unutar same organizacije i dobar dio njih je moguće staviti pod kontrolu, odnosno procijeniti i odabrati u određenim momentima. Veoma utječu na organizacionu strukturu svojom konfiguracijom.

**Proizvodni program** zavisi od: [5]

- različitosti proizvoda koje preduzeće proizvodi,
- količine proizvoda koje preduzeće proizvodi,
- načina proizvodnje proizvoda (jedne ili više proizvodno – tehničkih linija) i
- namjene proizvoda (za poznatog ili nepoznatog kupca) i sl.

Ako imamo samo proizvodnju određenog proizvoda onda se traži jedna organizaciona strukturu, a ako ga proširimo i montažom proizvoda na mjestu upotrebe druga organizaciona strukturu. Ako proizvod sadrži mnogo vrsta i količina materijala i dijelova, funkcija nabave će imati značajno mjesto u organizacionoj strukturi. Ako se radi o proizvodima sa uskim tolerancijama i visokim kvalitetom obrade onda će kontrola biti značajna.

**Različitost proizvoda** uslovljava organizacionu strukturu na način, da ako je to:

- proizvodnja većeg broja različitih proizvoda, upotrebljavajući različitu tehnologiju obično to iziskuje predmetnu organizacionu strukturu;
- proizvodnja jednog ili nekoliko sličnih proizvoda putem istog tehnološkog procesa slijedi funkcijska organizaciona struktura.

**Namjena proizvoda** – ako je proizvodnja po narudžbi za poznatog kupca (pojedinačna, maloserijska proizvodnja, važno nabaviti narudžbe) i za nepoznatog kupca/tržište (serijska, masovna ili procesna proizvodnja, važno efikasno prodati, odnosno stvoriti stabilno tržište)

Pojedine **tipove proizvodnje** moguće je međusobno kombinirati.

Pojedinačna i maloserijska proizvodnja obično zahtijevaju grupni (pogonski, radionički) raspored opreme i diskontinuirani proizvodni proces – svaki je predmet cjelina za sebe, “razbijanje“ preduzeća na homogene faze, upotreba univerzalnih mašina i instrumenata, te radnici širokih kvalifikacija.

Masovna i procesna proizvodnja traže linijski raspored opreme, kontinuirani proizvodni proces, zatvoreni tip radnih mjesta, posebno razvijena prodajna funkcija koja omogućava prisutnost na širokom tržištu.

**Sredstva za proizvodnju** utječu na organizacionu strukturu svojom vrstom, brojem i stepenom mehanizacije. Ako su brojna vjerovatno će funkcija održavanja imati značajno mjesto u organizacionoj strukturi. Više mehanizovana i automatizovana sredstva za rad traže dobru pripremu rada. [3]

**Struktura kadrova** po vrsti i nivou stručnosti uslovljava manju ili veću potrebu za instrukcijama, kontrolom i koordinacijom. Dalja posljedica su mogućnosti formiranja većih ili manjih jedinica i informacionog sistema različite složenosti.

Razlike organizacione strukture poslovnih sistema raznih veličina proizlaze iz raznih elemenata i broja radnika čiji rad treba organizovati, informacionog podsistema, broja sredstava za rad, broja funkcija itd.

**Broj zaposlenih** je prvi pokazatelj veličine preduzeća jer o broju radnika u preduzeću zavisi:

- dubina podjele rada,
- broj organizacionih nivoa,
- broj i struktura organizacionih jedinica,
- veći ili manji stepen specijalizacije,
- broj radnih mjesta,
- tip i način organizacije radnih mjesta i sl.

Rastom veličine preduzeća povećava se i složenost njegove strukture, s obzirom na veći broj nivoa rukovođenja, naglašenije tendencije na decentralizaciju i sl.

Velika preduzeća zahtijevaju bitno drukčije (različite) organizacione oblike od manjih preduzeća. I velika i mala preduzeća imaju neke svoje prednosti i slabosti, koje se najbolje mogu uočiti iz razlika koje postoje između malih i velikih preduzeća, Tabela 1.

*Tabela 1. Razlike između velikih i malih preduzeća [4]*

VELIKO PREDUZEĆE		MALO PREDUZEĆE	
1.	Ekonomija obima	1.	Proizvodnja u malim količinama
2.	Globalna orijentacija (svjetsko tržište)	2.	Regionalna orijentacija (lokalno tržište)
3.	Mehanička struktura	3.	Organska struktura
4.	„Kruta“ neelastična organizacija	4.	Fleksibilna organizaciona struktura
5.	Visoka i duboka organizacija	5.	Niska organizacija
6.	Kompleksana (složena) organizacija	6.	Jednostavna organizaciona struktura
7.	Timski rad, profesionalni spec. i menadžeri	7.	Velika uloga poduzetnika
8.	Organizacija je u većoj mjeri formalizovana	8.	Organizacija je u manjoj mjeri formalizovana
9.	Decentralizirana organizacija	9.	Centralizirana organizacija
10.	Vertikalna složenost (kompleksnost)	10.	Vertikalna jednostavnost
11.	Horizontalna složenost (kompleksnost)	11.	Horizontalna jednostavnost

**Lokacija poslovnog sistema** može da ima bitnog utjecaja na njegov rad pogodne ili nepogodne. Tako naprimjer organizacije u industrijskim centrima mogu da razvijaju kooperaciju s drugim

organizacijama u cilju eliminisanja aktivnosti koje je neracionalno vršiti kod nje. Organizacije na udaljenim lokacijama i manje urbanim mjestima često moraju u svojoj strukturi imati dijelove koji obezbjeđuju društvenu ishranu, zdravstvenu zaštitu, prijevoz radnika itd.

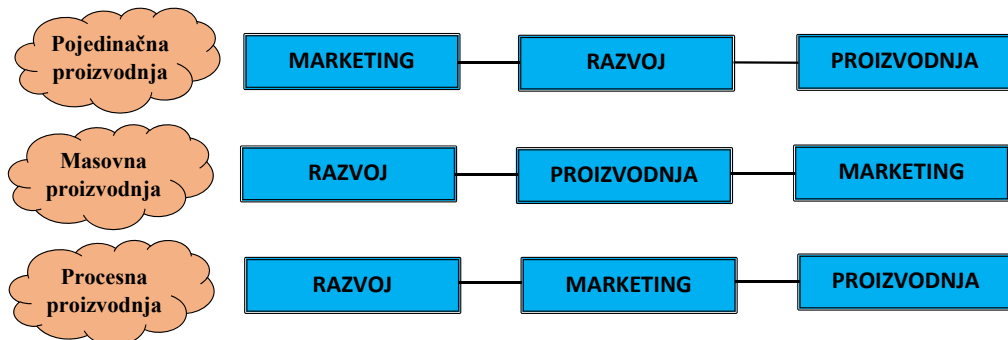
**Makro i mikrolokacija:** Dobar ili pogrešan izbor makrolokacije preduzeća trajno će se reflektirati na koncepciju organizacije najvećeg broja poslovnih funkcija u preduzeću. Slično vrijedi i za izbor mikrolokacije, no greške ovdje se daju uz manje ili veće troškove otkloniti, dok je to s promašajima kod makrolokacije teži slučaj.

Lokacija preduzeća i razmještaj organizacionih jedinica opredjeljuje izbor određene vrste organizacione strukture. Tako dislociranost dijelova preduzeća obično traži (preporučuje) teritorijalna organizaciona struktura.

Lokacija preduzeća na određeni način utječe na optimalnu, odnosno suboptimalnu kadrovsku politiku preduzeća (neatraktivno područje – teško privući kvalificirane i stručne visokoobrazovane radnike => pokušaj kompenzacije ovog nedostatka materijalnom stimulacijom).

**Tehnologija** – pojam uključuje mašine i radne/proizvodne postupke, te se obično dijeli na proizvodnu (engl. *manufacturing technologies*) i uslužnu tehnologiju (engl. *service technologies*).

Utjecaj tehnike i tehnologije na oblikovanje organizacije najprisutniji je u samoj proizvodnji, mada on izaziva promjene i u cjelokupnoj organizacijskoj strukturi preduzeća. Najozbiljnije istraživanje o utjecaju tehnologije na organizaciju provela je Joan Woodward u razdoblju između 1953. – 1961.g. (istraživanje usmjereno primarno na proizvodnu tehnologiju), Slika 2. i 3.



Slika 2. Odnos između primijenjene tehnologije proizvodnje i slijeda poslovnih funkcija [6]

RB	Strukturne karakteristike	TEHNOLOGIJA		
		Pojedinačne proizvodnje	Masovne proizvodnje	Procesne proizvodnje
1.	Broj nivoa rukovođenja	3	4	6
2.	Raspon kontrole na nivou nadzornika	23	48	15
3.	Odnos između direktnog i indirektnog rada	9:1	4:1	1:1
4.	Udio menadžera u ukupnom broju zaposlenih	nizak	srednji	visok
5.	Vještine koje se zahtijevaju od radnika	visoke	niske	visoke
6.	Formalizacija procedura	niska	visoka	niska
7.	Centralizacija	niska	visoka	niska
8.	Količina verbalnih komunikacija	velika	mala	velika
9.	Količina pisanih komunikacija	mala	velika	mala
10.	Sveukupna organizacijska struktura	organska	mehanička	organska



*Slika 3. Utjecaj tehnologije na organizaciju (prema J. Woodward) [6]*

Obično preduzeća imaju različitu tehnologiju, a utjecaj tehnologije na oblikovanje organizacije određuje se na temelju ključne tehnologije (engl. *Core technology*), tj. one koja je namijenjena proizvodnji glavnog proizvoda, odnosno usluge preduzeća.

S novim tehnologijama dolazi do rasta i razvoja preduzeća, ali isto tako i do diverzifikacije njegovog razvoja, što uslovljava mijenjanje strogo hijerarhijske organizacije sa decentraliziranim oblicima organizacije.

## 1.2. Vanjski faktori

Na vanjske faktore preduzeće može samo u manjoj mjeri utjecati, ali im se zato mora prilagođavati ako želi opstanak i razvoj. Budući da vanjski faktori djeluju bez najave, iznenada, čak i onda kad to preduzeće najmanje očekuje, odgovor na takvo djelovanje mora biti (od strane preduzeća) mora biti brz i bez suvišnih čekanja.

Vanjski faktori organizacije uobičajeno se nazivaju jednim zajedničkim imenom – faktori okoline organizacije.

Okolina, kao entitet koji je smješten izvan granica organizacije, se većinom dijeli na tri nivoa:

- interorganizacijska mreža (organizacije s kojima preduzeće poslovno surađuje),
- opšta okolina (socijalna, pravna, politička, ekonomska, tehnološka i fizička okolina),
- globalna, odnosno međunarodna okolina (svi aspekti između nacionalnih granica).

**Organizaciona okolina** utječe direktno na organizacijsku strukturu preduzeća, ali i posredno, preko utjecaja na ostale faktore organizacije, Slika 4.

Okolina može biti:

- stabilna (promjene spore i slabe) => centralizirana organizacija,
- nestabilna (stalno mijenjanje konkurenata, brzo zastarijevanje proizvoda i usluga i vladine mjere) => decentralizirana organizacija,
- jednostavna (mali broj faktora koji djeluju na preduzeće) i
- složena (veliki broj faktora koji djeluju na preduzeće).

Osim ove četiri najvažnije dimenzije, ostale dimenzije okoline su također i: homogenost i heterogenost, te koncentriranost i disperziranost.

### 1.2.1. Institucionalni uslovi

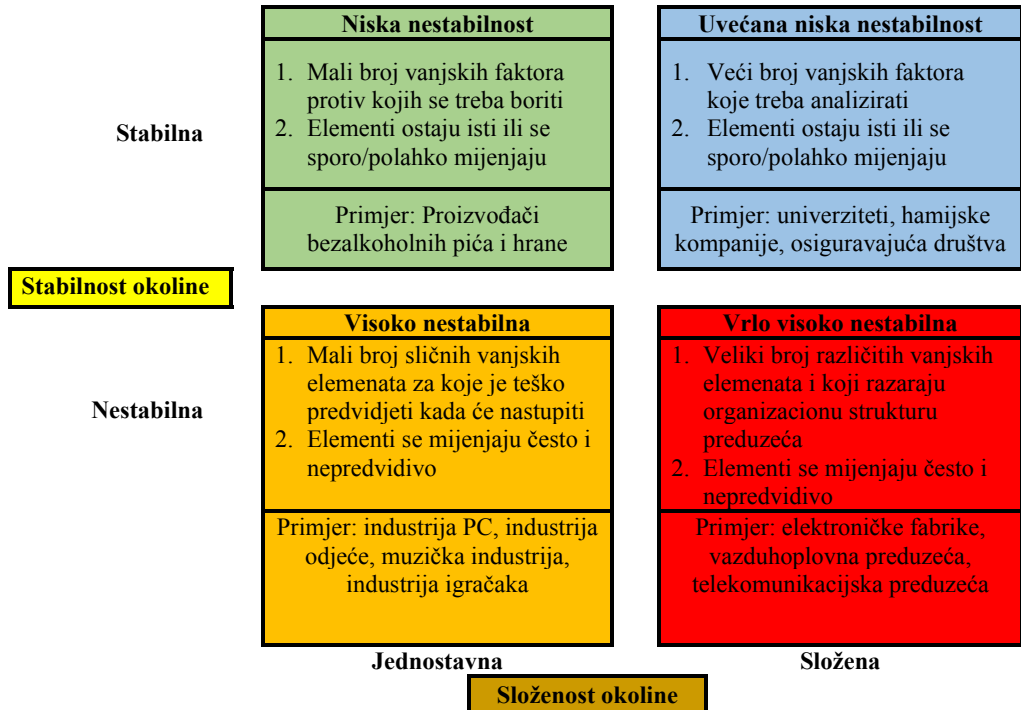
U institucionalne uslove spadaju: društveno – kulturno – politički i pravni faktori.

Kod nas su ovi faktori u prethodnom razdoblju bili dominantni faktori oblikovanja organizacije; dok je u svijetu obrnuto, odnosno institucionalni slovi su stabilni, te je organizacija preduzeća pod dominantnim utjecajem unutrašnjih i ostalih vanjskih (bez ovih) faktora.

Rezultat dominacije institucionalnih faktora (odnosno njihovih čestih promjena) kod nas je:

- malo istraživanja koja su se bavila analizom utjecaja pojedinih faktora organizacije (tehnologije, veličine, strategije) na dizajniranje organizacione strukture;

- preduzeća su se bavila "sama sa sobom", dok su im kroz to vrijeme mnoga ključna pitanja iz područja proizvodnje, istraživanja ili razvoja ostala nepoznata;
- procesi reorganizacije su bili gotovo kontinuirani – kad bi jedan završio, promjena institucionalnih uslova je zahtijevala novi proces reorganizacije (rezultat – okrenutost samom sebi, odnosno bavljenje sobom);
- osamostaljenje države koje je donijelo radikalna zaokret prema tržištu, preduzeću i poduzetništvu, čestim promjenama zakona što je stalno donosilo zahtjeve za reorganizacijom čitave privrede, odnosno reorganizacijom većine preduzeća.



Slika 4. Stabilnost i složenost okoline u kojoj djeluju preduzeća [6]

Interes svake zemlje je da institucionalni uvjeti budu što stabilniji. Bosna i Hercegovina će još određeno vrijeme biti pod intenzivnim utjecajem institucionalnih faktora kao vanjskog faktora organizacije.

### 1.2.2. Integracijski procesi

Jedan od onih vanjskih faktora organizacije na koji pojedino preduzeće može, u određenoj mjeri, utjecati ako je i ono samo jedan od subjekata koji se integrira s drugim preduzećem, bilo da im se pripaja ili se spoje.

Integracijski procesi izazivaju promjene u organizaciji – preduzeću koje pristupa integraciji (može upravljati promjenama) i u organizaciji preduzeća – u manjoj mjeri – koje je ostalo izvan procesa integracije (mora se prilagođavati promjenama).

Ipak, kad se govori o integracijskim procesima kao faktoru organizacije, prvenstveno se misli na promjene koje izazivaju druge promjene kod onih članica koje se integriraju.

Kod fuzije (spajanja) dvaju ili više preduzeća, organizacione promjene će biti velike i radikalne po svim elementima organizacione strukture, jer se iz dvaju ili više postojećih preduzeća treba organizirati novo preduzeće.

U slučaju pripajanja manjeg preduzeća većem, organizacione promjene će biti manjeg obima i ograničenog dometa jer će se to preduzeće interpolirati u postojeću organizacijsku strukturu kao jedna od OJ.

*Strategic alliances*, kao način povezivanja, su posebno popularne u kompjuterskoj industriji, telekomunikacijama i ostalim industrijama sa visokom tehnologijom, gdje su promjene toliko brze, a praćenje razvoja je obično putem orijentisanja na *core business i outsourcinga*.

**Tržište** kao faktor organizacije se javlja u dvostrukoj ulozi – tržište nabave i tržište prodaje.

U oba slučaja tržište izaziva promjene u organizaciji, u prvom redu prodaje i nabave, a posredno i u svim ostalim poslovnim funkcijama.

Sa stajališta tržišta, kojem su proizvodi preduzeća namijenjeni, razlikujemo regionalna, državna i internacionalna tržišta prodaje na kojima se preduzeće susreće sa:

- kupcima i
- konkurentima.

U svakom od tih slučajeva treba odabrati primjerenu koncepciju organizacije prodaje. Preduzeće se na tržištu nabave susreće sa:

- tržištem dobavljača za sirovine, materijal i usluge i
- tržištem radne snage.

Danas, možda više nego ikada ranije, treba ukazati na važnost kupaca, ne samo kao faktora organizacije, već i na važnost kupaca uopće. **Kupac** postaje "Veličanstvo" i sve je njemu podređeno, tako da menadžment svoju poslovnu strategiju prilagođava kupcima.

Kod preduzeća koja su vertikalno strukturirana ili proizvode proizvode u koje se ugrađuje na stotine i hiljade različitih komponenti, važnost **dobavljača** je izuzetno velika. U ovakvim preduzećima izuzetna pažnja se poklanja tržištu dobavljača – posebno modeliranje i organizacija nabave (npr. dostignuća poput JIT-a).

**Konkurencija**, danas u uslovima globalizacije, postaje prisutnija nego ikada prije. Komunikacija u današnjem vremenu (telekomunikacije, računarske tehnologije) rezultirala je time da gotovo svaka proizvodnja i svaki proizvod imaju svjetsku konkurenciju.

U ovakvim uslovima poslovanja i sve prisutnije konkurencije pred menadžment svakog preduzeća postavljaju se izuzetni zahtjevi da odgovarajućim strategijama pronađe odgovor na sve složenije uslove poslovanja. [5]

Snažan utjecaj na organizaciju imaju i nova dostignuća i spoznaje, koje preduzeće mora prihvatiti ili će doživjeti eliminaciju s tržišta zbog nekonkurentnosti. Razvoj tehnologije i nauke

kao faktora organizacije, raspoložive tehnike i nove tehnologije, kao i naučne spoznaje koje su dostupne na tržištu, ali ih konkretno preduzeće nema, gdje svako pa i najmanje tehnološko zaostajanje može biti katastrofalno za preduzeće.

Uvođenje novih tehnologija u proizvodnju uslovljava promjene u organizaciji proizvodnje.

Informatička tehnologija je izazvala pravu revoluciju u organizaciji tih poslova.

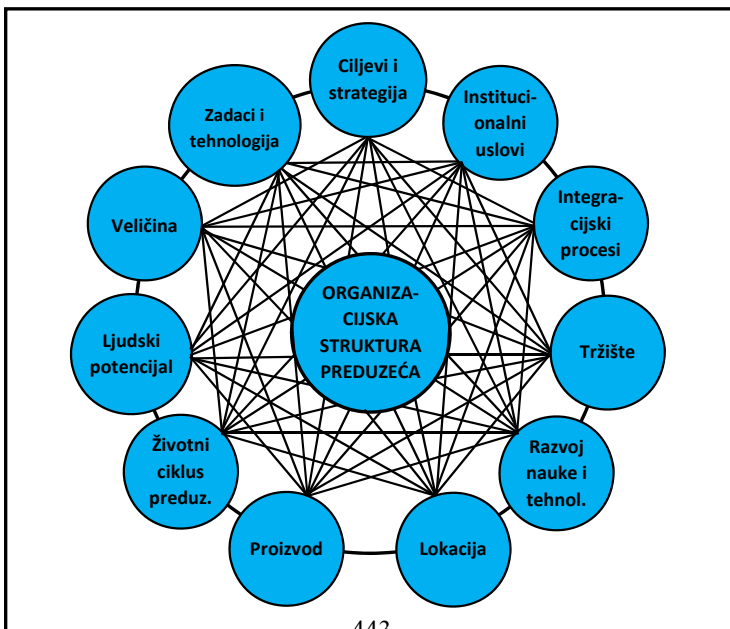
Razvitak same organizacione nauke (nove metode i postupci) može utjecati na promjene u dosadašnjoj koncepciji organizacije preduzeća, gdje su se pojavili novi oblici organizovanja kao što su:

- T – oblik organizacije,
- virtualna organizacija,
- mrežna organizacija,
- timska ili ameba organizacija,
- heterarhije,
- BPR, itd.

Za poslovanje u novim uslovima traže se novi oblici organizacije koji ističu umrežavanja, ukidanja hijerarhije, veću decentralizaciju, te smanjivanje veličine preduzeća.

Ono što svakako treba istaći je da faktori organizacije u praksi ne djeluju izolovano već zajednički, stvarajući tako složenu matricu s velikim brojem međusobnih veza i odnosa koju je gotovo nemoguće percipirati, a još teže akceptirati i na njoj donositi odluke i graditi organizaciju. Neophodno je te faktore organizacije svesti na one od najvećeg značenja za oblikovanje organizacije preduzeća (sposobnost prepoznavanja najvažnijih faktora, Slika 5, igra izuzetno veliku ulogu).

Situacijski pristup (*Contingency model*) kaže da ne postoji najbolji način oblikovanja organizacije preduzeća budući da organizacija svakog preduzeća zavisi od konkretne situacije u kojoj se ono nalazi.



Slika 5. Djelovanje faktora organizacije [6]

## 2. RAŠČLANJIVANJE I GRUPISANJE ZADATAKA

Organizациона структура svakog preduzeća rezultat je procesa organizacione izgradnje, u kojem se: obavlja proces raščlanjivanja, odnosno podjele (analize) zadataka i proces grupisanja odnosno sinteze zadataka u odgovarajuće organizacione jedinice u preduzeću (počevši od radnog mjesta pa do organizacionih jedinica na najvišem nivou). [2]

Pojedinačna ili tehnička podjela rada podrazumijeva podjelu ukupnog zadatka preduzeća na posebne zadatke kao i posebnih zadataka na pojedinačne zadatke.

Pojedinačni zadaci su najniži nivo raščlanjivanja zadataka u preduzeću, koji se u procesu grupisanja zadataka dodjeljuju na izvršenje na radnim mjestima.

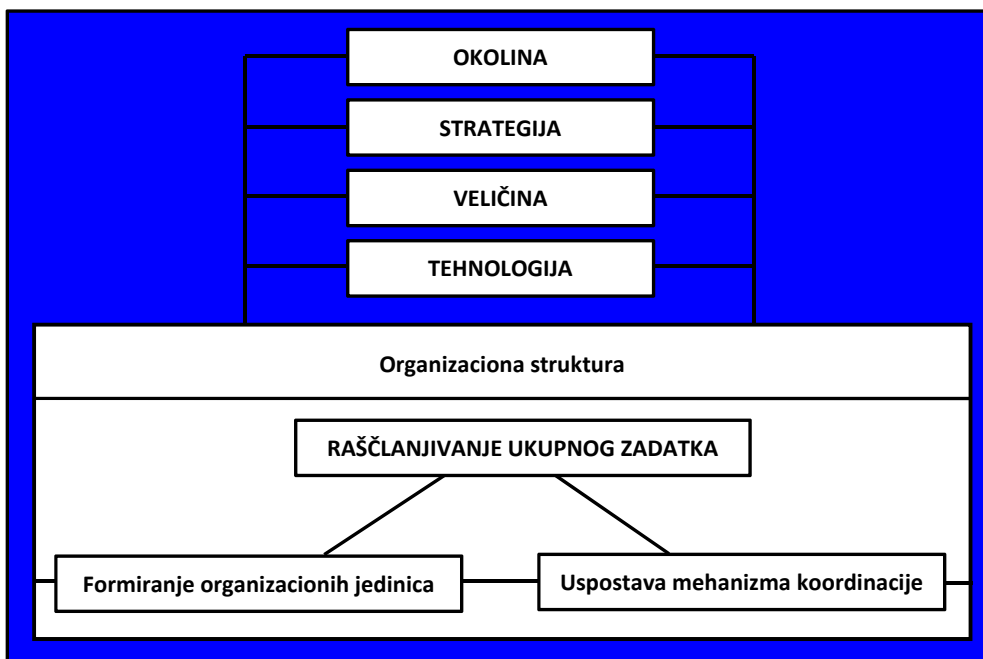
Posebni zadaci se u fazi grupisanja dodjeljuju na izvršenje različitim organizacijskim jedinicama višeg i nižeg ranga.

Koliko će se duboko provesti raščlanjivanje zadataka i njihova integracija zavisi od utjecajnih faktora organizacije. Gornja granica raščlanjivanja zadataka je podjela ukupnog zadatka preduzeća na posebne zadatke, koji se realiziraju posredstvom funkcija, a gornja granica grupisanja zadataka su organizacione jedinice najvišeg nivoa direktno podređene direktoru. [7]

Donja granica raščlanjivanja zadataka predstavlja pojedinačne zadatke, dok donja granica grupisanja zadataka predstavlja radna mjesta, organizacione jedinice najnižeg ranga u preduzeću.

Ove granice će se razlikovati od preduzeća do preduzeća, s obzirom na konkretan obuhvat poslova.

Na Slici 6. prikazan je model multifaktorskog utjecaja na organizacijsku strukturu.

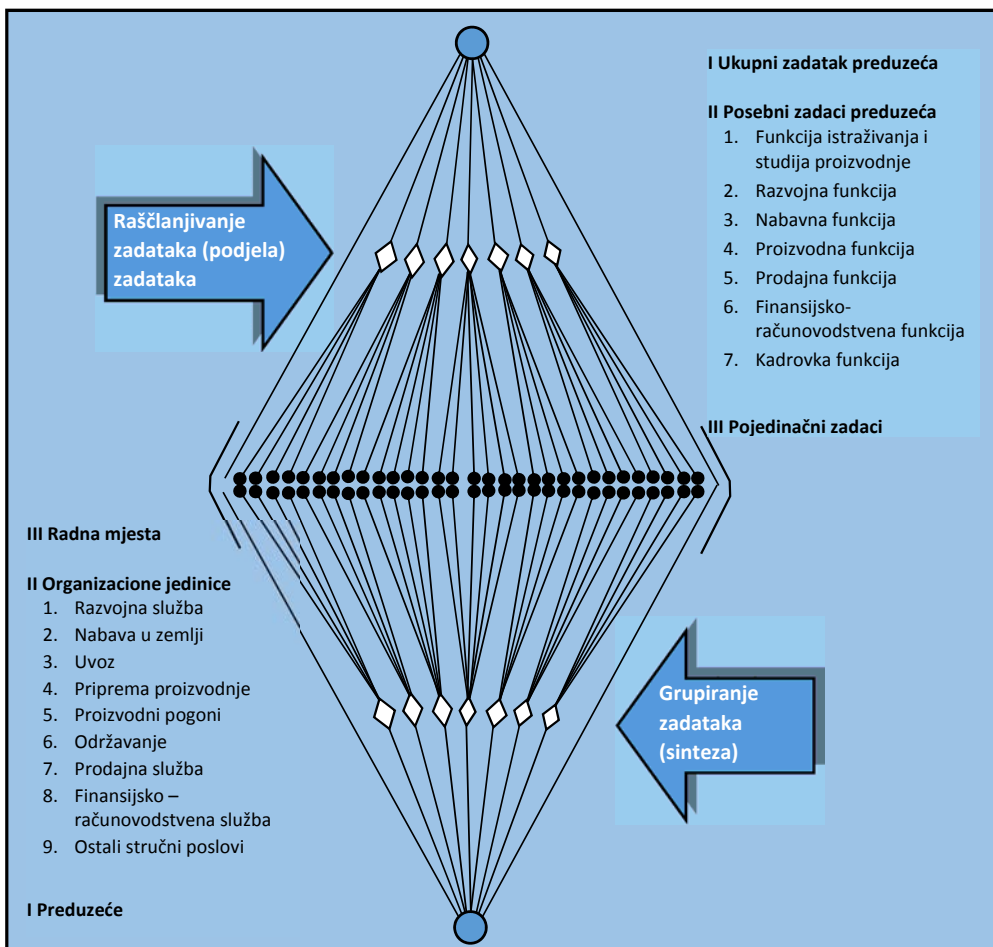


Slika 6. Model multifaktorskog utjecaja na organizacijsku strukturu [7]

U velikim preduzećima obuhvat poslova će biti manji (zbog obima posla radnik može obaviti samo jedan dio zadatka, odnosno broj projektovanih radnih mjesta će biti veći dok će u malim preduzećima obuhvat poslova biti veći, odnosno broj projektovanih radnih mjesta će biti manji).

Ukupan zadatak preduzeća (pa i onog najmanjeg) je takav da ga u pravilu ne može izvršiti jedan čovjek (osim individualnih vlasnika). Porastom veličine preduzeća problemi raščlanjivanja zadataka postaju složeniji i teži jer je i veći broj izvršitelja kojima se konkretni zadaci dodjeljuju na izvršenje. [6]

Raščlanjivanjem zadataka u preduzeću dolazi se do potrebnih elemenata za oblikovanje organizacionih jedinica, koje će se realizirati, te zadataka pa i time organizacione strukture preduzeća kao cjeline. Raščlanjivanje zadataka samo je prethodna radnja (misaoni čin) da bi se grupisanjem zadataka formirale odgovarajuće organizacione jedinice po svim nivoima u organizaciji. Odnos raščlanjivanja i grupisanja zadataka je prikazan na Slici 7. [7]



*Slika 7. Odnos raščlanjivanja i grupisanja zadataka [7]*

Jedinstvena podjela ukupnog zadatka poslovnog sistema ne postoji. Različiti autori različito klasifikuju funkcije poslovnog sistema. Svi se slažu da u svakom poslovnom sistemu postoji:

- upravljanje kojim se definišu ciljevi poslovnog sistema, poslovna politika i raspodjela ukupnog prihoda, dohotka i čistog dohotka;
- rukovođenje koje se sastoji u pravovremenom provođenju odluka upravljača, kako bi se uspješno ostvario cilj poslovnog sistema i
- izvršenje pojedinačnih zadataka (proizvodnja).

Može se susresti i podjela na:

a) Upravne funkcije – upravljanje: [3]

- rukovođenje,
- organiziranje,
- planiranje,
- kontrola i
- opšti poslovi.

b) Izvršne funkcije: [3]

- finansijsko – računovodstvena,
- istraživanje i razvoj,
- nabava,
- proizvodnja,
- prodaja i
- ostale izvršne funkcije.

Upravne funkcije usmjeravaju, koordiniraju i pomažu rad izvršnih funkcija i odvijaju se izvan neposrednog proizvodnog procesa. Izvršne funkcije omogućavaju ostvarenje ciljeva poslovnog sistema i izvršenje odluka upravljača i naloga rukovodilaca. Može se odmah uočiti da upravne funkcije ne predstavljaju zaokružene procese i prema tome nemaju atribute funkcije nego su sadržane u izvršnim funkcijama.

Broj funkcija u poslovnom sistemu zavisi od:

- proizvodnog programa,
- veličine poslovnog sistema i
- nivoa organizovanosti.

## **2.1. Izgradnja organizacione strukture**

Ako bi kod izgradnje organizacione strukture pošli od funkcija ubrzo bismo naišli na određene prepreke. Naime, brzo bi se susreli sa sljedećim situacijama: [2]

- jednu funkciju obavlja jedna organizaciona jedinica,
- jednu funkciju obavlja jedan čovjek,

- jednu funkciju obavlja više organizacionih jedinica i
- jedna organizaciona jedinica obavlja više funkcija.

Zato u izgradnji organizacione strukture treba početi drugim putem koji ima faze:

- razlaganje kompleksnog zadatka poslovnog sistema na elementarne zadatke i obavlja se postupno od ukupnog cilja poslovnog sistema, preko podciljeva, zadataka za postizanje podciljeva, faza i zadataka pa do elementarnih zadataka koji se mogu dodijeliti jednom izvršiocu;
- povezivanje elementarnih zadataka u veće cjeline od radnog mjesta (jednog izvršioca) sve do poslovnog sistema a prema određenim kriterijumima povezivanja i
- **izgradnja veza i odnose između prethodno utvrđenih dijelova.**

Pri tome se polazi od toga da je poznat fizički dio poslovnog sistema (vrsta, broj i raspored mašina, alata, postrojenja i objekata, tehnološki proces, elementi ulaza, elementi izlaza), odnosno njegov projekat koji se radi po principima projektovanja proizvodnih, odnosno poslovnih sistema.

Povezivanje elementarnih zadataka, odnosno fizičkih dijelova poslovnog sistema u kojima i pomoću kojih se izvršavaju ti elementarni zadaci, u veće cjeline vrši se na osnovu određenih kriterijuma sa ciljem da te cjeline budu racionalne u eksploataciji (o racionalnosti kod izgradnje fizičkog dijela vodi se računa kod projektovanja tog dijela).

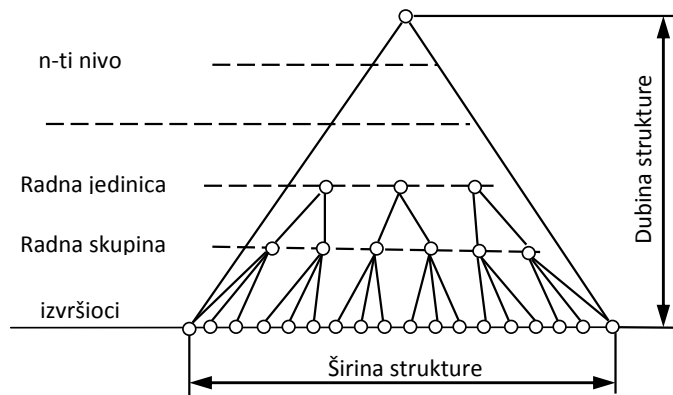
Osnovni od mogućeg skupa tih kriterijuma su sljedeći: [2]

- sličnost potrebnog znanja za izvršenje zadataka,
- sličnost sredstava za rad pomoću kojih se izvršavaju elementarni zadaci,
- sličnost predmeta rada,
- mjesto izvođenja elementarnih zadataka,
- broj i frekvencija pojavljivanja elementarnih zadataka,
- vrijeme trajanja elementarnih zadataka,
- mjerljivost rada,
- vremenska povezanost i
- institucionalni okviri koji postavljaju određene zahtjeve i ograničenja u vezi povezivanja elementarnih zadataka i njihovih raznih skupova u veće cjeline.

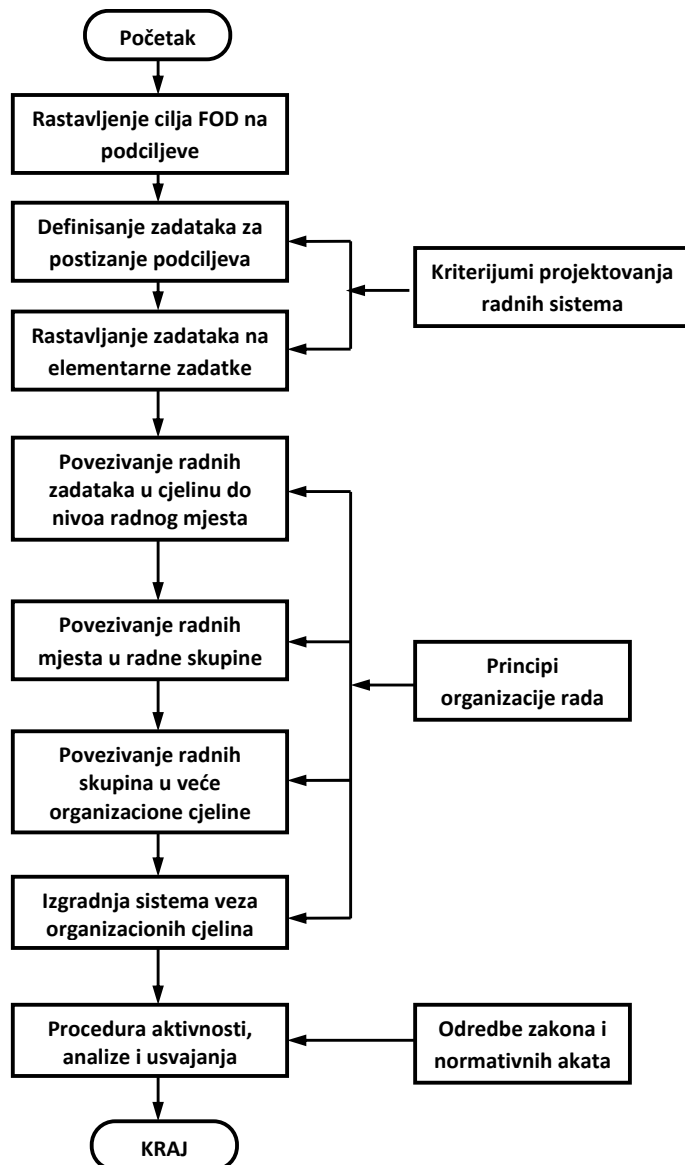
Dosadašnja ljudska saznanja poznaju jedan oblik organizacione strukture – hijerarhijsku koja je šematski prikazana na Slici 8.

Na Slici 9. dat je Algoritam postupka i izgradnje organizacione strukture.





Slika 8. Šematski prikaz hijerarhijske organizacione strukture [2]



Slika 9. Algoritam postupka i izgradnje organizacione strukture [2]

Pri tome se hijerarhija može posmatrati dvostruko:[2]

- kroz veće nadležnosti viših nivoa u pogledu donošenja odluka i kao mjesta koordinacije i
- samo kao mjesto koordinacije i usaglašavanja odluka nižih nivoa organizacione strukture.

U prvom slučaju se radi o organizaciji u kojoj je viši nivo nadređen nižem nivou i donosi odluke za njega, koje niži nivo mora izvršavati bez obzira da li se slaže sa odlukom.

U suprotnom će imati određene posljedice sve do isključenja iz organizacije. Ovdje je organizacija sredstvo prinude i nastalo je historijski kao instrument vlasti i utjecaja vlasnika poslovnog sistema na zaposlene.

Odnosi u organizaciji su odnosi pokornosti, ne odgovaraju dostojanstvu čovjeka i vode njegovom otuđenju što na određenom nivou razvoja proizvodnih snaga dovodi do zaustavljanja rasta efikasnosti organizacije.

U slučaju kad su viši nivoi organizacione strukture samo mjesto na kojima se vrši koordinacija rada i usklađivanje interesa nižih nivoa, radi se o organizaciji gdje su dijelovi ravnopravni, a odnosi se grade na kooperaciji i zajedničkim interesima. Više odgovara karakteristikama čovjeka kao samoostvarujućeg bića i omogućava povećanje efikasnosti organizacije. Da bi mogla da se realizuje potrebno je da ostvare pretpostavke u vezi vlasništva nad sredstvima za proizvodnju i u vezi nivoa razvijenosti proizvodnih snaga.

Inače sam postupak izgradnje organizacione strukture, ako želimo da dobije potreban kvalitet, treba da zadovoljava određene uslove odnosno treba da:

- je analitičan u smislu posmatranja svih elementarnih ciljeva i zadataka organizacije;
- je sistematičan u smislu posmatranja svih dijelova kao elemenata jedinstvene cjeline;
- ga projektuju ljudi određenog znanja i iskustva;
- je demokratičan uz učešće svih zaposlenih u određenoj fazi i na određen način i
- počiva na egzaktnim podlogama, a ne na mišljenjima.

S obzirom na podloge za izgradnju i ograničavajuće faktore razlikujemo:

- izgradnju organizacione strukture novog poslovnog sistema i
- promjenu organizacione strukture postojećeg poslovnog sistema, odnosno reorganizaciju.

Razlika je u ograničenjima koja su veća kod promjene postojeće organizacione strukture i u postojanju određenih iskustava u funkcionisanju postojeće organizacione strukture.

Kod promjene postojeće organizacione strukture prvo treba napraviti kritičku analizu funkcionisanja postojeće, koristeći:

- zabilježene informacije o teškoćama funkcionisanja (razne vrste dokumentacije);
- pismene prijedloge i primjedbe zaposlenih dobivene u posebno organizovanom postupku i
- usmeno iznesene informacije dobivene u posebno organizovanom postupku.

Kod izrade kritičke analize funkcionisanja postojeće strukture treba što više koristiti mjerljive pokazatelje, a manje mišljenja pojedinaca. Mišljenja pojedinaca bez argumenata su često nesigurna, opterećena "pogonskim sljepilom", „vrijednija" su što je davalac mišljenja više u hijerarhiji strukture i često su izraz želje da se nešto lično dobije kroz reorganizaciju.

Promjene organizacione strukture ne treba vršiti često jer su u periodu stvaranja i uhodavanja nove strukture informacione veze pokidane, stvaraju se gubici i razni nedostaci. Poslovni sistem preživljava samo zahvaljujući funkcionisanju neformalne organizacije.

Inače u vezi organizacione strukture u praksi se pojavljuju propusti od kojih su najčešći sljedeći:

- u projektima proizvodnih sistema najčešće nedostaje projekat organizacione strukture kao da će se to samo riješiti po izgradnji fizičkog sistema. Posljedica je da se

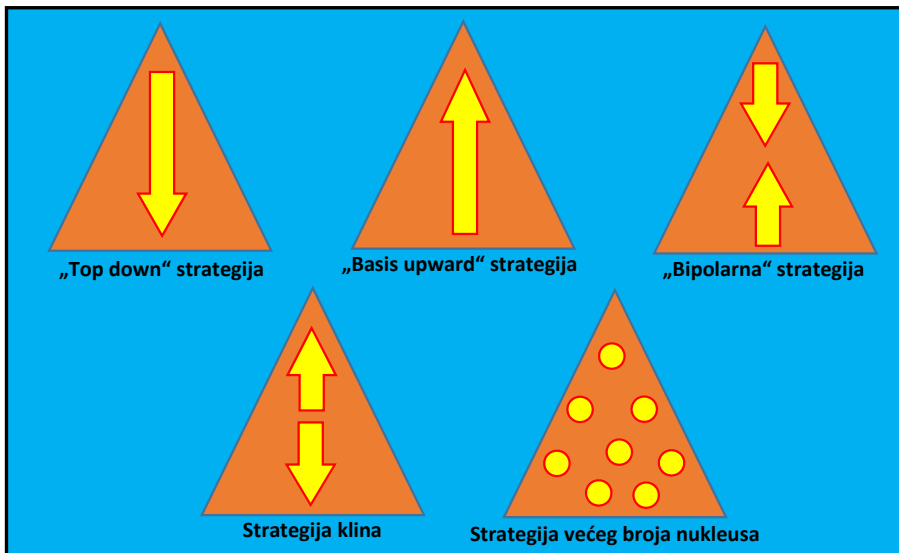
organizaciona struktura novog poslovnog sistema gradi stihijski i ugrađujući propuste koje je poslije veoma teško ispraviti jer ljudi stiču određena "prava" i navike;

- izmjene postojećih organizacionih struktura su česte, brze, nesistematične i nestručne. Često su to prilike da se maltretiraju pojedinci, a aktivnosti zaposlenih za vrijeme postupka izgradnje i neko vrijeme poslije su usporene i daju manju produktivnost;
- najčešće se izgradnja počinje postavljanjem OJ (odnosno rukovodilaca) umjesto da se krene od ciljeva i radnih zadataka za postizanje tih ciljeva i
- rijetko se koriste mjerljive veličine pomoću kojih bi se objektivno dimenzionisao potreban broj izvršilaca za određene zadatke.

Teoretičari upravljanja su došli do zaključka da ne postoje univerzalna načela organizacije (nema najboljeg načina strukturiranja organizacije). Različiti pristupi modeliranju organizacije preduzeća, između ostalog postoje i zbog:

- preduzeća se međusobno razlikuju jedna od drugih,
- pojedini faktori organizacije različito utječu na pojedina preduzeća,
- ponekad se novom organizacijom želi postići, u konkretnom preduzeću, novi, dodatni kvalitet.

U zavisnosti od gore navedenog, projektant organizacije će upotrijebiti neki od teorijski mogućih pristupa modeliranju organizacije preduzeća ili kombinaciju dvaju ili više pristupa, Slika 10. [7]



Slika 10. Mogući načini modeliranja organizacione strukture [7]

Navedeni pristupi oblikovanja organizacije preduzeća u praksi se pojedinačno, tj. samostalno, nezavisno jedan od drugoga, rjeđe primjenjuju, ali znatno češće u različitim međusobnim kombinacijama.

“Top down” strategija se obično primijenjuje kod većih organizacionih zahvata, velikih reorganizacija postojećeg preduzeća ili izgradnje organizacione strukture novog preduzeća (u ovom slučaju “top down” gotovo jedina opcija).

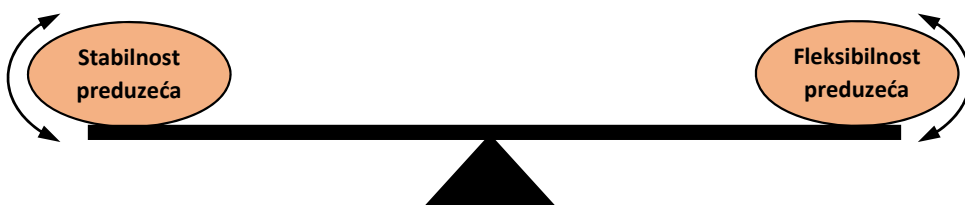
Strategija klina ili strategija većeg broja nukleusa se primijenjuje kod organizacionih promjena u jednom segmentu organizacije (u nekoj organizacijskoj jedinici, djelu ili službi).

Uvijek je prisutno temeljno pitanje, a naročito kod reorganizacije: *“Što hoćemo uraditi bolje i zašto?”*, jer reorganizacija radi reorganizacije nema nikakve svrhe.

Temeljni problem s kojim se suočava svaki projektant organizacije je postizanje ravnoteže između “stabilnosti” i “fleksibilnosti” organizacije, odnosno organizacione strukture

Stabilnost s jedne strane omogućava specijalizaciju i racionalizaciju poslovanja, te smanjenje troškova, a fleksibilnost s druge strane omogućava brzo prilagođavanje organizacije promjenama okoline. Naći pravu sredinu nije nimalo jednostavno, Slika 11.

Izbor organizacione strukture preduzeća obično je zadatak najvišeg menadžmenta u preduzeću.



Slika 11. Stabilnost naspram fleksibilnosti preduzeća [7]

## 2.2. Formalna i neformalna organizacija

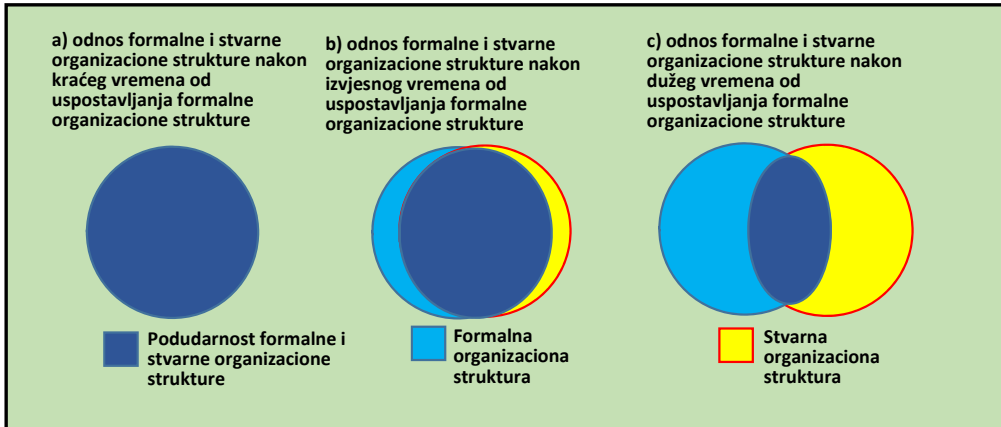
Formalna organizaciona struktura je ona koja je propisana i službeno utvrđena. Formalna organizaciona struktura se uspostavlja u procesu organizacione izgradnje. Ona predstavlja kostur svake organizacije.

Formalnom organizacijskom strukturom se:

- utvrđuju, opisuju i povezuju poslovi koje treba obaviti u preduzeću;
- spajaju faktori rada u uže i šire skupine, od radnih mjesta preko pogona ili odjela do nivoa preduzeća,
- određuje status ljudi u organizaciji, tj. odnos izvršnih i rukovodećih radnih mjesta,
- propisuju pravila i norme ponašanja u organizaciji.

Za razliku od formalne organizacione strukture u svakom preduzeću djeluje i stvarna (objektivno postojeća) organizaciona struktura. Stvarna struktura nastaje u procesu funkcioniranja formalne organizacione strukture preduzeća.

U trenutku uspostavljanja (izgradnje) organizacione strukture preduzeća stvarna organizaciona struktura odgovara formalnoj ali s vremenom dolazi do raskoraka, Slika 12. Cilj kojemu preduzeće treba stalno težiti je približavanje formalne organizacione strukture stvarnoj organizaciji.



Slika 12. Podudarnost formalne i stvarne organizacione strukture tokom vremena [8]

Ako je raskorak mali prilagođavanje se odvija "u hodu" dok se kod velikih raskoraka treba pristupiti reorganizaciji. Raskorak između formalne i stvarne organizacione strukture se dešava uslijed promjena svakog elementa organizacione strukture.

Neformalna organizacija se vezuje za ljude i njihovo djelovanje u organizaciji (teško ju je prepoznati u svim njenim aspektima). Neformalna organizaciona struktura je skup relativno trajnih odnosa među ljudima u organizaciji, koji su se razvili tokom njihova zajedničkog rada, a djeluju na formalne ciljeve organizacije. [8]

Pojam neformalne organizacije obično se vezuje za djelovanje neformalnih skupina u preduzeću, pa se, nerijetko, neformalna organizacija shvaća kao nešto negativno, što ne mora biti tačno.

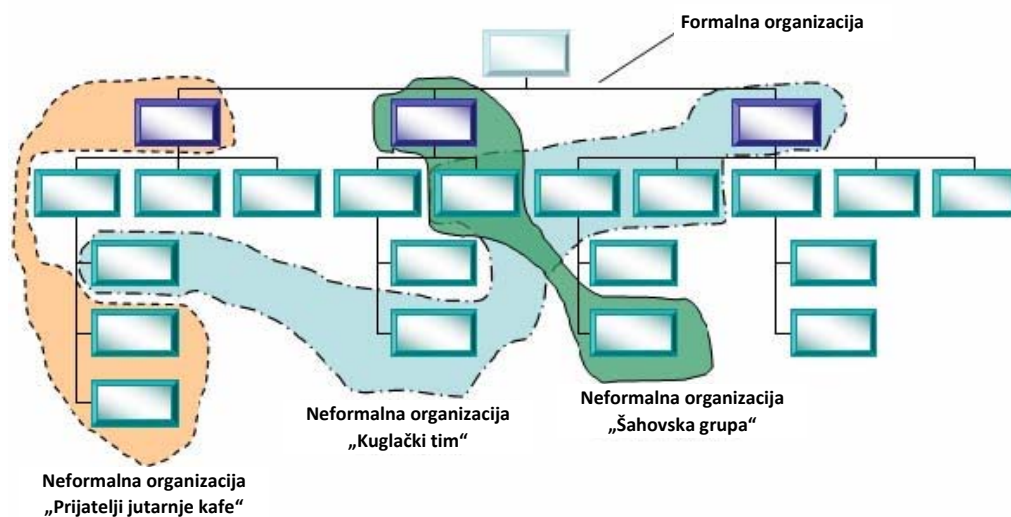
Neformalna organizacija, Slika 13., može biti (a i ne mora – kolizija) usmjerena na ostvarivanje ciljeva organizacije. Svaka neformalna organizacija ujedno je i stvarna, mada svaka stvarna organizacija ne mora biti neformalna.

Unutar svake formalne organizacije postoji složeno tkivo neformalnih skupina koje su bolje ili slabije međusobno povezane.

Obično te skupine dijelimo u: interesne grupe (rezultat prirode posla), prijateljske skupine (rezultat zajedničkog druženja članova organizacije izvan preduzeća).

Neke karakteristike neformalne organizacije su:

- može biti veoma utjecajna, pa čak i toliko da dominira formalnom organizacijom,
- ima svoju hijerarhiju, vođe i ciljeve i
- spontanost.



Slika 13. Neformalne organizacije [8]

### 3. VRSTE ORGANIZACIONIH STRUKTURA

Pod vrstama organizacionih struktura preduzeća se smatra način provođenja unutarnje podjele rada u preduzeću i formiranja nižih organizacionih jedinica, po svim nivoima u preduzeću.

Različite vrste organizacionih struktura pokazuju i različite načine povezivanja, odnosno grupisanja poslova koje treba obaviti u preduzeću te na osnovi toga i formirati uže i šire organizacione jedinice.

Danas, gotovo ni u jednom preduzeću, pa čak i u onima najmanjim, nećemo naići na jednu organizacijsku formu odnosno vrstu organizacione strukture koja će biti primijenjena po cijeloj dubini organizacione piramide.

#### 3.1. Podjela organizacionih struktura

U literaturi možemo naići na niz podjela organizacionih struktura. Navodimo vam nekoliko od tih podjela [7].

Mintzberg-ova tipologija organizacionih struktura [8]:

- jednostavna struktura (karakteristična za mala preduzeća, u pravilu organska),
- strojna birokracija (birokratska struktura u kojoj je sve do detalja propisano, što je čini nefleksibilnom),
- profesionalna birokracija (slična strojnoj, oslanja se na visokoobrazovane stručnjake, težište na samokontroli zaposlenih),
- divizijska organizaciona struktura (decentralizirani oblik organizacije) i

- adhokracija (visokoorganska struktura koja se temelji na projektnim timovima).

Druga podjela:

**Funkcijska organizaciona struktura**

- čista funkcijska struktura
- procesno orijentisana funkcijska

**Divizijska organizaciona struktura**

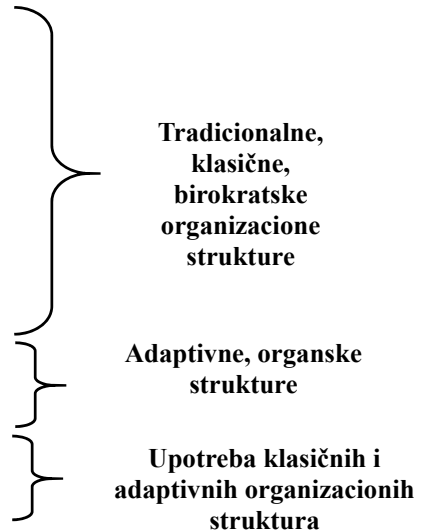
- predmetna divizijska struktura
- teritorijalna divizijska struktura
- prema potrošačima orijentisana divizijska struktura

**Projektna organizaciona struktura**

**Matrična organizaciona struktura**

**Hibridna organizaciona struktura**

**Mješovita organizaciona struktura**



**3.2. Savremeni trendovi organizacionih struktura**

U savremene trendove organizacionih struktura, koji se danas mogu sresti spadaju [9]:

- T – oblik organizacije,
- virtualna organizacija,
- mrežna organizacija,
- izvrnuta organizacija,
- organizacija paukove mreže,
- timska organizacija,
- front / back organizacija,
- ameba organizacija,
- fraktalna organizacija,
- klaster organizacija,
- heterarhije,
- hipertekst organizacija.

O navedenim trendovima će biti detaljnije u nastavku knjige.

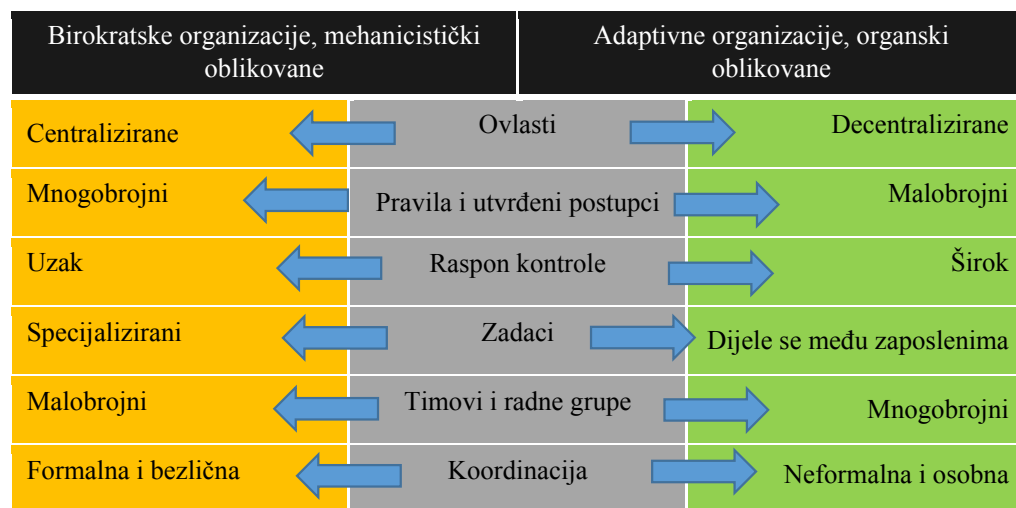
Osnovne karakteristike birokratskih i organskih struktura date su u Tabeli 2.

Na Slici 14. dato je poređenje birokratskih organizacije koje su mehanicistički oblikovane i adaptivnih organizacije koje su organski oblikovane, a na Slici 15. dati su opšti prikazi mehanističke i organističke strukture.

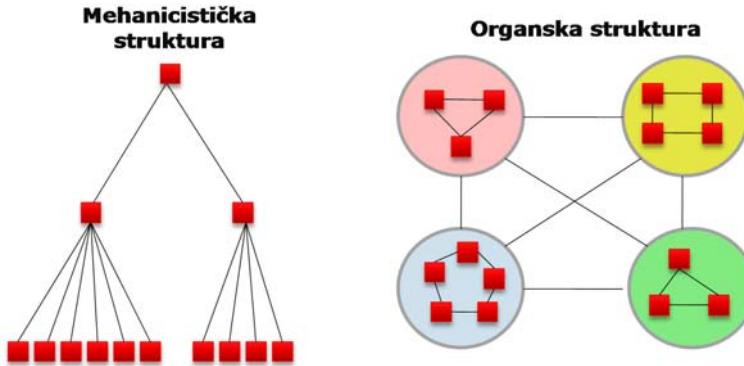


Tabela 2. Karakteristike birokratskih i organskih struktura [10]

R.b.	Karakteristike	Birokratska organizacija	Organska organizacija
1.	Definiranje zadataka i potrebno znanje	Usko, tehničko	Široko, sveobuhvatno
2.	Doprinos pojedinca organizacijskom cilju	Neodređen, indirektan	Izravan, jasan, nedvosmislen
3.	Fleksibilnost zadatka	Mala	Naglašena
4.	Specifikacija pravila, obaveza i prava	Određena	Općenita
5.	Stupanj hijerarhijske kontrole	Visok	Nizak
6.	Komunikacija	Vertikalna	Horizontalna
7.	Stil odlučivanja	Autokratski	Demokratski
8.	Poštivanje hijerarhije i odanost	Velika	Mala



Slika 14. Poređenje birokratskih organizacije koje su mehanicistički oblikovane i adaptivnih organizacija koje su organski oblikovane [8]



Slika 15. Opšti prikazi mehanicističke i organske strukture [8,10]

### 3.3. Funkcijska organizaciona struktura

Funkcijska organizaciona struktura je najstariji i najrašireniji oblik departmentalizacije. Oznaka grupisanje istorodnih, sličnih ili neposredno zavisnih i uslovljenih poslova, odnosno svi se poslovi date funkcije međusobno povežu i svrstaju u odgovarajuću organizacijsku jedinicu – sektor. [3]

Povezivanje (grupisanje) se provodi tako da se najprije formiraju uže organizacione jedinice (grupe – radna mjesta), zatim šire, i tako redom, ali uvijek na funkcijskoj osnovi, da bi se na kraju formirala šira funkcijska organizaciona jedinica.

Funkcijske organizacione jedinice imaju visok rang u hijerarhiji strukturiranja ukupnog zadatka preduzeća (neposredno su uz glavnog menadžera). Organizacione jedinice funkcijskog oblika u prvi plan stavljaju posebne zadatke, odnosno poslovne funkcije preduzeća, a u svrhu njihovog efikasnijeg i racionalnijeg obavljanja.

Funkcijske organizacione jedinice se formiraju po principu jedna funkcija – jedna organizaciona jedinica (odstupanja od ovog principa su i moguća i nužna).

Model funkcijske organizacione strukture će se primijeniti:

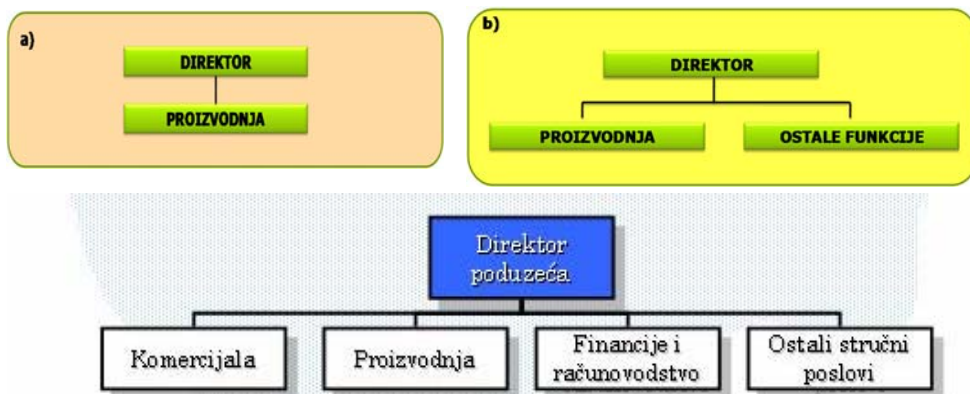
- u malim i srednjim preduzećima koja proizvode jedan proizvod odnosno pružaju jednu vrstu usluga i
- u velikim preduzećima, ako je riječ o monoproduktom, odnosno monouslužnom preduzeću.

Preduzeće obično započinje svoj život funkcijskom strukturom, te s vremenom, uslijed rasta i razvoja, prelazi na druge oblike strukture. Sa stajališta broja organizacionih jedinica može se govoriti o tri temeljna oblika funkcijske organizacione strukture:

- početni,
- prijelazni i
- razvijeni oblik funkcijske organizacione strukture.

#### 3.3.1. Početni oblik funkcijske strukture

Karakteristična činjenica da je broj organizacionih jedinica u preduzeću manji od broja poslovnih funkcija. Primjenjuje se u "manjim" preduzećima ("manja" sa aspekta broja zaposlenih).



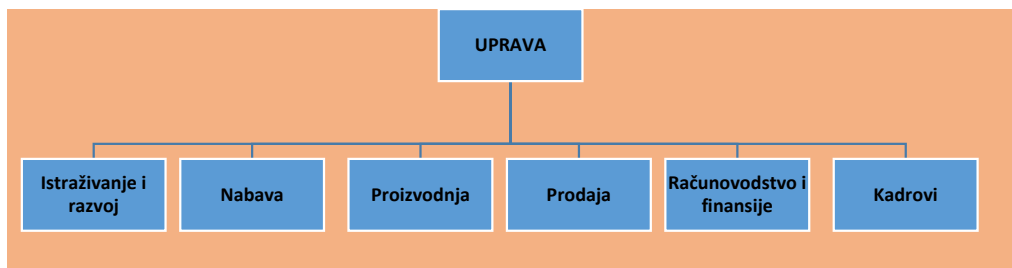
Slika 16. Primjeri početnih oblika organizacione strukture [9]

### 3.3.2. Standardni oblik funkcijske strukture

Karakterističan je po tome da je u njemu broj formiranih funkcijskih organizacionih jedinica jednak broju poslovnih funkcija (za obavljanje poslova svake poslovne funkcije se organizira posebna organizaciona jedinica).

Izbor standardnog oblika strukture preduzeća treba biti posljedica rasta razvoja preduzeća (poslovne funkcije zahtijevaju status samostalne organizacione jedinice, ravnopravan s ostalima).

Primjeren za srednja i veća preduzeća (pod pretpostavkom monoproduktivnosti/ monouslužnosti) u čistom obliku, ovaj oblik je teško naći u praksi, odnosno da se broj organizacionih jedinica poklapa sa brojem poslovnih funkcija. Većinom u praksi nalazimo ili početni ili razvijeni oblik funkcijske strukture, Slika 17.



Slika 17. Standardni oblik funkcijske strukture [9]

### 3.3.3. Razvijeni oblik funkcijske strukture

Karakterističan je činjenica da je u njemu broj formiranih funkcijskih organizacionih jedinica veći od broja poslovnih funkcija.

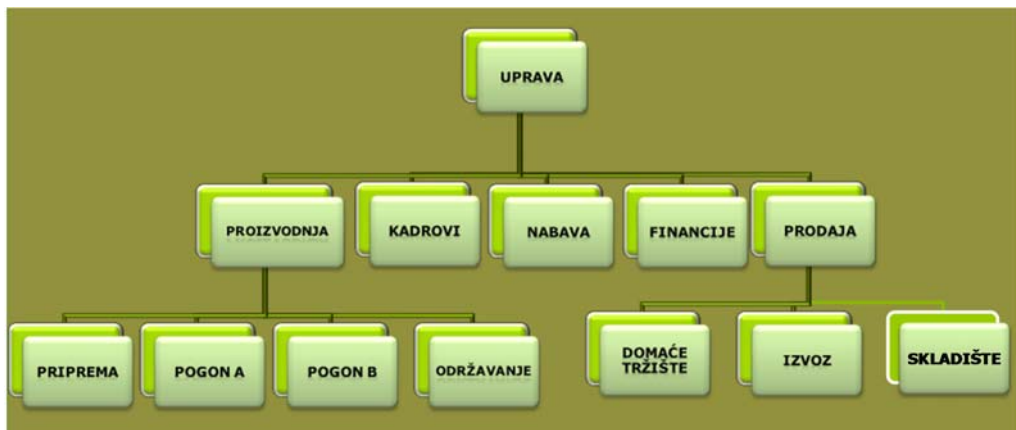
Izbor i opredjeljenje za primjenu je posljedica razvoja preduzeća, odnosno kada preduzeće dođe u fazu kada mu stara organizacija postaje pretijesna, odnosno kočnica, posebno s aspekta uspješnog obavljanja nekih poslovnih funkcija, jako važnih za to preduzeće, Slika 18.

Primijenjuje se u većim preduzećima (proizvodnja jednog ili nekoliko sličnih proizvoda). Poznat još i kao "zrela funkcijska struktura", predstavlja predoblik za divizijsku organizacijsku strukturu.



Slika 18. Razvijeni oblik funkcijske strukture [9]

Ako su pojedine funkcijske organizacione jedinice prevelike, s obzirom na mogućnost izvršenja zadataka i koordinacije obavljanja poslova svih zaposlenih od strane menadžera te jedinice, neophodno će biti podijeliti te temeljne organizacione jedinice na funkcijske podjedinice iz čega će slijediti derivirana (izvedena podjela), Slika 19.



Slika 19. Model funkcijske organizacione strukture sa deriviranom funkcijskom podjelom "proizvodnje" i "prodaje" [9]

### 3.3.4. Dobre i loše strane funkcijske organizacione strukture

Kao i ostale i ova organizaciona struktura ima svoje dobre i loše strane, koje su date na Slici 20.



Slika 20. Dobre i loše strane funkcijske organizacione strukture [9]

### 3.3.5. Kritike na funkcijsku organizacijsku strukturu

Kritike na funkcijsku organizacijsku strukturu kao neadekvatan oblik organizacione strukture u uvjetima moderne teorije su neosnovane iz nekoliko razloga:

- nove organizacione strukture, koje bi tobože trebale zamijeniti klasične organizacione strukture, uvijek se javljaju kao sekundarne – naknadno se interpoliraju na neku primarnu organizacijsku strukturu (i na funkcijsku);
- pojedini modeli klasičnih organizacionih struktura nezamjenjiv su oblik organizacione strukture i danas za mnoga preduzeća (mala nediverzificirana preduzeća);
- prikladna u prošlosti, danas, te vjerojatno u budućnosti za mala preduzeća u ranoj fazi njihova životnog ciklusa kada je različitost proizvoda mala, a dug ciklus razvoja novog proizvoda;
- u osnovi je funkcijska, dok atribut "procesna" ukazuje na to da se formiranje organizacionih jedinica u njoj obavlja prema fazama tehnološkog procesa, primjer dat na Slici 21.

Rijetko primaran oblik organizacije preduzeća – ovaj oblik prisutan u organizaciji proizvodne funkcije (primarna organizaciona struktura bit će funkcijska ili divizijska, a naknadna podjela proizvodne funkcije biti provedena prema obliku procesno orijentirane funkcijske strukture).

Ovaj oblik se ipak češće nalazi u praksi.



Slika 21. Procesno orijentisana funkcijska organizaciona struktura [9]

### 3.4. Procesna organizaciona struktura

Funkcijska organizacija je nastala i održavala se dok je poslovna okolina bila relativno stabilna i predvidljiva. Dokle god su tržišta bila stabilna, konkurencija pretežno domaća, tehnologija jednostavna; funkcijska organizacija je odlično funkcionirala [11].

Promjene poslovne okoline, te strukture tržišta dovele su do toga da je broj situacija u kojima je striktno funkcijski model organizacije prikladan, se uvelike smanjio.

Zbog prije navedenih nedostataka, vodeće korporacije današnjice se okreću krosfunkcijskoj organizaciji dizajniranom oko takozvanih "end-to-end" radnih tokova. Ovakav model organizacije se naziva "horizontalna (procesna) organizacija".

Brzina, usluga, rješenja potpuno prilagođena kupcima i fleksibilnost su ključni pojmovi koje kompanija mora uzeti u obzir ako želi uspjeti u današnjoj novoj ekonomiji.

Najčešća dvojba glasi: "Pa zar horizontalna organizacija nije, na bok nagnuta, funkcijska organizacija?".

Glavne karakteristike, koje odvajaju horizontalnu organizaciju od vertikalne (funkcijske) su [11]:

- *core proces* grupe okupljaju zaposlenike ovisno o setu mnogostrukih vještina potrebnih da se ispune ciljne performanse određenog procesa i dostavi *value proposition* kupcu;
- timovi – ne individualci grupirani u hijerarhijskim odjelima – čine osnovne jedinice organizacije i dano im je da budu samoupravni;
- vlasnici procesa, bilo individue, bilo timovi, su odgovorni za vođenje i upravljanje cijelim *core procesom* od početka do kraja;
- fokus je vanjski, a ne unutarnji (svaki odjel teži zadovoljavanju mjerila produktivnosti koju su dana za taj odjel). Suprotno, horizontalna organizacija je fokusirana na ostvarivanje i dostavljanje *value proposition* kupcu.

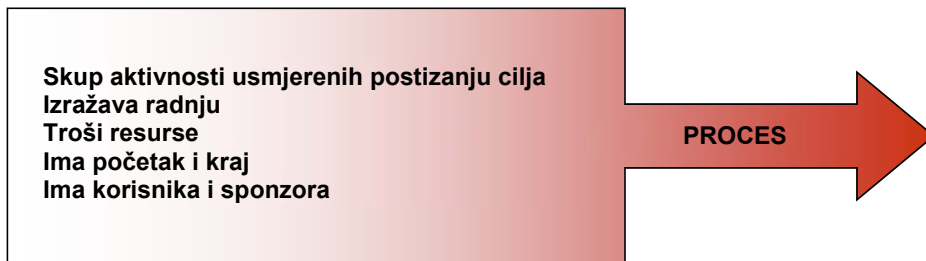
Svaka horizontalna organizacija je drugačija. Ono po čemu se jedna horizontalna organizacija može prepoznati je koncept *core procesa*, koji su izvedeni iz *value proposition*. Ne postoje dvije iste horizontalne organizacije.

Struktura horizontalne organizacije treba biti optimalna za dostavljanje izjavljene vrijednosti određene kompanije i provođenje dugoročne strategije te iste kompanije, stoga ta kompanija prilagođava svoju organizacijsku strukturu zadovoljenju tih ciljeva.

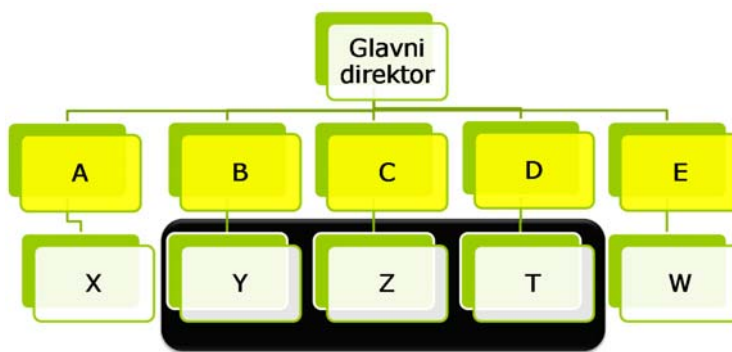
Čak i u organizacijama koje su najbliže čistom modelu horizontalne organizacije postojat će neka područja koja će biti organizirana funkcijski, kao što su menadžment procesi koji su važni

za cijelu organizaciju – strategijsko planiranje, finansije, ljudski resursi – ovi menadžment procesi povezuju napore horizontalno organiziranih procesa i procesnih grupa.

Primjeri procesa, te procesnih organizacija dati su na Slikama 22, 23, 24.



Slika 22. Procesni pristup [11]



Slika 23. Horizontalan proces kroz odjele (HORIZONTALAN PROCES unutar primarno funkcijske podjele) [11]



Slika 24. Procesna organizaciona struktura [11]

### 3.4.1. Dobre i loše strane procesne organizacione strukture

Dobre i loše strane ove strukture date su na Slici 25.

<p>✓</p> <p><b>Usmjerena na resurse satisfakcije kupaca</b></p> <p><b>Unapređuje brzinu i efikasnost često dramatično</b></p> <p><b>Rapidno se adaptira na promjene okoline</b></p> <p><b>Reducira granice između odjela</b></p> <p><b>Povećava mogućnost sagledavanja ukupnog toka rada</b></p> <p><b>Pojačava participaciju zaposlenih, a time i njihov moral</b></p> <p><b>Smanjuje troškove jer se smanjuju režijski troškovi</b></p>	<p>✗</p> <p><b>Može ugroziti srednji menadžment i štabne specijaliste</b></p> <p><b>Zahtijeva promjene u filozofiji menadžmenta</b></p> <p><b>Duplira oskudne resurse</b></p> <p><b>Zahtijeva nove vještine i znanja za vođenje lateralnih odnosa i timova</b></p> <p><b>Može produžiti donošenje odluka u timovima (sastančenje)</b></p> <p><b>Može biti neefektivna ako se identificiraju pogrešni procesi</b></p>
---	--

Slika 25. Dobre i loše strane procesne organizacione strukture [11]

### 3.5. Divizijska organizaciona struktura

Divizijska organizaciona struktura se javlja kao posljedica rasta i razvoja preduzeća koja su uslijed diverzifikacije proizvodnje i širenja asortimana proizvoda, ekspanzijom na nova tržišta, te usmjeravanjem na određene kategorije kupaca bila primorana mijenjati tradicionalnu funkcijsku strukturu [4].

Proces diverzifikacije proizvodnje u velikim preduzećima mora slijediti i paralelan proces divizionalizacije njegove organizacione strukture.

Proces divizionalizacije nužno će pratiti i proces decentralizacije obavljanja poslovnih funkcija preduzeća. Decentralizacija poslova pojedinih funkcija po divizijskim organizacijskim jedinicama čini te jedinice [8]:

- fleksibilnima i prilagodljivima zahtjevima okoline,
- relativno slobodnima i autonomnima,
- zamjenjivima ukoliko neka jedinica ne ostvaruje planirane rezultate.

Diverzificirano preduzeće jest preduzeće s većim brojem, odnosno mnoštvom proizvoda.

Divizijska organizaciona struktura u suštini znači podjelu rada, grupisanje i povezivanje sličnih ili srodnih poslova, te formiranje nižih organizacionih jedinica, koje se obavlja prema "proizvodima", "geografskom području" ili "kategorijama kupaca".

S tim u vezi postoje i tri osnovne vrste divizijske organizacione strukture [4]:

- predmetna,
- teritorijalna i
- orijentirana prema potrošačima.



Osnovna karakteristika je objedinjavanje većeg broja ili dijela poslovnih funkcija po "proizvodima, "geografskim područjima" ili "različitim kategorijama potrošača".

Veličina nije presudni faktor izbora divizijske organizacione strukture (mada se primijenjuje uglavnom u "većim" preduzećima) nego su glavne odrednice broj proizvoda, geografska rasprostranjenost i različitost kategorija potrošača (ove odrednice su posljedica rasta i razvoja preduzeća, tj. njegove veličine).

S obzirom na udio pojedinih proizvoda u ukupnoj proizvodnji može se govoriti o tri kategorije diverzificiranih preduzeća:

- dominantne poslovne firme (70–95% svoje proizvodnje imaju u jednom poslu ili u vertikalno povezanim firmama u lancu),
- povezana (srodna) preduzeća (diferencirana su u povezana, srodna, područja te na jedan posao ne otpada više od 70% prodaje),
- nepovezana (nesrodna) preduzeća (diverzificirana tako da nove poslove ne povezuju sa starim te ni jedan posao nema 70% prodaje).

### 3.5.1. Predmetna organizaciona struktura

U predmetnoj organizacijskoj strukturi svi poslovi, koji su vezani uz proizvodnju i realizaciju jednog proizvoda ili skupine proizvoda, međusobno se povezuju u jednoj organizacijskoj jedinici.

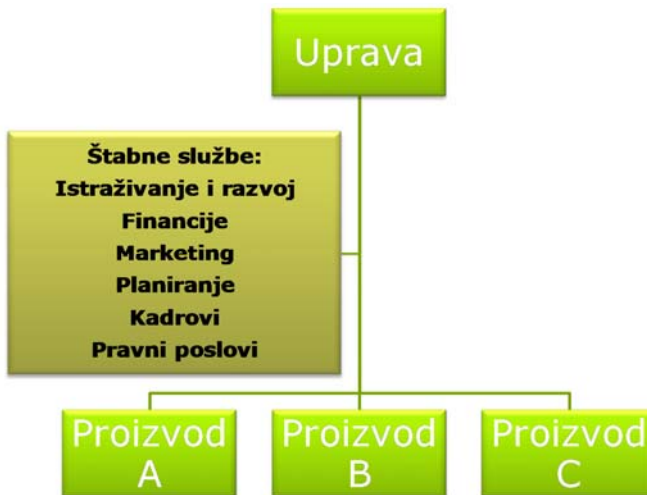
Primjeri dvije predmetne organizacione structure dati su na Slikama 26. i 27.

Broj tako osnovanih jedinica ovisit će i o broju proizvoda, odnosno broju skupina srodnih ili sličnih proizvoda. U praksi, u okviru svake proizvodne jedinice, obavljaju se samo određeni poslovi, većeg broja ili samo nekih poslovnih funkcija; dok se ostale poslovne funkcije, odnosno ostali poslovi tih poslovnih funkcija obavljaju na nivou preduzeća, zajednički za sve proizvodne jedinice (*divisions*) [8].

Najčešći poslovi koji će se obavljati na nivou preduzeća (zajednički za sve jedinice) su: istraživanje i razvoj, finansije, marketing, planiranje kadrova te neki opći i pravni poslovi.



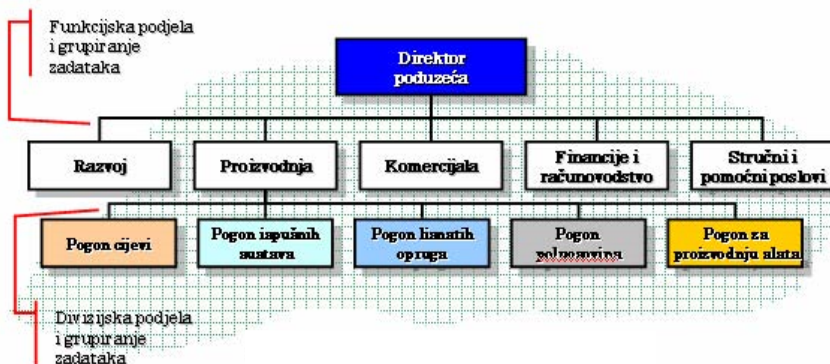
Slika 26. Primjer jedne predmetne organizacione strukture [8]



Slika 27. Primjer druge predmetne organizacione strukture [8]  
(Umjesto proizvoda, u shemi mogu biti stratejske poslovne jedinice SBU)

Predmetna organizaciona struktura može biti primijenjena:

- kao primarna organizaciona struktura (Slike 26. i 27.) i
- kao "naknadna" organizaciona struktura (na drugom nivou podjele i grupisanja zadataka u preduzeću) nakon primarne funkcijske organizacione strukture (Slika 28 ).



Slika 28. Predmetna organizaciona struktura kao naknadna organizaciona struktura (primijenjena na drugom nivou) [8]

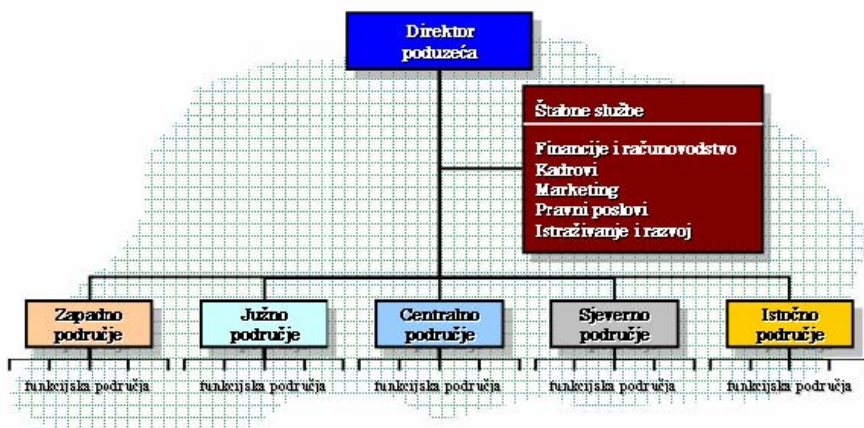
### 3.5.2. Teritorijalna (geografska) organizaciona struktura

Teritorijalna (geografska) organizaciona struktura je takva struktura gdje svaka teritorijalna jedinica objedinjava sve nužne djelatnosti, odnosno funkcije na svom području. Ova

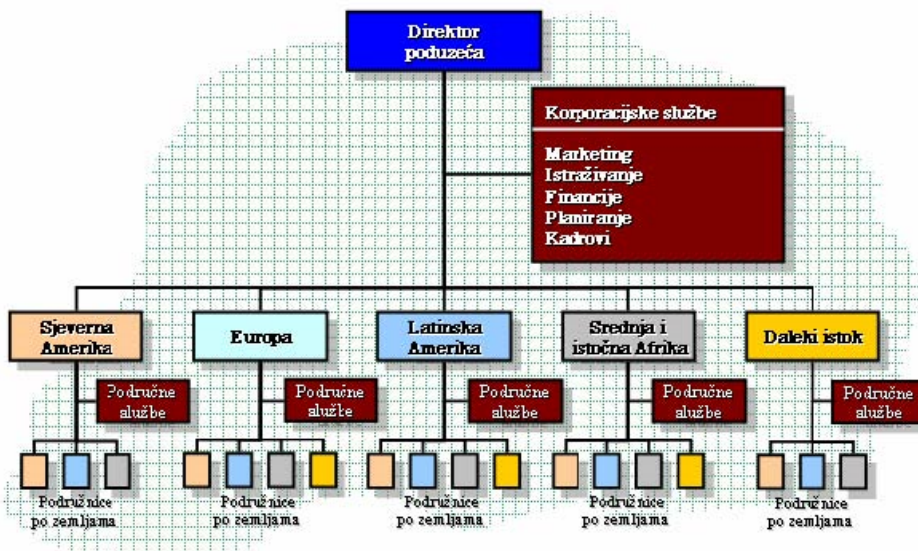
organizaciona struktura se, primijenjuje u pravilu, kada preduzeće djeluje na većem geografskom području, a posebno ako se radi o internacionalnoj aktivnosti preduzeća.

Najčešće se javlja u preduzećima koja su nastala integracijom ranijih samostalnih preduzeća, a koja su razmještena po različitim lokacijama.

Najveća prednost teritorijalne organizacione strukture ogleda se u tome što ona i najveću organizaciju čini niskom i relativno plitkom, bez duboke hijerarhije, s malim brojem menadžerskih nivoa. Primjeri teritorijalnih organizacionih struktura dati su na Slikama 29. i 30.



Slika 29. Primjer teritorijalne organizacione strukture – 1 [8]

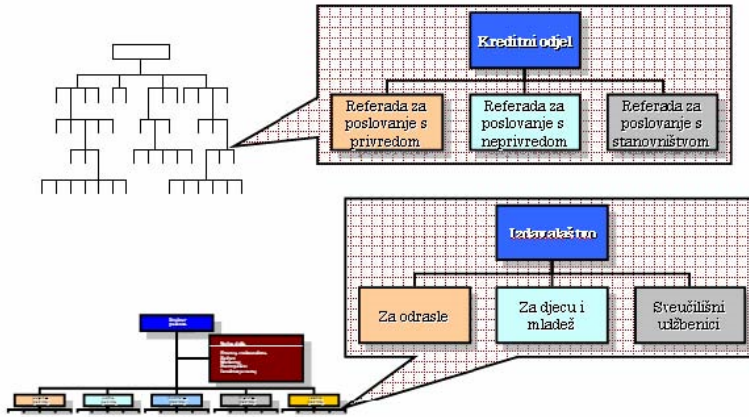


Slika 30. Primjer teritorijalne organizacione strukture – 2 [8]

### 3.5.3. Organizaciona struktura orijentisana potrošačima

U organizacijskoj strukturi orijentisanoj potrošačima, podjela rada, grupisanje te povezivanje srodnih ili sličnih poslova i formiranje užih organizacionih jedinica se obavlja prema "skupinama potrošača" odnosno "kategorijama kupaca".

Ovaj oblik se primjenjuje na određenom nivou organizacije preduzeća (u okviru primarno funkcijske, predmetne ili teritorijalne organizacione strukture) u velikom broju preduzeća (banke, fakulteti, bolnice i sl.), no rijetko će se koristiti kao model organizacije za najviši organizacijski nivo. Ovaj model organizacije najizraženije podržava načelo modernog poslovanja koje se izražava u "maksimalnoj orijentaciji prema kupcima", Slika 31.



Slika 31. Primjer organizacione strukture orijentisane ka potrošačima [8]

### 3.6. Projektna organizaciona struktura

Projektna organizaciona struktura predstavlja privremenu organizacijsku formu i to takvu koja se uspostavlja za realizaciju jednog određenog zadatka, odnosno projekta.

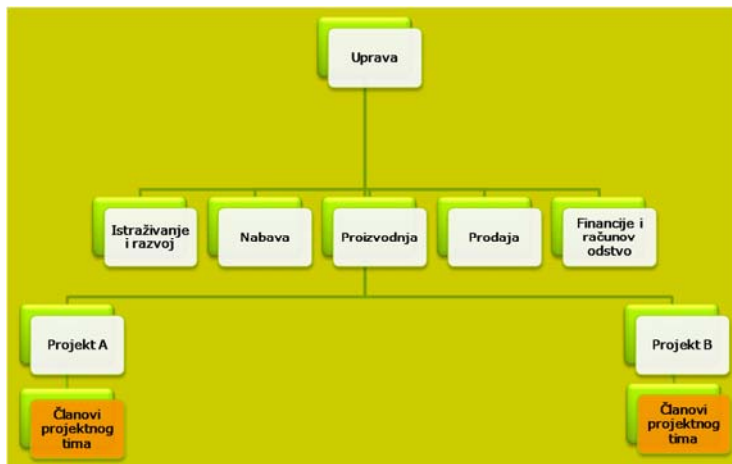
Ideja je skupiti najbolje talente koji stoje na raspolaganju organizaciji da bi se riješio neki složeni zadatak, uz određene troškove, za određeno vrijeme i uz zahtijevani kvalitet obavljenog posla [11].

Projekt se definiše najčešće kao zaokruženi, cjeloviti, složeni pothvat čije se karakteristike i cilj mogu definisati, a koji se mora ostvariti u određenom vremenu te zahtijeva koordinirane napore nekoliko službi, odnosno zaposlenih radnika u tim službama.

Projektna organizacija je poseban oblik timske organizacije, te može biti:

- nestalna (jednokratni projekti – javljaju se jednom te se rijetko izvode na isti način),
- stalna (projektni procesi – ponavljaju se više puta uzastopice, slični su po načinu izvođenja, te zahtijevaju neki ustaljeni način izvođenja.

Projektna organizaciona struktura uvijek je samo "dodatna" odnosno "naknadna" organizaciona struktura interpolirana u postojeću klasičnu (funkcijsku, divizijsku) organizacijsku strukturu. Kakav će model projektne organizacione strukture izabrati preduzeće zavisi o brojnim faktorima (faktorima organizacije, veličina i složenost projekta, učestalosti ponavljanja i brojnosti projekata), Slika 32.



Slika 32. Primjer projektne organizacione strukture [11]

### 3.6.1. Individualna projektna organizacija

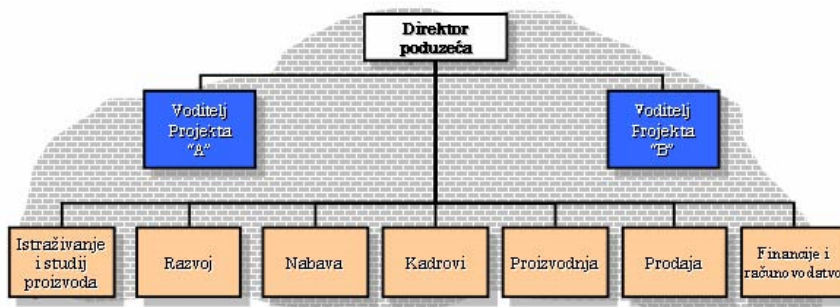
Individualna projektna organizacija je takav oblik projektne organizacije koja ima voditelja projekta, direktno odgovornog direktoru preduzeća, ali je on bez radnog tima odnosno radne skupine koja bi izvodila projekt. Projektni menadžer kod ovog oblika projektne organizacije ima ulogu koordinatora i organizatora aktivnosti, izvršitelja u funkcijskim organizacijskim jedinicama, dok su funkcijski odjeli, jedinice ili službe odgovorni za izvršenje pojedinih dijelova projekta.

Svi poslovi vezani uz projekt prenose se na realizaciju u odgovarajuće funkcijske jedinice.

Individualna projektna organizacija neznatno mijenja globalnu organizacijsku strukturu:

- zahtijeva unutrašnju reorganizaciju rasporeda poslova, odnosno poslova za pojedine projekte u funkcijskim organizacijskim jedinicama,
- izdvaja menadžera projekta iz postojeće organizacione strukture.

Primjer ove organizacione strukture dat je na Slici 33.



Slika 33. Model individualne projektne organizacije [11]

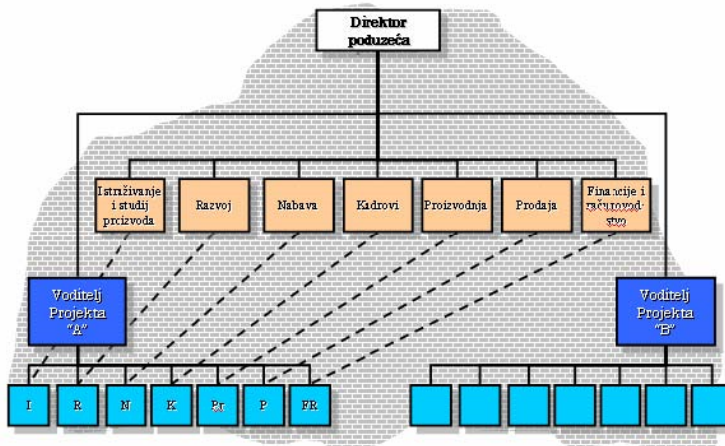
### 3.6.2. Čista projektna organizacija

Čista projektna organizacija je najrazvijeniji i najsloženiji oblik projektne organizacije koji izaziva znatne promjene u globalnoj organizacijskoj strukturi. Ovaj oblik se upotrebljava samo za izvršenje izuzetno velikih i složenih projekata – projekti su potpuno samostalni i nezavisni od linijske organizacione strukture.

Karakteristike čiste projektne organizacije su:

- menadžeri projekta su direktno vezani za direktora preduzeća;
- saradnici na projektu potpuno su izvojeni iz hijerarhijske strukture – privremeno napuštaju svoje funkcijske organizacione jedinice u kojima su stalno zaposleni;
- članovi projektnog tima čine jednu organizacijsku cjelinu, projektnu skupinu kojom rukovodi projektni menadžer.
- članovi projektnog tima i stručno su i disciplinski odgovorni voditelju projekta dok traje posao na projektu;
- orijentacija na izvršenje zadatka i to u granicama predviđenih troškova projekta i u predviđenom vremenu za realizaciju projekta.

Primjer ove organizacione strukture dat je na Slici 34.

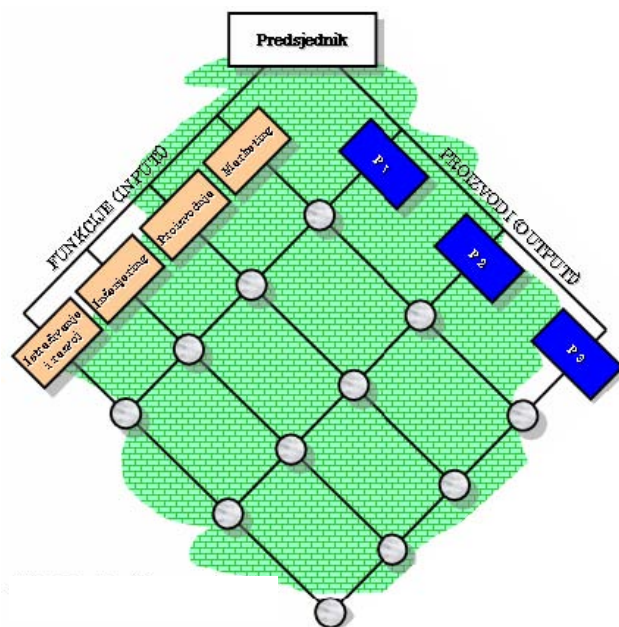


Slika 34. Model individualne projektne organizacije [11]

### 3.7. Matrična organizaciona struktura

Matrična organizaciona struktura je relativno nova vrsta organizacione strukture u kojoj se maksimiziraju dobre strane, a minimiziraju slabosti funkcijske i divizijske strukture.

Prikladna je za preduzeća koja istovremeno proizvode više različitih proizvoda (najčešće će to biti preduzeća koja se bave proizvodnjom pojedinačnog proizvoda – brod, zgrada i sl. i ona koja imaju diverzificiran proizvodni program). Primjer matrične organizacione strukture (proizvodne) dat je na Slici 35 [11].



Slika 35. Matrična organizaciona struktura (proizvodna) [11]

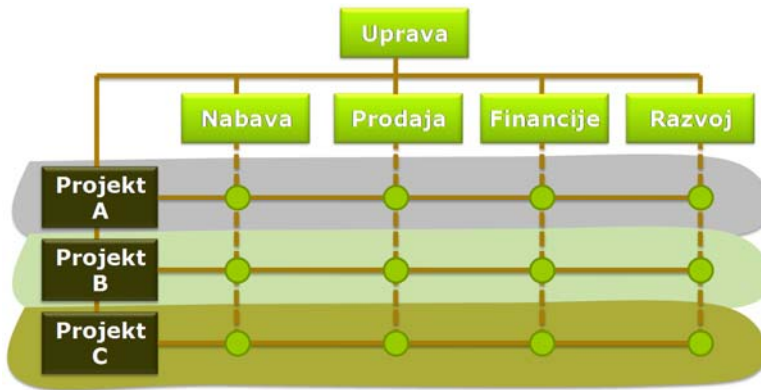
S obzirom na različite vrste divizijskih jedinica u njihovoj kombinaciji s funkcijskim jedinicama mogući su sljedeći oblici matrične organizacije: funkcijsko – predmetna matrica, funkcijsko – teritorijalna matrica, predmetno – teritorijalna matrica.

Matrična organizaciona struktura će se koristiti onda kada se organizacijom mora istovremeno zadovoljiti nekoliko zadataka (strategija zahtijeva maksimizaciju nekoliko dimenzija istovremeno – proizvod, tržište, teritorij itd.).

Matrična forma organizacije prikladna je i za preduzeća koja rade na većem broju projekata istovremeno (projektna organizaciona struktura je “dodatna”, dok je funkcijska osnovna). Pokušava spojiti pozitivne strane funkcijske i projektne organizacione strukture.

U matričnoj organizaciji ovlaštenja i odgovornosti se ostvaruju po “vertikali” (menadžer specijalizirane funkcijske organizacione jedinice), a po “horizontali” upravljanje i vođenje projektom (menadžer projekta).

Model matrične organizacione strukture (projektne) dat je na Slici 36.



Slika 36. Model matrične organizacione strukture (projektne) [11]

Za matričnu organizaciju karakteristična je dualna odgovornost članova projektnog tima (stručno su podređeni menadžeru projekta, a disciplinski menadžeru matrične funkcijske organizacione jedinice) što je ujedno i najveća slabost matrične organizacije.

Iz ovih razloga u matričnoj je organizaciji i odgovornost za izvršenje projekta podijeljena između menadžmenta projekta i menadžera linijske organizacije.

Matrična organizaciona struktura je najkompleksniji i najkonfliktniji organizacijski mehanizam – to je istodobno i jedina struktura koja nastoji maksimizirati nekoliko strateški važnih aspekata odjednom. Zbog velike kompleksnosti i nestalnosti, matrična organizaciona struktura bi trebala biti rezervirana za one situacije gdje nijedna druga organizaciona struktura nije djelotvorna. Sve što je navedeno za matričnu organizaciju vrijedi i za njene modalitete (projektne, proizvodna, programska). Model matrične organizacione strukture (projektne) dat je na Slici 36. Prednosti i nedostaci (dobre i loše strane) ovih struktura dati su na Slici 37 [11].



Slika 37. Prednosti i nedostaci (dobre i loše strane) matričnih struktura [11]

### 3.8. Hibridna organizaciona struktura

Hibridna organizaciona struktura je oblik u kojemu se na istom organizacijskom nivou kombiniraju funkcijske i multidivizijske komponente. Primarno mjesto imaju divizijske jedinice (proizvodne ili teritorijalne) kojima se nadodaje jedna ili više funkcijskih jedinica.

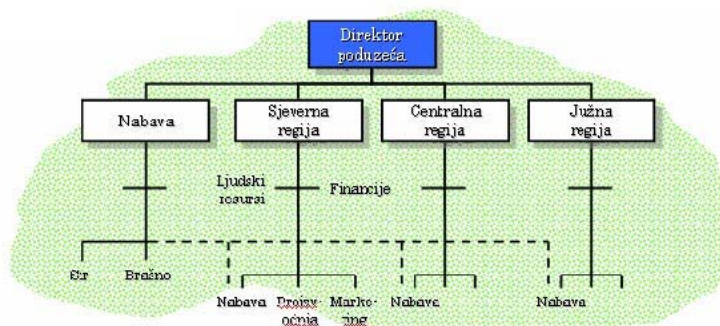


U hibridnoj organizaciji se na istom organizacijskom nivou kombiniraju dva načela raščlanjivanja i grupisanja zadataka kao i formiranja organizacionih jedinica.

Ovaj model se koristi u praksi radi postizanja racionalnosti i ekonomičnosti poslovanja, te se također postiže ravnoteža između centralizacije i decentralizacije obavljanja pojedinih poslovnih funkcija.

Ovaj model se koristi u praksi radi postizanja racionalnosti i ekonomičnosti poslovanja, te se također postiže ravnoteža između centralizacije i decentralizacije obavljanja pojedinih poslovnih funkcija.

Određeni poslovi nekih poslovnih funkcija obavljaju se zajednički, objedinjeno na nivou preduzeća za potrebe svih njegovih dijelova, dok se ostali poslovi tih istih funkcija (uz preostale poslovne funkcije) obavljaju unutar pojedine divizijske jedinice, Slika 38.



Slika 38. Hibridna funkcijsko – geografska struktura (primarno divizijska) [12,13]

O hibridnoj organizaciji govorimo i u obrnutom slučaju, kada je primarna organizaciona struktura pretežno funkcijiska, Slika 39.



Slika 39. Hibridna funkcijsko – geografska struktura (primarno funkcijiska) [12,13]

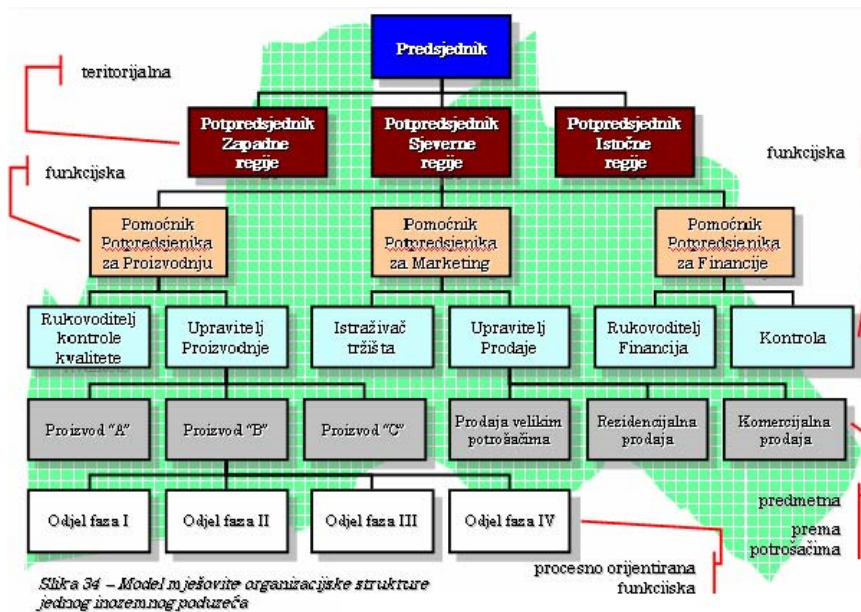
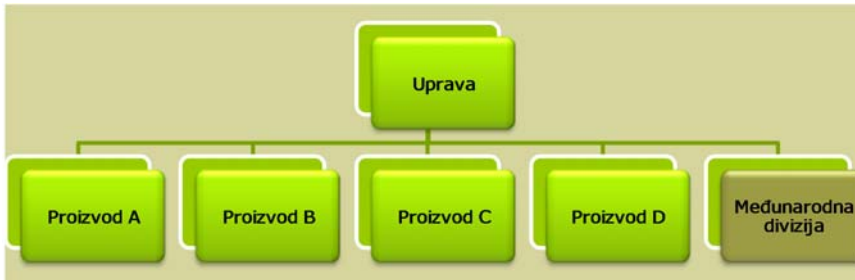
### 3.9. Mješovita organizaciona struktura

Mješovita organizacija javlja se u multidivizijskoj organizacijskoj strukturi u kojoj se miješaju (kombiniraju) dvije ili više divizijskih jedinica na istom organizacijskom nivou.

Najčešće su u praksi modeliranja organizacione strukture situacije u kojima se primjenjuju različite kombinacije dosad nabrojanih vrsta organizacionih struktura.

Karakteristika je mješovitih organizacionih struktura da na pojedinim organizacijskim razinama dominira jedna vrsta organizacione strukture, dok na drugoj razini dominira neka druga vrsta organizacione strukture, Slika 40.

U literaturi se za mješovite strukture upotrebljava i naziv konglomeratska organizacija (engl. *Conglomerate organization*).



Slika 40. Modeli mješovite organizacione strukture jednog inozemnog preduzeća [14]

## 4. SAVREMENI TRENDOMI U OBLIKOVANJU ORGANIZACIJE

### 4.1. Razlika između klasične i savremene organizacije

Savremena organizacija preduzeća ne poznaje neka nova, posebna načela organizacije koja ne bi bila poznata i iz razdoblja klasične organizacione teorije. Razlika između klasične i savremene organizacije ogleda se samo u tome gdje je težište organizacionih načela, Tabela 3.:

Tabela 3. Razlika između klasične i savremene organizacije [7]

Centralizacija	Decentralizacija
Duboka podjela rada	Plitka podjela rada
Uzak raspon kontrole	Širok raspon kontrole
Kruta struktura	Fleksibilna struktura
Statična organizacija	Inovativna organizacija
Birokratske strukture	Organske strukture
Autoritet pojedinca	Timski rad
Neuvažavanje ljudi	Uvažavanje ljudi
Upravljanje ljudima	Upravljanje procesima
Nema korporativne kulture	Postojanje korporativne kulture
Nema spremnosti za promjene	Pripravnost na promjene
Federacija preduzeća	Konfederacija preduzeća
Funkcionalna decentralizacija	Federalna decentralizacija

### 4.2. Novo doba u organizaciji preduzeća

Organizaciju preduzeća budućnosti obilježava čak i drugačiji način grafičkog prikazivanja organizacije. U novim organizacijskim strukturama preduzeća postoje i takvi načini prikazivanja u kojima se hijerarhija potpuno briše, a umjesto nje se stvaraju multidisciplinarni timovi.

U osnovi svih novih trendova u oblikovanju organizacije je informatička revolucija pa se s pravom danas govori o informatičkoj ekonomiji. Također, savremene organizacije su intenzivne znanjem (uz informacije danas glavni resurs organizacije). One su danas učeće organizacije koje se kontinuirano prilagođavaju promjenama.

S obzirom na intenzivan proces umrežavanja organizacija one se orijentišu na svoj *core* (glavni) program, a sve ostalo putem *outsourcinga* nabavljaju od ostalih članica mreže. U ovom slučaju to podrazumijeva da svaka članica mreže proizvodi ono u čemu je bolja od konkurencije, tj. drugih članica mreže.

Savremeni trendovi u oblikovanju organizacije ne dovode u pitanje postojeće organizacione strukture, koje su nezamjenjive kao primarni oblik preduzeća, već:

- dodaju organske dimenzije organizaciji,
- predstavljaju oblik povezivanja preduzeća (rušenje "rigidnosti" struktura, odnosno umrežavanjem brišu granice),
- fluidna, fleksibilna, dinamična organizacija,

- informacijski bazirana organizacija, gdje raspon kontrole postaje raspon komunikacije uz plitku strukturu,
- simbiotičko preduzeće – simbioza svih relevantnih utjecaja,
- atomizirana organizacija – male radne jedinice fokusirane na jedan zadatak, gdje se oslobađa kreativnost pojedinaca.

U uvodu ovog poglavlja spomenuli smo neke od tipova savremenih organizacija, a u nastavku će biti ponuđen kratki prikaz karakteristika, nekih od njih.

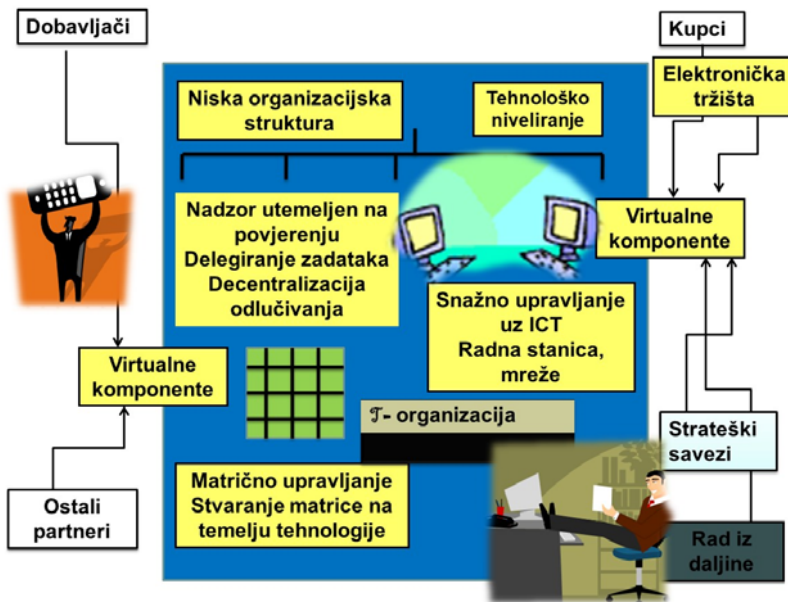
#### 4.3. T – oblik organizacije

Informacijske tehnologije, koje sa sobom nose umrežavanje svijeta na svim meridijanima i paralelama, su nešto što će promijeniti svijet u bližoj i daljnjoj budućnosti i stvoriti mogućnost za nove načine oblikovanja organizacije.

Informacijska tehnologija omogućava uspostavu T – oblika organizacije (tehnološki uslovljene organizacije ili tehnološke organizacije (TO)). T – oblik nije neka posebna vrsta organizacije, već se kroz taj naziv želi naglasiti izrazito velik utjecaj informacijske tehnologije na oblikovanje organizacije. T – oblik organizacije putem međusobnog umrežavanja i povezivanja organizacija čini neke oblike organizacije ataktivnijima od drugih. [15]

Informacijska tehnologija “ruši” granice postojećih organizacija i na taj način mijenja odnose među preduzećima stvarajući organizacije otvorenog tipa (*open organization*).

T – oblik organizacije je sada oblik umreženih organizacija: dobavljača, kupaca, strateških partnera i ostalih virtualnih jedinica, Slika 41. Svaka organizacija koja ne koristi informacijsku tehnologiju i koja nije u mreži teško će preživjeti u 21. vijeku.



Slika 41. Primjer struktuiranja T – organizacije [15,16]

Najvažnija značajka T – oblika organizacije je velika sloboda koju menadžement ima u kreiranju organizacione strukture preduzeća. IT omogućava uspostavu:

- plitke organizacije,
- mali broj nivoa menadžmenta i širok raspon kontrole,
- dio komunikacija menadžement-saradnici preuzima IT,
- veće značenje raspona komunikacija nego raspona kontrole,
- menadžment može komunicirati s daleko većim brojem saradnika te ih također može nadgledati (elektronička veza).

IT reaffirmira matričnu tehnologiju (za koju je splasnio interes zbog mogućih konflikta između linijskog i projektnog menadžment i omogućava joj dinamizam i fleksibilnost. IT sama po sebi nije dovoljna za uspostavu T – oblika organizacije nego je potrebna značajna promjena u organizacijskoj kulturi i organizacijskoj klimi.

T-oblik organizacije putem elektroničke pošte, komunikacijske tehnologije i mrežne organizacije omogućava veliku fleksibilnost organizacije koja može brzo reagirati na zahtjeve kupaca. T – oblik organizacije zamjenjuje sve ono što postoji u tradicionalnoj organizaciji elektroničkom verzijom (mijenjanje klasične “papirologije” digitalnim zapisom).

U T – obliku organizacije:

- funkcijski odjeli se zamjenjuju projektnim timovima, jednostavni zadaci se zamjenjuju multidimenzionalnim zadacima, od zaposlenih se traži cjelovito obrazovanje i rad usmjeren prvenstveno na zadovoljstvo kupaca.

Na Slici 42. date su prednosti i nedostaci horizontalne organizacije T – oblika.

 <b>Fleksibilnost</b> <b>Smanjivanje birokracije</b> <b>Zaposleni koji vjeruju menadžmentu</b> <b>Niska organizacija</b> <b>Mali broj podređenih</b> <b>Djelotvorna prodaja proizvoda</b> <b>Decentralizovano odlučivanje</b> <b>Virtualne komponente</b> <b>Visoka konkurentnost</b> <b>Mogućnost uspostave stratejskih saveza i ostalih partnerskih odnosa</b>	 <b>Investicije u informacijsku tehnologiju</b> <b>Investicije za umrežavanje i održavanje sistema</b> <b>Upravljanje informacionim tehnologijama</b> <b>Upravljanje udaljenim poslovima i vanjskim partnerima</b> <b>Ovisnost o vanjskim partnerima</b>
---	--

Slika 42. Prednosti i nedostaci horizontalne organizacije T – oblika [15,16]

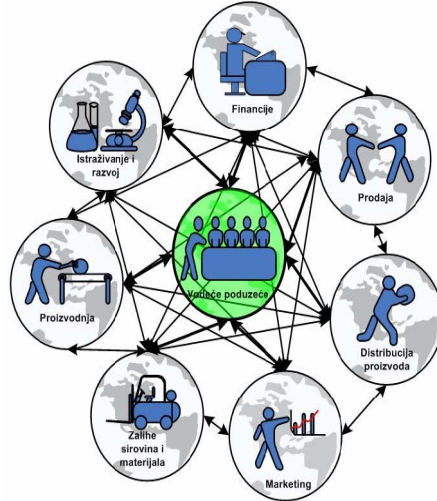
#### 4.4. Virtualna organizacija

Vrijeme brzih promjena i visoke tehnologije kada znanje i informacije postaju ključni resurs za uspjeh u poslovanju postavljaju nove zahtjeve za preduzeća.

Virtualna organizacija bi u doslovnom prijevodu značila prividna organizacija, odnosno zamjena za stvarnost (virtualne zalihe, virtualni zaposlenici, virtualni uredi, teleradnici, telekonferencije).

Virtualna organizacija nije stvarna organizacija (u pravilu nema svoju strukturu => zbog čega govorimo o virtualnoj organizaciji, a ne virtualnoj organizacijskoj strukturi).

Virtualna organizacija je potpuna suprotnost vertikalno integriranoj kompaniji (*outsourcing* sve aktivnosti osim onih u kojima je lider). Virtualna organizacija je nehijerarhijska organizacija nezavisnih kompanija koje samostalno odlučuju o ulasku u mrežu virtualne organizacije s drugim kompanijama s kojima razmjenjuju sirovine, materijale, informacije, znanje, tehnologiju, istraživanje i razvoj, proizvode i usluge, Slika 43 [18].



Slika 43. Virtualna organizacija [16,18]

Virtualna organizacija može biti uspostavljena, kako između nezavisnih kompanija, tako i između pojedinih dijelova unutar jedne velike kompanije (ovdje ne govorimo o prividnoj, nestvarnoj organizaciji jer ovako organizirana kompanija ima hijerarhiju i strukturu – samo su neke njene komponente virtualne).

Pretpostavlja se da će virtualna organizacija biti organizacija 21. vijeka.

Osobine virtualne organizacije [18]:

- fleksibilnost, prilagodljivost i modularnost,
- međusobno povjerenje partnera u mreži,
- temelji se na IT-u,
- težnja za izvrsnim performansama te savršenom zadovoljavanju potreba kupaca,
- dijeljenje resursa, kapaciteta, infrastrukture i troškova,
- učeća organizacija – organizacija koja stalno uči.

Virtualna organizacija će u budućnosti značajno promijeniti organizaciju preduzeća:

- opis poslova će biti neodređen,
- rad će se odvijati uglavnom u timovima,
- zaposleni će više komunicirati sa svojim dobavljačima i kupcima nego sa kolegama na poslu,

- veliki će izazov biti nositi se sa rizicima i nesigurnostima u virtualnoj organizaciji gdje promjene postaju stalne.

Iako su sve kompanije u virtualnoj organizaciji ravnopravne, ipak neke od njih imaju veće značenje u mreži. To su one kompanije koje na sebe vežu veći broj drugih kompanija pa se smatraju dominantnim članom mreže.

Proces formiranja virtualne organizacije:

- definiranje partnerske strategije,
- formiranje vanjskih saveza,
- odabiranje partnera,
- definiranje strukture partnerstva,
- razvijanje politike podrške.

Situacije kada kompanija ne bi trebala ući u virtualnu organizaciju:

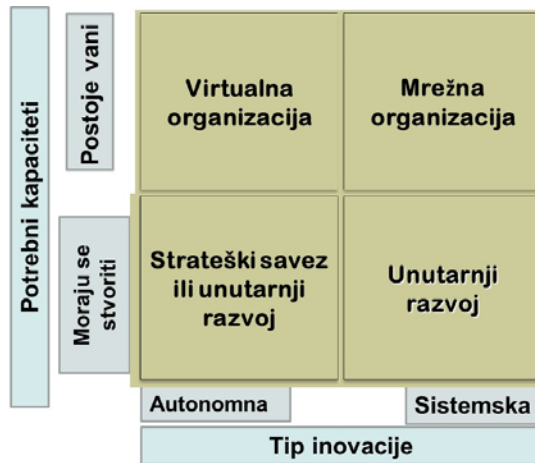
- kada kompanija posjeduje takve kompetencije i vještine koje joj omogućavaju da sama može zadovoljiti tržišta;
- kada je izuzetno visok rizik od ulaska u virtualnu organizaciju;
- kada su nekompatibilni filozofija i stilovi menadžmenta (kada nema povjerenja),
- kada se ne slažu glavne kompanije i njeni partneri i
- kada okolnosti ulaska kompanije u virtualnu organizaciju nisu jasno definirane (ne postoji odgovarajući pravni okvir za virtualnu organizaciju).

Na Slici 44. prikazane su prednosti i nedostaci horizontalne virtualne organizacije.



Slika 44. Prednosti i nedostaci horizontalne virtualne organizacije [8]

Na Slici 45. prikazan je izbor oblika povezanosti ovisno o tipu inovacija.

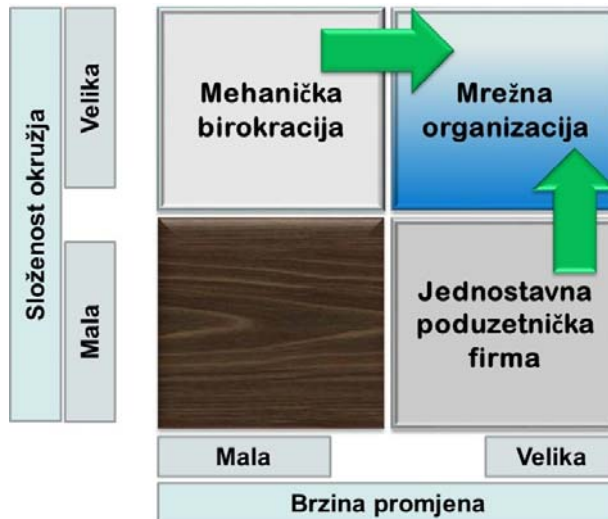


Slika 45. Izbor oblika povezanosti ovisno o tipu inovacija [8]

#### 4.5. Mrežna organizacija

Mrežna organizacija (*network organization*) predstavlja novi oblik organizacije koji je u najužoj vezi s virtualnom organizacijom. Sve što je prethodno rečeno za virtualnu organizaciju, u pogledu njenih karakteristika, mogućih oblika te prednosti i slabosti vrijedi i za mrežnu organizaciju kao način ostvarivanja odnosa među članicama virtualne organizacije. [11]

Mrežna organizacija, odnosno umrežena kompanija javlja se kao odgovor na sve složenije uslove poslovanja i sve veću brzinu promjena u poslovanju. Faktori koji usmjeravaju prema mrežnoj organizaciji dati su na Slici 46.

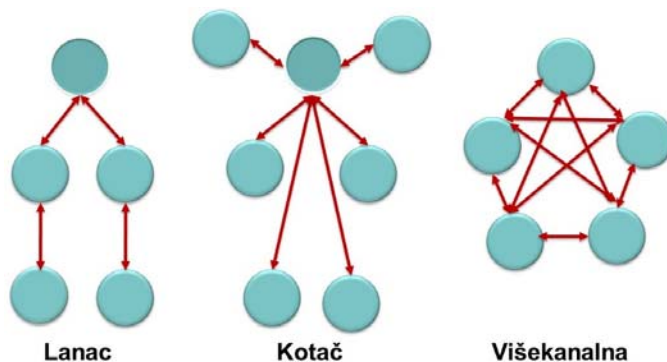


Slika 46. Faktori koji usmjeravaju prema mrežnoj organizaciji



Budući da su mogućnosti ulaska i izlaska iz mreže praktično neograničene, mrežne organizacije se nazivaju i "organizacijama bez granica". Najveći broj mreža nije formaliziran, te su u osnovi nehijerarhijske i bez formalne organizacione strukture (premda članice mreže, kroz različite oblike partnerstva, mogu biti strukturirane s veoma niskom ili blagom hijerarhijom, odnosno plitkom organizacijskom strukturom).

Mrežna organizacija, povezujući međusobno preduzeća u mrežu, povezuje i njihove strukture, ali ona time ne uspostavlja neku novu suprastrukturu ili nadstrukturu. Najčešći oblici povezivanja dati su na Slici 47.

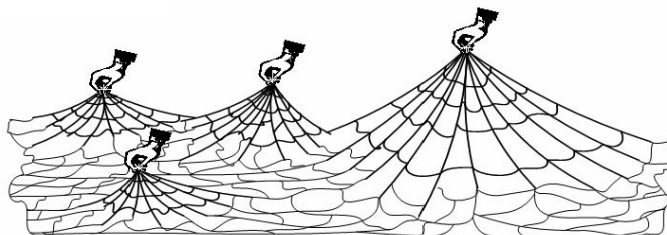


Slika 47. Najčešći oblici povezivanja u mrežnim strukturama [11,17]

Kada govorimo o mrežnoj organizaciji većinom mislimo na mrežno zasnovane organizacione strukture preduzeća, dok virtualna organizacija označava većinom mrežno zasnovane organizacije (mreža kompanija).

Kod mrežne organizacije dolazi do maksimalne redukcije nivoa menadžmenta (*rightsizing*) i informacijskog povezivanja pojedinaca i timova u organizacijsku mrežu preduzeća.

Tipičan primjer takve strukture je organizacija ribarske mreže (*fishnet organization*) koju čini mnoštvo okna i čvorova, Slika 48. Čvorovi simboliziraju pojedince ili timove, dok niti predstavljaju informatičke veze [15].



Slika 48. Organizaciona struktura ribarske mreže [15]

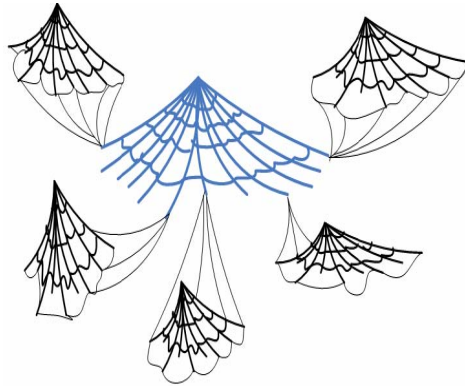
Svaki pojedinac ili tim izvršenje vlastitog zadatka može putem mreže koordinirati s onima u mreži s kojima je povezano izvršenje njegovog zadatka.

Ako se mreža uhvati za neki čvor i podigne (treba obaviti posao, projekt) mreža sama formira hijerarhiju, a kad se čvor pusti (posao, projekt obavljen) mreža se slegne te nestaje hijerarhije.

Podignuta mreža će trajati onoliko koliko traje obavljanje zadatka (projekta). Podigne li se čvor na nekom drugom mjestu, nastaje nova piramida itd... Ribarska mreža može imati u jednom trenutku nekoliko hijerarhija (podignutih čvorova) koje su privremene i različitih visina i broja nivoa (suprotnost od hijerarhije).

Struktura ribarske mreže je fleksibilna – u jednom trenutku viši menadžer može biti podređen nižem menadžeru, odnosno podređeni može biti nadređeni svom menadžeru.

Dok su mreže unutar preduzeća u pravilu zatvorene, mreže između preduzeća, različitih pravnih subjekata, su otvorenog tipa. Mrežnu organizaciju između različitih firmi (specijaliziranih jedinica), koje su koordinirane radije tržišnim mehanizmom nego lancem naređivanja, nazivamo većinom klaster (*cluster*) ili skupina (grozd) ili paukova mreža umreženih organizacija, Slika 49.



Slika 49. Paukova mreža umreženih organizacija (klaster/grozd) [17]

#### 4.5.1. Primjeri umrežavanja

- Keiretsu – japanske kompanije dijele marketinške, finansijske, informacijske i opskrbne mreže – slično holdingu,
- mreže omogućuju suživot velikih konglomerata i malih kooperanata,
- središnja organizacija može biti mala – kreativna jezgra (Nike, IKEA, Benetton) – dizajneri, proizvođači i distribucija mogu biti samostalni – Co-branding,
- odnosi u mreži jednaki su tržišnim, ali uz ICT potporu.

Osim gore nabrojanih i obrađenih savremenih organizacionih struktura u literaturi se mogu još sresti i sljedeće organizacione strukture:

- timska organizacija,
- front / back organizacija,
- ameba organizacija,
- fraktalna organizacija,
- klaster organizacija,
- heterarhije,
- hipertekst organizacija,

koje neće biti predmet daljeg razmatranja.

## 5. LITERATURA

- [1] Čičin-Šain, D.: Predavanje iz Osnova menadžmenta - Sustav organiziranja i organizacione strukture, dostupno na [http://www.unizd.hr/portals/4/nastavni\\_mat/2\\_godina/menadzment/menadzment\\_11.pdf](http://www.unizd.hr/portals/4/nastavni_mat/2_godina/menadzment/menadzment_11.pdf) (pristup 18.10.2019.)
- [2] Brdarević, S. Organizacija proizvodnje, Mašinski fakultet u Zenici, 1986.
- [3] Sikavica, P.: Organizacija, Školska knjiga, Zagreb, 2011.
- [4] Sikavica P.; Hernaus T.: Dizajniranje organizacije, Novi informator d.o.o, Zagreb, 2011.
- [5] Srećec, V.; Karakteristike čimbenika organizacije i njihovog utjecaja na dizajniranje organizacione strukture, 11-ta Hrvatska konferencija o kvaliteti, Vodice, Hrvatska, svibanj 2011.
- [6] Matić, I.: Čimbenici oblikovanja organizacije, Materijal za vježbe, Ekonomski fakultet Split, (pristup 18.10.2019.)
- [7] Sikavica, P.; Novak, M.: Poslovna organizacija, Informator, Zagreb, 1999.
- [8] Cingula, M.: <https://www.slideserve.com/belicia-romero/oblikovanje-organizacije> (pristup 20.10.2019.)
- [9] [https://www.pravo.unizg.hr/\\_download/repository/03\\_-\\_Vrste\\_organizacionih\\_struktura.pdf](https://www.pravo.unizg.hr/_download/repository/03_-_Vrste_organizacionih_struktura.pdf) (pristup 21.10.2019.)
- [10] [https://www.veleri.hr/files/datotekep/nastavni\\_materijali/k\\_informatika\\_1/Organiziranje\\_6.pdf](https://www.veleri.hr/files/datotekep/nastavni_materijali/k_informatika_1/Organiziranje_6.pdf) (pristup 22.10.2019.)
- [11] Mislav Ante Omazić, Stipe Baljkas: PROJEKTNI MENADŽMENT, Sinergija, Zagreb, 2005.
- [12] <http://univerzitetpim.com/wp-content/uploads/2017/03/24.-Menad%C5%BEment-kvalitete-poslovnih-sistema.pdf> (pristup 21.10.2019. godine)
- [13] <https://www.slideserve.com/belicia-romero/oblikovanje-organizacije> (pristup 21.10.2019.)
- [14] <http://www.efos.unios.hr/organizacijsko-oblikovanje/wp-content/uploads/sites/217/2018/10/Klasi%C4%8Dno-i-suvremeno-oblikovanje-organizacije.pdf> (pristup 21.10.2019.)
- [15] Micić, R.; Arsić, Lj.: Fleksibilne organizacione strukture kao nove forme organizacionog dizajna, Synthesis, International Scientific Conference of IT and Business-Related Research, 2015, DOI: 10.15308/Synthesis-2015-364-368
- [16] Travar, M.; Stojanović, M.; Kuduz, N.: IT kao ključna komponenta savremene organizacione strukture preduzeća, INFOTEH-JAHORINA Vol. 12, March 2013., pp 557-561
- [17] Klindžić, M.: Organizacione strukture, Klasične, suvremene i moderne strukture, dostupno na [http://www.efzg.unizg.hr/UserDocsImages/OIM/mklindzic/Organizacione%20strukture\\_WEB.pdf](http://www.efzg.unizg.hr/UserDocsImages/OIM/mklindzic/Organizacione%20strukture_WEB.pdf) (pristup 19.10.2019.)
- [18] Čulo, K.: Virtual organization – The future has already begun, Media, culture and public relations, 7, 2016., 1, 35-42

## POPIS SLIKA I TABELA

### POPIS SLIKA POGLAVLJA I

- Slika 1. Trinom kvalitet - vrijeme – novac [1,2,3,4]*  
*Slika 2. Simultani inženjering [1]*  
*Slika 3. Tendencije suvremenih tržišnih zahtjeva [1]*  
*Slika 4. Progresivan rast nivoa upotrebnih karakteristika [5]*  
*Slika 5. Tok rasta upotrebnih karakteristika generacija proizvoda A kod proizvođača x [5]*  
*Slika 6. Trend skraćanja vijeka trajanja proizvoda [5]*  
*Slika 7. Vrijeme proizvodnje pojedinih tipova automobila VW GOLF [5]*  
*Slika 8. Primjer individualizacije proizvoda kompanije Volvo [5]*  
*Slika 9. Odnos dozvoljenih odstupanja i kvaliteta tokom vremena [5]*  
*Slika 10. Analiza gubitaka zarade zbog pojedinih faktora [5]*

### POPIS SLIKA POGLAVLJA II

- Slika 1. Konceptualni model sistema [10]*  
*Slika 2. Dekompozicija stanja sistema [5]*  
*Slika 3. Kibernetički model sistema*  
*Slika 4. Funkcionisanje negativne povratne veze [5]*  
*Slika 5. Funkcionisanje pozitivne povratne veze [5]*  
*Slika 6. Odlučivanje o uspješnosti provedenog postupka*

### POPIS SLIKA POGLAVLJA III

- Slika 1. Poslovni sistem sa relevantnim grupama varijabli [1]*  
*Slika 2. Opšti model složenog PS-a*  
*Slika 3. Osnovni model proizvodnog sistema*  
*Slika 4. Osnovni elementi proizvodnog sistema [1]*  
*Slika 5. Shematski prikaz faktora proizvodnog procesa [1,3]*  
*Slika 6. Podjela integralnog procesa prema VDI smjernicama [1,4]*  
*Slika 7. Proizvodni proces*  
*Slika 8. Sadržaj događaja proizvodnog i tehnološkog procesa*  
*Slika 9. Primjer prikazivanja tehnološkog procesa [5]*  
*Slika 10. Primjer prikazivanja proizvodnog procesa proizvodnje cementa [6]*

#### **POPIS SLIKA POGLAVLJA IV**

- Slika 1. Raščlanjivanje ukupnog zadatka*
- Slika 2. Primjer raščlanjivanje složenog proizvoda [7]*
- Slika 3. Raščlanjivanje zadatka prema izvršenju [11]*
- Slika 4. Raščlanjivanje zadatka prema objektu [11]*
- Slika 5. Raščlanjivanje zadatka prema izvršenju i prema objektu [11]*
- Slika 6. Raščlanjivanje zadatka prema rangu [11]*
- Slika 7. Raščlanjivanje zadatka prema fazi [11]*
- Slika 8. Raščlanjivanje zadatka prema svrsi [11]*
- Slika 9. Razmještaj odjela [3,8,9]*
- Slika 10. Moguće varijante razmještaja odjela [3,8,9]*
- Slika 11. Prostorni raspored sredstava za proizvodnju (layout) kod predmetnog pristupa [3]*
- Slika 12. Prostorni raspored sredstava za proizvodnju (layout) kod grupnog rasporeda [3]*
- Slika 13. Trokutna mreža [3,8]*
- Slika 14. Moguće pozicije za radno mjesto 5 [3,8]*
- Slika 15. Raspored po metodi krugova*

#### **POPIS SLIKA POGLAVLJA V**

- Slika 1. Vrste kapaciteta [3]*
- Slika 2. Zahvati pri usklađivanju potrebnih i raspoloživih kapaciteta*

#### **POPIS SLIKA POGLAVLJA VI**

- Slika 1. Poslovni sistem sa relevantnim grupama varijabli [1]*
- Slika 2. Dejstvo sistema u uslovima poremećaja [4]*
- Slika 3. Najčešći poremećaji u proizvodnom (poslovnom) sistemu [4]*
- Slika 4. Princip povratne sprege i opšta šema upravljanja*
- Slika 5. Blok šema upravljanja proizvodnim (poslovnim) sistemom [4]*
- Slika 6. Potrebe okoline vs mogućnosti sistema [4]*
- Slika 7. Šematski prikaz iskustvenog predviđanja [4]*
- Slika 8. Ilustracija postupka metode predviđanja na osnovu ponašanja parametara u prošlosti [4]*
- Slika 9. Ilustracija primjene metode predviđanja metodom međuzavisnosti parametara [4]*
- Slika 10. Algoritam postupka predviđanja [4]*
- Slika 11. Ovisnost stepena detaljnosti i preciznosti planova od vremena [4]*
- Slika 12. Ilustracija metoda regresije*
- Slika 13. Vrste korelacija*
- Slika 14. Ilustracija složenog sistema pogodnog za input-autput analizu [4]*
- Slika 15. Potrebni nivoi znanja učesnika na projektima i preklapanja znanja [14]*
- Slika 16. Primjer tabele međuzavisnosti aktivnosti*
- Slika 17. Primjer mrežnog dijagrama kao grafičkog prikaza strukture projekta*
- Slika 18. Proizvoljno numerisanje mrežnog dijagrama*
- Slika 19. Rastuće numerisanje mrežnog dijagrama*

*Slika 20. Uvođenje i označavanje fiktivne aktivnosti u mrežni plan*

*Slika 21. Primjer tabele međuzavisnosti aktivnosti i matrice međuzavisnosti aktivnosti*

*Slika 22. Označavanje vremena kod CPM metode*

*Slika 23. Položaj vremenskih rezervi kod CPM metode*

*Slika 24. Moguće raspodjele učestalosti kod vremena po PERT metodi*

*Slika 25. Oznake vremena kod PERT metode*

*Slika 26. Kriva vjerovatnoće  $P(z)$*

*Slika 27. Mrežni dijagram projekta „Izrada specijalnog mjenjača“ sa izračunatim vremenima po CPM metodi*

## **POPIS SLIKA POGLAVLJA VII**

*Slika 1. Modelski prikaz prostora pripreme rada-proizvodnje [2]*

*Slika 2. Šematski prikaz podjele zadataka prilikom razvoja proizvodnog programa [3]*

*Slika 3. Primjer kliznog dinamičkog plana proizvodnje [6]*

*Slika 4. Šematski prikaz postupnog (rednog) kretanja serije [1,4]*

*Slika 5. Šematski prikaz paralelnog kretanja serije [1,4]*

*Slika 6. Šematski prikaz kombinovanog kretanja serije [1,4]*

*Slika 7. Gantogram opterećenja radnih mjesta [1]*

*Slika 8. Primjer formulara „Pregled materijala“*

*Slika 9. Primjer popunjenog operacijskog lista [9]*

*Slika 10. Primjeri operacijskih listova [11,12]*

*Slika 11. Primjer popunjenog radnog naloga [7]*

*Slika 12. Primjeri radnih naloga [13, 14,15]*

*Slika 13. Primjer popunjenog radnog lista [7]*

*Slika 14. Primjeri radnih listova [13]*

*Slika 15. Primjer trebovnice materijala [16]*

*Slika 16. Primjer popunjene izdatnice materijala [7]*

*Slika 17. Primjer izdatnica materijala [17, 18, 19]*

*Slika 18. Primjer popunjene povratnice materijala [7]*

*Slika 19. Primjer popunjenog naloga za alat [7]*

*Slika 20. Primjer popunjene popratne karte [7]*

*Slika 21. Primjer popunjene predatnice gotovih proizvoda [7]*

*Slika 22. Opšti model pripreme rada sa svim funkcijama [1]*

## **POPIS SLIKA POGLAVLJA VIII**

*Slika 1. Prikaz kontrole [1]*

*Slika 2. Općeniti prikaz pravila prelaza [3]*

*Slika 3. Stabilan (pod kontroli) i nestabilan proces (izvan kontrole) [5]*

*Slika 4. Ilustracija preciznosti i tačnosti [5,1]*

*Slika 5. Vrijednosti vjerovatnoća za  $\mu \pm 1\sigma$ ,  $\mu \pm 2\sigma$  i  $\mu \pm 3\sigma$  [6]*

*Slika 6. Faktori koji utječu na veličinu uzorka [11]*

- Slika 7. Slučajni uzorak [12]  
Slika 8. Sistemski uzorak [12]  
Slika 9. Stratificirani uzorak [12]  
Slika 10. Uzorak skupina [12]  
Slika 11. Krivulja pronalaženja loših komada [7]  
Slika 12. Shema procedure ispitivanja uzoraka [13]  
Slika 13. Karakteristična operativna krivulja [15-prilagođeno]  
Slika 14. Idealna operativna krivulja [15-prilagođeno]  
Slika 15. Približavanje idealnoj operativnoj krivulji [15-prilagođeno]  
Slika 16. Približavanje idealnoj operativnoj krivulji [15-prilagođeno]  
Slika 17. AQL [5]  
Slika 18. AOQ i AOQL [5]  
Slika 19. Osnovne veličine na kontrolnim kartama  
Slika 20. Proces smanjenja variranja karakteristika oko nominalne vrijednosti [4]  
Slika 21. Proces je u „stanju statističke kontrole“ [5]  
Slika 22. Proces je „izvan statističke kontrole“ [5]  
Slika 23. Kontrolna karta kao preventivni alat [5]  
Slika 24. Primjer  $\bar{x} - R$  kontrolnih karti [4]  
Slika 25. Primjer  $\bar{x} - \sigma$  kontrolne karte [4]  
Slika 26. Primjer  $\bar{X} - MR$  kontrolne karte [4]  
Slika 27. Primjer np kontrolne karte [4]  
Slika 28. Primjer p kontrolne karte [4]  
Slika 29. Primjer c - kontrolne karte [4]  
Slika 30. Primjer u kontrolne karte [4]  
Slika 31. Izbor kontrolne karte [2]  
Slika 32. Pravilo 1. Bilo koja tačka izvan kontrolnih granica [4]  
Slika 33. Pravilo 7 tačaka [4]  
Slika 34. Pravilo III: Neobični primjeri u okviru kontrolnih granica [4]  
Slika 35. Pravilo IV: Pravilo srednje trećine [4]  
Slika 36. Određivanje indeksa tačnosti -  $C_{pk}$  [4]  
Slika 37. Karakteristični slučajevi indeksa tačnosti [4]  
Slika 38. Odlučivanje o sposobnosti procesa [2]  
Slika 39. Troškovi tehničke kontrole u ovisnosti od intenziteta kontrole [1]  
Slika 40. Ovisnost troškova kvaliteta od veličine tolerancija [1]

## **POPIS SLIKA POGLAVLJA IX**

- Slika 1. Planiranje i upravljanje zalihama [1]  
Slika 2. Ovisnost prodaje o zalihama [4]  
Slika 3. Nezavisna i zavisna potražnja [2]  
Slika 4. Utjecaj veličine zaliha na sigurnost i ekonomičnost [7]  
Slika 5. Odnos troškova i naručene količine robe

*Slika 6. Ponašanje troškova narudžbe i skladištenja u zavisnosti od naručene količine*

*Slika 7. Model zaliha sa konstantnom potražnjom*

*Slika 8. Grafički prikaz funkcije ukupnih troškova*

*Slika 9. Kretanje zaliha u sistemu EKN*

*Slika 10. Model vođenja zaliha*

*Slika 11. Odnos kumulativnih postotaka vrijednosti zaliha i ukupnih zaliha [6]*

*Slika 12. Grafički prikaz ABC analize [6]*

*Slika 13. Odstupanje potražnje pojedine skupine artikla [9]*

*Slika 14. Grafički prikaz XYZ analize [6]*

*Slika 15. Model upravo na vrijeme (Just in Time metod)*

*Slika 16. Push i pull strategije [15]*

*Slika 17. Grafički prikaz pretpostavki MRP-a [1]*

*Slika 18. Dijelovi MRP sistema [7]*

*Slika 19. Prikaz organizacije MRP II [7]*

*Slika 20. Prikaz sistema raspoređivanja narudžbi u sistemu s više jedinica [13]*

*Slika 21. Prikaz ERP sistema*

## **POPIS SLIKA POGLAVLJA X**

*Slika 1. Modelski prikaz pojma UT [1]*

*Slika 2. Sistemi kretanja materijala*

*Slika 3. Izbor transportnog problema na osnovu obima, težine i dimenzija*

*Slika 4. ABC analiza transportnog problema*

*Slika 5. Podjela sredstva za unutrašnji transport prema kontinuiranosti dejstva [2]*

*Slika 6. Ručna kolica*

*Slika 7. Neke od varijanti konstrukcija kolica sa 2 ili 3 točka, sa varijantnim prilagođenjima nadgradnje pojavnim oblicima roba [21], [22], [23]*

*Slika 8. Jednostavna plato kolica sa rudom, obrtnom prednjom osovinom i kočnicom (kolica sa 4 točka) [24]*

*Slika 9. Ručna kolica sa rudom, obrtnom prednjom osovinom, kočnicom i nadgradnjom tovarnog prostora za obezbjeđenje tereta od ispadanja [25]*

*Slika 10. Ručna kolica sa rudom, obrtnom prednjom osovinom, kočnicom i nadgradnjom tovarnog prostora za obezbjeđenje tereta od ispadanja [26]*

*Slika 11. Ručna kolica sa okretnim točkovima na jednoj osovini koja povećavaju upravljivost (točkovi imaju mogućnost blokiranja što je od značaja na mjestu utovara/istovara) [27]*

*Slika 12. Varijanta lakših kolica [27]*

*Slika 13. Varijanta sklopivih kolica [28]*

*Slika 14. Kolica za teže terete [28]*

*Slika 15. Kolica za lakše terete [27]*

*Slika 16. Ručna kolica u laboratorijama [29]*

*Slika 17. Ručna kolica za prijevoz hrane [30]*

*Slika 18. Ručna kolica za snabdijevanje radnih mjesta sitnim materijalom [31]*

*Slika 19. Izvedbe varijanti kolica za humaniji rad sa buradima [32], [33], [34]*



- Slika 20. Varijante kolica za rad sa buradima sa tri točka [35], [36], [37]
- Slika 21. Jedno od rješenja za transport pločastih materijala [38]
- Slika 22. Rješenje kolica sa više "etaža", pogodnih za komisioniranje i dr. [13], [16]
- Slika 23. Ručni viljuškar [39]
- Slika 24. Samohodni viljuškar [39]
- Slika 25. Samohodni paletni viljuškari [39]
- Slika 26. Primjeri čeonih viljuškara (slika desno – u radu) [40,41]
- Slika 27. Primjeri bočnih viljuškara [42]
- Slika 28. Primjeri regalnih viljušakara [43]
- Slika 29. Neke od izvedbi zahvatnih naprava u primjeni [42]
- Slika 30. Varijante rješenja zahvatnih naprava na viljuškarima [16]
- Slika 31. Primjer Toyota SAS sistema (System of Active Stability) [40]
- Slika 32. Primjeri izgleda i primjene trakastih transporterera [45]
- Slika 33. Mogući primjeri primjene trakastih transporterera [46,47,48,49,50]
- Slika 34. Primjeri primjene transportnih traka u intenzivnim procesima [48,50,51, 52]
- Slika 35. Primjeri trake izvedeni od čelične mreže (lijevo) i magnetne trake (desno) [51]
- Slika 36. Primjena sigurnosnih uređaja na transportnim trakama [51]
- Slika 37. Transporter firme JanTEC sa mogućnošću kretanja u oba smjera [51]
- Slika 38. Moguća rješenja povezivanja tokova materijala [51]
- Slika 39. Skica lančanog transporterera i izgled Galovog lanca [55]
- Slika 40. Primjeri korištenja lančanih transporterera [51,56,57]
- Slika 41. Primjer korištenja lančanih zajedno sa valjkastim transporterima [58,59]
- Slika 42. Primjer korištenja lančanih transporterera za specifične oblike materijala [51,60]
- Slika 43. Primjeri primjene valjkastih transporterera u skladištima i industriji [61,62]
- Slika 44. Varijante rješenja promjene pravca ili promjene visine transporta [51,60,61]
- Slika 45. Varijanta sa obrtnim postoljem sa ugrađenim valjkastim transporterom [51]
- Slika 46. Primjeri rješenja pri spajanju, razdvajanju i kombinovanju tokova u jednoj tački
- Slika 47. Primjeri promjene pravca kretanja [51,64]
- Slika 48. Primjer fleksibilnosti u pogledu dužine trase [65]
- Slika 49. Primjeri rješenja za manipulaciju robom na jednom mjestu rada [51]
- Slika 50. Primjeri korištenja spiralni trnasporterera kao pufera [66,51]
- Slika 51. Primjeri korištenja uređaja za kontrolu i usporavanje i zaustavljanje [51,67]
- Slika 52. Različiti primjeri mogućnosti primjene konvejera [51,68]
- Slika 53. Mogućnost usaglašavanja takta [51]
- Slika 54. Primjer promjene ravni kod primjene konvejera [51]
- Slika 55. Primjeri saobraćajnica, promjene pravca kod primjene konvejera [51,68,69]
- Slika 56. Primjer kačenja težih pozicija na dvoja ili više kolica i primjer postavljanja staze na pod objekta [51]
- Slika 57. Primjer primjene Power&Free tehnologije u autoindustriji [70]
- Slika 58. Varijanta sa vučnim organom ugrađenim u pod [51]
- Slika 59. Varijanta primjene konvejera sa autonomnim vođenjem

- Slika 60. Pravolinijske kliznice i njihova primjena [70,71,72]
- Slika 61. Spiralne kliznice i njihova primjena [73,74,75]
- Slika 62. Gravitacione cijevi [51,76,77]
- Slika 63. Pneumatske kliznice [51]
- Slika 64. Primjeri vučnih vozila, prikolica i tereta na njima [76,78]
- Slika 65. Elektro tegljač firme MAFI, koja nudi širok spektar rješenja u ovoj oblasti [51]
- Slika 66. Primjeri rješenja prikolica za "labudov vrat" i vozila tegljača [79,80]
- Slika 67. Primjer korištenja Mercedesovog višenamjenskog vozila UNIMOG.
- Slika 68. Primjeri AGV vozila [81,82,93]
- Slika 69. Skica vučnog AGV traktora [51]
- Slika 70. Neki primjeri primjene AGV – traktora (tegljača) [84,85,86,87]
- Slika 71. Primjer primene AGV na otvorenom – međupogonski transport, terminali, DC i dr. [88, 89, 90,91,92]
- Slika 72. Primjeri paletnih kolica sa i bez terete [93,94,95,96]
- Slika 73. Paletna kolica sa automatskim zahvatanjem tereta [51]
- Slika 74. AGV transportna vozila [94,95]
- Slika 75. Specijalna vozila [97,98,99]
- Slika 76. Primjeri mosnih dizalica [100, 101, 102,103]
- Slika 77. Rad više mosnih dizalica na istim kranskim stazama [104]
- Slika 78. Formiranje zona rada više mosnih dizalica [104]
- Slika 79. Primjer „sklanjanja dizalica koje se nalaze na putu drugih dizalica“ [104]
- Slika 80. Metoda primopredaje tereta po principu „štafete“ [104]
- Slika 81. Rješenje rada više mosnih dizalica u jednom pogonu denivelisanjem (više kranskih staza po visini) [104]
- Slika 82. Neka od mogućih kombinovanih rješenja rada mosne dizalice: Velikim i malim dizanjem, sa dva pogona....[104]
- Slika 83. Primjeri portalnih dizalica i njihove upotrebe za razne svrhe [105, 106, 107,108,109]
- Slika 84. Uobičajeni tehno-eksploatacioni parametri portalnih dizalica [104]
- Slika 85. Primjeri polu-portalnih dizalica [110, 111, 112, 113]
- Slika 86. Primjeri upotrebe konzolnih dizalica i različiti načini postavljanja (na zid i na stub) [114, 115, 116, 117, 118, 119]
- Slika 87. Varijanta rješenja pokretnih konzolnih dizalica [120]
- Slika 88. Primjeri kombinacije portalne i konzolne – kao "dodatne" dizalice [104]
- Slika 89. Karta proizvodnog procesa [2]
- Slika 90. Dijagram toka [2]
- Slika 91. Blok dijagram kretanja materijala [2]
- Slika 92. Matrica OD-DO [2]
- Slika 93. Dijagram kretanja masa – Senky-ev dijagram [1]
- Slika 94. Jedna od podjela pomoćnih transportnih jedinica [15,20]
- Slika 95. Vrste paleta i njihove izvedbe [121, 122, 123, 124,125]
- Slika 96. Različite vrste sanduka, gajbi i plastičnih buradi [126, 127, 128, 129]
- Slika 97. Primjeri vreća i kesa i njihove praktične primjene [130,131, 132]

### **POPIS SLIKA POGLAVLJA XI**

*Slika 1. Osnovni elementi reprodukcije*

*Slika 2. Prikaz ukupnih fiksnih troškova*

*Slika 3. Prikaz kretanja jediničnih fiksnih troškova*

*Slika 4. Prikaz ukupnih relativno fiksnih troškova*

*Slika 5. Prikaz jediničnih relativno fiksnih troškova*

*Slika 6. Prikaz ukupnih varijabilnih troškova*

*Slika 7. Prikaz kretanja jediničnih troškova*

*Slika 8. Prikaz progresivnih troškova*

*Slika 9. Prikaz kretanja regresivnih troškova*

*Slika 10. Prikaz kretanja ukupnih troškova*

*Slika 11. Prikaz kretanja prosječnih troškova*

*Slika 12. Prikaz kretanja ukupnog prihoda*

*Slika 13. Prikaz odnosa ukupnog prihoda i troškova u ovisnosti o kretanju obima proizvodnje odnosno stepena iskorištenja*

*Slika 14. Prikaz zone i pragova rentabilnosti realnih organizacija*

### **POPIS SLIKA POGLAVLJA XII**

*Slika 1. Najstariji model komunikacije [3]*

*Slika 2. Šanon-Viverov model komunikacije [3]*

*Slika 3. Prikaz sadržaja informacija između mjesta upravljanja [6]*

*Slika 4. Šema postupka odlučivanja i upravljanja [6]*

*Slika 5. Šema postupka upravljanja poslovnim sistemom [6]*

*Slika 6. Šematski prikaz sistema informacija [6]*

*Slika 7. Algoritam toka informacija u poslovnom sistemu [6]*

*Slika 8. Šema piramidalnog sistema cirkulacije informacija u poslovnom sistemu [6]*

*Slika 9. Faze izgradnje sistema komunikacija [6]*

*Slika 10. Hodogram kretanja karte tehnološkog procesa [6]*

### **POPIS SLIKA POGLAVLJA XIII**

*Slika 1. Uticajni faktori (unutarnji i vanjski) na oblikovanje organizacije [5]*

*Slika 2. Odnos između primijenjene tehnologije proizvodnje i slijeda poslovnih funkcija [6]*

*Slika 3. Uticaj tehnologije na organizaciju (prema J. Woodward) [6]*

*Slika 4. Stabilnost i složenost okoline u kojoj djeluju preduzeća [6]*

*Slika 5. Djelovanje faktora organizacije [6]*

*Slika 6. Model multifaktorskog utjecaja na organizacijsku strukturu [7]*

*Slika 7. Odnos raščlanjivanja i grupisanja zadataka [7]*

*Slika 8. Šematski prikaz hijerarhijske organizacione strukture [2]*

*Slika 9. Algoritam postupka i izgradnje organizacione strukture [2]*

*Slika 10. Mogući načini modeliranja organizacione strukture [7]*

*Slika 11. Stabilnost naspram fleksibilnosti preduzeća [7]*

- Slika 12. Podudarnost formalne i stvarne organizacione strukture tokom vremena [8]
- Slika 13. Neformalne organizacije [8]
- Slika 14. Poređenje birokratskih organizacije koje su mehanicistički oblikovane i adaptivnih organizacija koje su organski oblikovane [8]
- Slika 15. Opšti prikazi mehanicističke i organističke strukture [8,10]
- Slika 16. Primjeri početnih oblika organizacione strukture [9]
- Slika 17. Standardni oblik funkcijske strukture [9]
- Slika 18. Razvijeni oblik funkcijske structure [9]
- Slika 19. Model funkcijske organizacione strukture sa deriviranom funkcijskom podjelom “proizvodnje” i “prodaje” [9]
- Slika 20. Dobre i loše strane funkcijske organizacione structure [9]
- Slika 21. Procesno orijentisana funkcijska organizaciona struktura [9]
- Slika 22. Procesni pristup [11]
- Slika 23. Horizontalan proces kroz odjele (HORIZONTALAN PROCES unutar primarno funkcijske podjele) [11]
- Slika 24. Procesna organizaciona struktura [11]
- Slika 25. Dobre i loše strane procesne organizacione strukture [11]
- Slika 26. Primjer 1 predmetne organizacione strukture [8]
- Slika 27. Primjer 2 predmetne organizacione strukture [8]
- Slika 28. Predmetna organizaciona struktura kao naknadna organizaciona struktura (primjenjena na drugom nivou) [8]
- Slika 29. Primjer teritorijalne organizacione strukture – 1 [8]
- Slika 30. Primjer teritorijalne organizacione strukture – 2 [8]
- Slika 31. Primjer organizacione strukture orijentisana potrošačima [8]
- Slika 32. Primjer projektne organizacione strukture [11]
- Slika 33. Model individualne projektne organizacije [11]
- Slika 34. Model individualne projektne organizacije [11]
- Slika 35. Matrična organizaciona struktura (proizvodna) [11]
- Slika 36. Model matrične organizacione strukture (projektne) [11]
- Slika 37. Prednosti i nedostaci (dobre i loše strane) matričnih struktura [11]
- Slika 38. Hibridna funkcijsko-geografska struktra (primarno divizijska) [12,13]
- Slika 39. Hibridna funkcijsko-geografska struktra (primarno funkcijska) [12,13]
- Slika 40. Modeli mješovite organizacione struktura jednog inozemnog preduzeća [14]
- Slika 41. Primjer struktuiranja T-organizacije [15,16]
- Slika 42. Prednosti i nedostaci horizontalne T-oblika organizacije [15,16]
- Slika 43. Virtualna organizacija [16,18]
- Slika 44. Prednosti i nedostaci horizontalne virtualne organizacije [8]
- Slika 45. Izbor oblika povezanosti ovisno o tipu inovacija [8]
- Slika 46. Faktori koji usmjeravaju prema mrežnoj organizaciji
- Slika 47. Najčešći oblici povezivanja u mrežnim strukturama [11,17]
- Slika 48. Organizaciona struktura ribarske mreže [15]
- Slika 49. Paukova mreža umreženih organizacija (klaster/grozd) [17]

#### **POPIS TABELA POGLAVLJA IV**

*Tabela 1. Primjeri nekih organizacija (njihovih inputa, aktivnosti, outputa) [3]*

*Tabela 2. Osnovne razlike između proizvoda i usluge [4]*

*Tabela 3. Redoslijed kretanja proizvoda kroz odjele [3,8,9]*

*Tabela 4. Matrica broja transportnih ciklusa [3,8,9]*

*Tabela 5. Matrica transportnog učinka [3,8,9]*

*Tabela 6. Ukupan intenzitet kretanja između odjela [3,8,9]*

*Tabela 7. Orijentirana matrica [3,8]*

*Tabela 8. Matrica intenziteta transporta [3,8]*

*Tabela 9. Postupak utvrđivanja redoslijeda lociranja [3,8]*

*Tabela 10. Postupak izbora najpovoljnije pozicije [3,8]*

*Tabela 11. Matrica intenziteta transportnih tokova [9]*

*Tabela 12. Matrica poluprečnika krugova [9]*

#### **POPIS TABELA POGLAVLJA VI**

*Tabela 1. Prikaz strukture postupaka planiranja za kratkoročni period [4]*

*Tabela 2. Vrijednosti vjerovatnoće  $P(z)$  za  $-3 \leq z \leq 3$*

#### **POPIS TABELA POGLAVLJA VII**

*Tabela 1. Primjer proračuna fonda potrebnih sati za izradu nekog proizvoda [8]*

*Tabela 2. Primjer proračuna raspoloživog radnog vremena za radna mjesta s ručnom izvedbom operacija [8]*

*Tabela 3. Bilans radne snage po stepenu i vrsti kvalifikovanosti*

#### **POPIS TABELA POGLAVLJA VIII**

*Tabela 1. Razlike između kontrolisanja kontinuirane i diskretne veličine [3]*

*Tabela 2. Prednosti i nedostaci metode uzoraka [11]*

*Tabela 3. Mogući izgled tabele za prikupljanje podataka za  $\bar{x} - R$  kontrolnu kartu [4]*

*Tabela 4. Mogući izgled tabele za prikupljanje podataka za  $\bar{x} - \sigma$  kontrolnu kartu [4]*

*Tabela 5. Mogući izgleda tabele za sakupljanje podataka za  $np$  kontrolnu kartu [4]*

*Tabela 6. Mogući izgleda tabele za sakupljanje podataka za  $p$  kontrolnu kartu [4]*

#### **POPIS TABELA POGLAVLJA IX**

*Tabela 1. Primjeri zaliha [2]*

*Tabela 2. Generalna pravila ABC analize [6]*

*Tabela 3. Karakteristike X, Y i Z grupa artikala [6]*

*Tabela 4. Prijedlog stupnja raspoloživosti na temelju ABC i XYZ analize [10]*

*Tabela 5. Unakrsna ABC-XYZ analiza [10]*

**POPIS TABELA POGLAVLJA XIII**

*Tabela 1. Razlike između velikih i malih preduzeća [4]*

*Tabela 2. Karakteristike birokratskih i organskih struktura [10]*

*Tabela 3. Razlika između klasične i savremene organizacije [7]*



ISBN 9926-452-18-3



9 789926 452186